BAOU
Education for All
Dr. Babasaheb Ambedkar Open University
(Established by Government of Gujarat)
NAAC ACCREDITED A++ GRADE 3.55/4

Diploma in Health Sanitary Inspector

DHSI-202

રોગપ્રતિકારક શકિત અને રોગ પ્રતિરક્ષા

2024

રોગ પ્રતિકારક શક્તિ અને રોગ પ્રતિરક્ષા

Dr. Babasaheb Ambedkar Open University

<u>નિષ્ણાત સમિતિ</u>

પ્રો. (ડૉ.) નિલેશ મોદી પ્રોફેસર અને ડિરેક્ટર, સ્કૂલ ઓફ કોમ્પ્યુટર સાયન્સ, ડો. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ	(ચેરમેન)
પ્રો. (ડૉ.) અજય પરીખ પ્રોફેસર અને હેડ, ડિપાર્ટમેન્ટ ઓફ કોમ્પ્યુટર સાયન્સ, ગૂજરાત વિધાપીઠ, અમદાવાદ	(સભ્ય)
પ્રો. (ડૉ.) સત્યેન પરીખ ડીન, સ્કૂલ ઓફ કોમ્પ્યુટર સાયન્સ એન્ડ એપ્લીકેશન, ગણપત યુનિવર્સિટી, ખેરવા, મહેસાણા	(સભ્ય)
પ્રો. એમ. ટી. સાવલીયા એસોસિયેટ પ્રોફેસર અને હેડ (નિવૃત), કોમ્પ્યુટર એન્જિનિયરિંગ વિભાગ,વિશ્વકર્મા એન્જિનિયરિંગ કોલેજ, અમદાવાદ	(સભ્ય)
ડો. હિમાંશુ પટેલ આસિસ્ટન્ટ પ્રોફેસર, સ્કૂલ ઓફ કોમ્પ્યુટર સાયન્સ, ડો.બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ	(સભ્યસચિવ)

<u>અભ્યાસક્રમ લેખક</u>

શ્રદ્ધાબેન આર દેસાઈ, નિષ્ણાત ફેકલ્ટી, ડીપ્લોમાં ઇન હેલ્થ એન્ડ સેનેટરી ઇન્સ્પેકટર કોર્સ
રેવતસિંહ બી. રાજપુરોહિત, નિષ્ણાત ફેકલ્ટી, ડીપ્લોમાં ઇન હેલ્થ એન્ડ સેનેટરી ઇન્સ્પેકટર કોર્સ
ઋતુલ એસ દેસાઈ, નિષ્ણાત ફેકલ્ટી, ડીપ્લોમાં ઇન હેલ્થ એન્ડ સેનેટરી ઇન્સ્પેકટર કોર્સ

<u>ભાષા પરામર્શક</u>

ડૉ. જાગૃતિ જે. મહેતા, આસિસ્ટન્ટ પ્રોફેસર, ગુજરાતી વિભાગ, ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ

ISBN-

મુદ્રિત અને પ્રકાશિત: બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ

આ પાઠ્યપુસ્તક ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટીનાં ઉપક્રમે વિધાર્થીલક્ષી સ્વઅધ્યયન હેતુથી; દૂરવર્તી શિક્ષણના ઉદ્દેશને કેન્દ્રમાં રાખીને તૈયાર કરવામાં આવેલ છે. આ અભ્યાસ સામગ્રીની ચોક્કસાઈ ચકાસવા માટે સંપાદકો દ્વારા તમામ પ્રયાસો કરવામાં આવ્યા છે, જેના તથ્યો, સિદ્ધાંતો, વર્ણનો સંબંધિત લખાણ અંગેના અભિપ્રાયો જે તે લેખકોનાં છે. આ સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ સામગ્રીમાં ઉપલબ્ધ તમામ લખાણ અને માહિતી જે સર્વાધિકાર સુરક્ષિત છે. આ સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ સામગ્રીનો કોઈપણ પ્રકારનો પુનઃઉપયોગ, નકલ, વિતરણ, પ્રકાશન અથવા વ્યવસાયિક ઉપયોગ યુનિવર્સિટીની પૂર્વલિખિત મંજૂરી વગર કાનૂની કાર્યવાહી માટે પાત્ર છે.

હકક ગ્રંથ © ઓક્ટોબર ૨૦૨૪. ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ. સર્વ હકો સુરક્ષિત છે.

Dr. Babasaheb Ambedkar

Open University

DHSI-202

રોગ પ્રતિકારક શક્તિ અને રોગ પ્રતિરક્ષા

પ્રકરણ	પ્રકરણનું નામ	પાન નં.
1.	રોગપ્રતિકારક શક્તિ	01
2.	સહજ પ્રતિરક્ષા	19
3.	અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા	34
4.	'B' કોષો અને હ્યુમરલ ઇમ્યુનિટી	53
5.	'T' કોષો અને કોષ-મધ્યસ્થ રોગપ્રતિકારક શક્તિ	71
6.	સાયટોકિન્સ અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવનું નિયમન	88
7.	પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા	106
8.	અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓ	124
9.	ઓટોઇમ્યુન રોગ	144
10.	ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી ડિસઓર્ડર્સ	161
11.	પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજી	180
12.	પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજી	198
13.	ટીકાકરણ/ રસીકરણ	217
14.	ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સ	235
15.	ઇમ્યુનોથેરાપી	255
16.	મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટી	275
17.	ગર્ભાવસ્થા અને નવજાત શિશુની પ્રતિરક્ષા	292
18.	વૃદ્ધાવસ્થા અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ	310
19.	ઉભરતા સંક્રમક રોગો અને પ્રતિરક્ષા	327
20.	ઇમ્યુનોલોજીમાં ભવિષ્યની દિશાઓ	344

રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Immunity) 1

1.1 પ્રસ્તાવના

1.2 રોગપ્રતિકારક શક્તિ : વ્યાખ્યા અને મહત્ત્વ

1.3 રોગપ્રતિકારક શક્તિના ઘટકો : અંગો, પેશીઓ અને કોષો

1.4 રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના પ્રકારો : સહજ અને અનુકૂલનશીલ

1.5 હ્યુમરલ અને કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ

1.6 ઈમ્યુનોલોજીનો સંક્ષિપ્ત ઇતિહાસ

1.7 રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને અન્ય શારીરિક પ્રણાલીઓ વચ્ચેનો સંબંધ

1.8 સારાંશ

1.9 સ્વાધ્યાય

1.1. પ્રસ્તાવના :

આપણા શરીરની અંદર એક અદ્દભૂત અને જટિલ પ્રણાલી છૂપાયેલી છે જે આપણને સતત રોગો અને સંક્રમણોથી બચાવે છે તે છે આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ. આ પ્રણાલી એક સુસજ્જ સેના જેવી છે જે સતત જાગ્રત રહે છે અને આપણી સુરક્ષા માટે લડતી રહે છે. આ એકમમાં આપણે આ અદ્રશ્ય રક્ષક એવી રોગપ્રતિકારક શક્તિની વ્યાખ્યા, મહત્ત્વ, ઘટકો, પ્રકારો અને કાર્યપદ્ધતિનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું.

રોગપ્રતિકારક શક્તિ માત્ર રોગો સામે લડવાનું જ કાર્ય નથી કરતી, પરંતુ તે આપણા સંપૂર્ણ સ્વાસ્થ્ય અને સુખાકારી માટે પણ અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તે આપણને સ્વસ્થ રહેવામાં, ઝડપથી સાજા થવામાં અને લાંબા તેમજ સ્વસ્થ જીવન જીવવામાં મદદ કરે છે. આ એકમમાં આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિના મહત્ત્વ અને આપણા જીવન પર તેની ગહન અસરને સમજીશું.

આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ વિવિધ અંગો, પેશીઓ અને કોષોનો સમૂહ છે જે એકબીજા સાથે સંકલનમાં કાર્ય કરે છે. જેમ સૈન્યમાં વિવિધ ટુકડીઓ હોય છે, તેમ રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં પણ

વિવિધ ઘટકો હોય છે જે ચોક્કસ કાર્યો કરે છે. આ એકમમાં, આપણે આ ઘટકો, તેમના કાર્યો અને કેવી રીતે તેઓ એકસાથે મળીને આપણને સુરક્ષિત રાખે છે તેનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું.

રોગપ્રતિકારક શક્તિ મુખ્યત્વે બે પ્રકારની પ્રતિક્રિયાઓ દ્વારા કાર્ય કરે છે : સહજ (Innate) અને અનુકૂલનશીલ (Adaptive). સહજ પ્રતિક્રિયા એ આપણું પ્રથમ રક્ષા કવચ છે, જે તાત્કાલિક અને સામાન્ય રીતે રોગકારક જીવાણુઓનો નાશ કરે છે. અનુકૂલનશીલ પ્રતિક્રિયા વધુ વિશિષ્ટ અને શક્તિશાળી હોય છે, જે ચોક્કસ રોગકારક જીવાણુઓને ઓળખીને તેનો નાશ કરે છે અને ભવિષ્યમાં તેનાથી રક્ષણ માટે સ્મૃતિ પણ બનાવે છે. આ બંને પ્રકારની પ્રતિક્રિયાઓ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે અને એકબીજા સાથે કેવી રીતે સંકલન કરે છે તે આપણે આ એકમમાં સમજીશું.

આ ઉપરાંત, આપણે હ્યુમરલ (Humoral) અને કોષ-મધ્યસ્થી (Cell-Mediated) રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેના ભેદ અને તેમના કાર્યોનો પણ અભ્યાસ કરીશું. રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિજ્ઞાન - ઈમ્યુનોલોજીનો ટૂંકો ઇતિહાસ પણ આ એકમમાં રજૂ કરવામાં આવશે, જેમાં આ ક્ષેત્રમાં થયેલી મહત્ત્વપૂર્ણ શોધો અને સિદ્ધિઓનો સમાવેશ થશે.

છેલ્લે, આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને શરીરની અન્ય પ્રણાલીઓ, જેમ કે પાચનતંત્ર, શ્વસનતંત્ર અને ચેતાતંત્ર વચ્ચેના જટિલ સંબંધોને પણ સમજીશું. આ સમજણ આપણને શીખવશે કે કેવી રીતે આપણું સંપૂર્ણ સ્વાસ્થ્ય એકબીજા સાથે સંકળાયેલી વિવિધ પ્રણાલીઓના સંતુલન પર આધારિત છે.

આ એકમના અભ્યાસ બાદ, તમને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વિશે ઊંડી સમજણ મળશે અને તમે તમારા શરીરના આ અદ્દભૂત રક્ષકને વધુ સારી રીતે સમજી અને તેની કાળજી રાખી શકશો.

પરિચય :

રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ શરીરની કુદરતી સંરક્ષણ પ્રણાલી છે જે આપણને રોગો અને ચેપથી બચાવે છે. તે રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો, જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પરોપજીવીઓ સામે લડવા માટે જવાબદાર છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ કોષો, પેશીઓ અને અવયવોનું એક જટિલ નેટવર્ક છે જે સાથે મળીને કાર્ય કરે છે.

રોગપ્રતિકારક શક્તિનો ખ્યાલ પ્રાચીન ભારતીય ગ્રંથોમાં પણ જોવા મળે છે. આયુર્વેદિક ગ્રંથોમાં **'ઓજસ'**ને શરીરની કુદરતી શક્તિ માનવામાં આવે છે જે રોગો સામે રક્ષણ આપે છે. યોગ શાસ્ત્રોમાં પણ રોગપ્રતિકારક શક્તિને મજબૂત કરવા માટે વિવિધ યોગ આસનો અને પ્રાણાયામનો ઉલ્લેખ કરવામાં આવ્યો છે.

પ્રાચીન ગ્રીક ચિકિત્સકો, જેમ કે **હિપ્પોક્રેટ્સ**, માનતા હતા કે શરીરમાં કુદરતી રીતે રોગો સામે લડવાની ક્ષમતા હોય છે. 18મી સદીમાં **એડવર્ડ જેનરે** શીતળાના રોગ સામે રસી શોધી કાઢી, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિના આધુનિક વિજ્ઞાનનો પાયો બની.

રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ કુદરતની એક અદ્ભુત ભેટ છે જે આપણને સ્વસ્થ રાખે છે. આપણે સ્વસ્થ આહાર, નિયમિત વ્યાયામ અને સ્વચ્છ જીવનશૈલી દ્વારા આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિને મજબૂત બનાવી શકીએ છીએ.

1.2. રોગપ્રતિકારક શક્તિની વ્યાખ્યા અને મહત્ત્વ :

આપણા શરીરમાં એક અદ્દભૂત અને જટિલ પ્રણાલી અસ્તિત્વ ધરાવે છે જે આપણને સતત રોગો અને સંક્રમણોથી બચાવવા માટે કાર્યરત રહે છે, આ પ્રણાલી એટલે આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ. આ એકમમાં આપણે આ અદ્રશ્ય રક્ષકની દુનિયામાં ઊંડા ઊતરીને રોગપ્રતિકારક શક્તિની વ્યાખ્યા, મહત્ત્વ, ઘટકો, પ્રકારો અને કાર્યપદ્ધતિનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું.

રોગપ્રતિકારક શક્તિની વ્યાખ્યા :

રોગપ્રતિકારક શક્તિ જેને અંગ્રેજીમાં 'Immunity' કહેવામાં આવે છે, એ શરીરની એવી ક્ષમતા છે જે તેને રોગો અને સંક્રમણોથી બચાવે છે. તે શરીરની કુદરતી સંરક્ષણ પ્રણાલી છે જે સતત કાર્યરત રહે છે અને આપણને બીમાર પાડતા હાનિકારક સૂક્ષ્મજીવો, જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ અને પરોપજીવીઓને ઓળખીને તેમનો નાશ કરે છે. આ પ્રણાલી વિવિધ પ્રકારના કોષો, પેશીઓ અને અંગોનો સમૂહ છે જે એકબીજા સાથે સંકલનમાં રહીને કાર્ય કરે છે અને શરીરને સ્વસ્થ રાખે છે.

ઉદાહરણો દ્વારા રોગપ્રતિકારક શક્તિની સમજ :

- **શરદી અને ફ્લૂ :** જ્યારે આપણે શરદી અથવા ફ્લૂનો ભોગ બનીએ છીએ, ત્યારે આપણું શરીર વાયરસ સામે લડવાનું શરૂ કરે છે. આ લડાઈમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિવિધ કોષો ભાગ લે છે. આ કોષો વાયરસને ઓળખી કાઢે છે અને તેનો નાશ કરવાનો પ્રયાસ કરે છે. જો આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ મજબૂત હોય, તો શરીર વાયરસને હરાવી શકે છે અને આપણે ઝડપથી સાજા થઈ જઈએ છીએ. નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા વ્યક્તિને સાજા થવામાં વધુ સમય લાગે છે અને તેને ગંભીર બીમારી થવાનું જોખમ પણ વધારે રહે છે.
- **ઘા રૂઝાવવો :** જ્યારે આપણને કોઈ ઘા પડે છે, ત્યારે આપણું શરીર તરત જ તેને રૂઝાવવાની પ્રક્રિયા શરૂ કરે છે. આ પ્રક્રિયામાં પણ રોગપ્રતિકારક શક્તિ મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિના કોષો ઘા વાળા ભાગમાં પહોંચી જાય છે અને ત્યાં રહેલા કોઈપણ બેક્ટેરિયા કે અન્ય સૂક્ષ્મજીવોનો નાશ કરે છે. આ પ્રક્રિયા ઘાને સંક્રમણથી બચાવે છે અને ઝડપથી રૂઝ આવવામાં મદદ કરે છે.
- **રસીકરણ (Vaccination) :** રસીકરણ એ રોગપ્રતિકારક શક્તિને મજબૂત બનાવવાનો એક કૃત્રિમ ઉપાય છે. રસીમાં કોઈ ચોક્કસ રોગના નબળા અથવા મૃત સૂક્ષ્મજીવો હોય છે. જ્યારે રસી આપવામાં આવે છે, ત્યારે શરીર આ સૂક્ષ્મજીવોને ઓળખી કાઢે છે અને તેની સામે લડવા માટે એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે. આ એન્ટિબોડીઝ ભવિષ્યમાં તે રોગના વાસ્તવિક સૂક્ષ્મજીવો સામે લડવામાં મદદ કરે છે અને આપણને તે રોગથી રક્ષણ આપે છે.

રોગપ્રતિકારક શક્તિનું મહત્ત્વ :

રોગપ્રતિકારક શક્તિનું મહત્ત્વ નીચેના મુદ્દાઓ દ્વારા વધુ સ્પષ્ટ રીતે સમજી શકાય છે:

- **રોગો અને સંક્રમણો સામે રક્ષણ :** આ રોગપ્રતિકારક શક્તિ આપણને બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ અને પરોપજીવીઓ જેવાં હાનિકારક સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા થતાં વિવિધ પ્રકારના રોગો અને સંક્રમણોથી બચાવવાનું સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ કાર્ય કરે છે.
- **સ્વસ્થ અને સક્રિય જીવન :** મજબૂત રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવનાર વ્યક્તિ ઓછું બીમાર પડે છે તેમજ વધુ સ્વસ્થ અને સક્રિય જીવન જીવી શકે છે.
- **સ્વાસ્થ્યની પુન:પ્રાપ્તિ :** જ્યારે કોઈ બીમારી થાય ત્યારે મજબૂત રોગપ્રતિકારક શક્તિ ઝડપથી સાજા થવામાં મદદ કરે છે. તે શરીરને બીમારી સામે લડવાની તાકાત આપે છે અને **સ્વાસ્થ્યની પુન:પ્રાપ્તિ** નો સમય ઘટાડે છે.
- **દીર્ઘાયુષ્ય :** મજબૂત રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકો સામાન્ય રીતે લાંબુ અને સ્વસ્થ જીવન જીવે છે. તેઓ ગંભીર બીમારીઓનો ભોગ બનવાનું જોખમ ઓછું ધરાવે છે.
- **શરીરના અન્ય કાર્યોમાં સહાય :** રોગપ્રતિકારક શક્તિ માત્ર રોગો સામે લડવાનું જ કાર્ય નથી કરતી, પરંતુ તે શરીરના અન્ય કાર્યોમાં પણ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, તે ઘા રૂઝાવવાની પ્રક્રિયામાં મદદ કરે છે, ક્ષતિગ્રસ્ત કોષોને દૂર કરે છે અને શરીરના કોષોનું સમારકામ કરે છે.
- **એલર્જી અને સ્વયંપ્રતિરક્ષા (Autoimmune) રોગો :** કેટલીક વાર રોગપ્રતિકારક શક્તિ શરીરના પોતાના કોષોને ભૂલથી હાનિકારક સમજીને તેના પર હુમલો કરે છે. આ પરિસ્થિતિને સ્વયંપ્રતિરક્ષા (Autoimmune) રોગ કહેવામાં આવે છે. એલર્જી એ પણ રોગપ્રતિકારક શક્તિની અતિસંવેદનશીલતાનું પરિણામ છે, જેમાં શરીર સામાન્ય રીતે હાનિકારક ન હોય તેવા પદાર્થો પ્રત્યે તીવ્ર પ્રતિક્રિયા આપે છે.

રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ આપણા શરીરની કુદરતી સંરક્ષણ પ્રણાલી છે જે આપણને સ્વસ્થ રાખવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તે આપણને રોગોથી બચાવે છે, ઝડપથી સાજા થવામાં મદદ કરે છે, લાંબુ અને સ્વસ્થ જીવન જીવવામાં સહાય કરે છે અને શરીરના અન્ય કાર્યોમાં પણ યોગદાન આપે છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિનું મહત્ત્વ સમજ્યા પછી આપણે તેના ઘટકો વિશે જાણકારી મેળવવી જરૂરી છે. જેમાં આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિના ઘટકો, એટલે કે આ પ્રણાલીમાં કયા કયા અંગો, પેશીઓ અને કોષો ભાગ લે છે અને તેઓ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તેનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું.

1.3. રોગપ્રતિકારક શક્તિના ઘટકો : અંગો, પેશીઓ અને કોષો (Components of the Immune System: Organs, Tissues, and Cells):

આપણે આગળ જોયું કે રોગપ્રતિકારક શક્તિ શું છે અને તે આપણા માટે કેટલી મહત્ત્વપૂર્ણ છે. હવે આ જટિલ પ્રણાલીને વધુ સારી રીતે સમજવા માટે તેના ઘટકો, એટલે કે તેમાં ભાગ લેતા વિવિધ અંગો, પેશીઓ અને કોષોનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું.

રોગપ્રતિકારક શક્તિના ઘટકોને મુખ્યત્વે બે ભાગમાં વહેંચી શકાય છે:

1. અંગો અને પેશીઓ (Organs and Tissues) :

રોગપ્રતિકારક શક્તિના અંગો અને પેશીઓ એવા સ્થાનો છે જ્યાં રોગપ્રતિકારક કોષો બને છે, પરિપક્વ થાય છે, રહે છે અને કાર્ય કરે છે. આ અંગોને બે શ્રેણીઓમાં વહેંચી શકાય છે.

- **પ્રાથમિક લસિકા અંગો (Primary Lymphoid Organs) :** આ એવા અંગો છે જ્યાં રોગપ્રતિકારક કોષોનું ઉત્પાદન અને પ્રારંભિક પરિપક્વતા થાય છે.
    - **અસ્થિ મજ્જા (Bone Marrow) :** મોટાભાગના રોગપ્રતિકારક કોષો જેમાં બી-કોષો (B-cells) અને ટી-કોષો (T-cells)ના પૂર્વજ કોષોનો સમાવેશ થાય છે અને અસ્થિ મજ્જામાં ઉત્પન્ન થાય છે. બી-કોષો અસ્થિ મજ્જામાં જ પરિપક્વ થાય છે.
    - **થાઇમસ (Thymus) :** થાઇમસ એ છાતીમાં આવેલી એક ગ્રંથિ છે જ્યાં ટી-કોષો પરિપક્વ થાય છે અને શિક્ષણ મેળવે છે. થાઇમસમાં ટી-કોષોને શરીરના પોતાના કોષો અને બાહ્ય હુમલાખોરો વચ્ચેનો તફાવત પારખતા શીખવવામાં આવે છે.
- **દ્વિતીયક લસિકા અંગો (Secondary Lymphoid Organs) :** આ એવા અંગો છે જ્યાં પરિપક્વ રોગપ્રતિકારક કોષો એકત્ર થાય છે અને રોગકારક જીવાણુઓ સામે પ્રતિક્રિયા શરૂ કરે છે.
    - **લસિકા ગાંઠો (Lymph Nodes):** લસિકા ગાંઠો એ નાના, બીન આકારના અંગો છે જે સમગ્ર શરીરમાં લસિકા વાહિનીઓના નેટવર્કમાં ફેલાયેલા હોય છે. તેઓ લસિકા પ્રવાહીને ગાળણ કરે છે અને રોગકારક જીવાણુઓ અને અન્ય વિદેશી પદાર્થોને ફસાવે છે. લસિકા ગાંઠોમાં બી-કોષો અને ટી-કોષો રોગકારક જીવાણુઓના સંપર્કમાં આવે છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરૂ કરે છે.
    - **બરોળ (Spleen) :** બરોળ એ પેટમાં આવેલું એક મોટું અંગ છે જે લોહીને ગાળણ કરે છે. જે જૂના અને ક્ષતિગ્રસ્ત લાલ રક્ત કોશિકાઓને દૂર કરે છે. બરોળમાં પણ રોગપ્રતિકારક કોષો મોટી સંખ્યામાં હોય છે અને તે લોહી દ્વારા ફેલાતા રોગકારક જીવાણુઓ સામે પ્રતિક્રિયા આપે છે.
    - **શ્લેષ્મ સંકળાયેલ લસિકા પેશી (Mucosa-Associated Lymphoid Tissue - MALT) :** MALT એ લસિકા પેશીઓનો સમૂહ છે જે પાચનતંત્ર, શ્વસનતંત્ર અને પ્રજનનતંત્રની આંતરિક સપાટી પર જોવા મળે છે. MALT આ માર્ગો દ્વારા શરીરમાં પ્રવેશતા રોગકારક જીવાણુઓ સામે રક્ષણ પૂરું પાડે છે.

2. કોષો (Cells) :

રોગપ્રતિકારક શક્તિના કોષો, જેને શ્વેત રક્ત કોશિકાઓ (White Blood Cells) અથવા લ્યુકોસાઇટ્સ (Leukocytes) પણ કહેવામાં આવે છે, એ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના મુખ્ય કાર્યકરો છે. આ કોષો વિવિધ પ્રકારના હોય છે અને દરેક ચોક્કસ કાર્ય કરે છે.

- **ફેગોસાઇટ્સ (Phagocytes) :** આ કોષો રોગકારક જીવાણુઓ, મૃત કોષો, કોષીય કાટમાળ, અને અન્ય હાનિકારક ઘટકોને પણ ઘેરી લે છે અને તેમનો નાશ કરે છે. આ પ્રક્રિયાને ફેગોસાઇટોસિસ (Phagocytosis) કહેવામાં આવે છે. ફેગોસાઇટ્સના મુખ્ય પ્રકારોમાં ન્યુટ્રોફિલ્સ (Neutrophils), મેક્રોફેજ (Macrophages) અને ડેન્ડ્રિટિક કોષો (Dendritic Cells)નો સમાવેશ થાય છે.
- **લિમ્ફોસાઇટ્સ (Lymphocytes) :** આ કોષો અનુકૂલનશીલ (Adaptive) રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. લિમ્ફોસાઇટ્સના મુખ્ય પ્રકારોમાં બી-કોષો (B-cells) અને ટી-કોષો (T-cells)નો સમાવેશ થાય છે.
    - **બી-કોષો (B-cells) :** બી-કોષો એન્ટિબોડીઝ (Antibodies) ઉત્પન્ન કરે છે, જે પ્રોટીન છે જે ચોક્કસ રોગકારક જીવાણુઓને ઓળખી શકે છે અને તેમને નિષ્ક્રિય કરી શકે છે.
    - **ટી-કોષો (T-cells) :** ટી-કોષો બે મુખ્ય પ્રકારના હોય છે:
        - **સહાયક ટી-કોષો (Helper T-cells) :** આ કોષો અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરવામાં અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને સંકલન કરવામાં મદદ કરે છે.
        - **સાયટોટોક્સિક ટી-કોષો (Cytotoxic T-cells) :** આ કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરના કોષોને સીધા જ મારી નાખે છે.
- **કુદરતી મારક કોષો (Natural Killer Cells - NK Cells) :** આ કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરના કોષોને ઓળખી શકે છે અને મારી શકે છે. તેઓ સહજ (Innate) રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાનો ભાગ છે.
- **માસ્ટ કોષો (Mast Cells) અને બેસોફિલ્સ (Basophils) :** આ કોષો એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ હિસ્ટામાઇન (Histamine) જેવાં રસાયણો મુક્ત કરે છે જે એલર્જીના લક્ષણો પેદા કરે છે.

રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ વિવિધ અંગો, પેશીઓ અને કોષોનો જટિલ સમૂહ છે જે એકબીજા સાથે સંકલનમાં રહીને શરીરને રોગો અને સંક્રમણોથી બચાવે છે. આ ઘટકો રોગકારક જીવાણુઓને ઓળખે છે, તેમનો નાશ કરે છે અને ભવિષ્યના સંક્રમણો સામે રક્ષણ માટે રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ બનાવે છે. આગળ આપણે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના પ્રકારો, એટલે કે સહજ અને અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો અભ્યાસ કરીશું.

1.4. રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના પ્રકારો : સહજ અને અનુકૂલનશીલ (Types of Immune Responses : Innate and Adaptive) :

આપણે અગાઉ રોગપ્રતિકારક શક્તિના ઘટકો અને તેમાં ભાગ લેતાં વિવિધ અંગો, પેશીઓ અને કોષો વિશે માહિતી મેળવી, હવે આપણે આગળ વધીશું અને સમજીશું કે આ ઘટકો કેવી રીતે કાર્ય કરે છે અને રોગકારક જીવાણુઓ સામે કેવી રીતે પ્રતિક્રિયા આપે છે. રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને મુખ્યત્વે બે પ્રકારોમાં વહેંચવામાં આવે છે. (૧) **સહજ (Innate)** અને (૨)**અનુકૂલનશીલ (Adaptive)**.

1. સહજ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા (Innate Immune Response) :

સહજ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા એ શરીરની **પ્રથમ અને તાત્કાલિક** રક્ષા પ્રણાલી છે. તે જન્મજાત હોય છે અને કોઈપણ રોગકારક જીવાણુના સંપર્કમાં આવ્યા પહેલા પણ સક્રિય હોય છે. આ પ્રતિક્રિયા **બિન-વિશિષ્ટ (Non-specific)** હોય છે, એટલે કે તે કોઈપણ હાનિકારક પદાર્થ સામે એકસરખી રીતે કાર્ય કરે છે, પછી ભલે તે બેક્ટેરિયા હોય, વાયરસ હોય, ફૂગ હોય કે પરોપજીવી હોય.

સહજ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના મુખ્ય ઘટકો :

- **શારીરિક અવરોધો (Physical Barriers) :** ચામડી, શ્વસનતંત્ર અને પાચનતંત્રની આંતરિક સપાટી પર રહેલાં શ્લેષ્મ પટલ (Mucous Membranes) રોગકારક જીવાણુઓને શરીરમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે.
- **રાસાયણિક અવરોધો (Chemical Barriers) :** હોજરીમાં રહેલા એસિડ, આંસુ અને લાળમાં રહેલા ઉત્સેચકો રોગકારક જીવાણુઓનો નાશ કરે છે.
- **કોષીય સંરક્ષણ (Cellular Defenses) :** ફેગોસાઇટ્સ (જેમ કે ન્યુટ્રોફિલ્સ અને મેક્રોફેજ) રોગકારક જીવાણુઓને ઘેરી લે છે અને તેમનો નાશ કરે છે. કુદરતી મારક કોષો (NK Cells) વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરના કોષોને શોધીને તેમનો નાશ કરે છે.
- **પૂરક પ્રણાલી (Complement System) :** આ પ્રણાલીમાં ઘણા પ્રકારના પ્રોટીન હોય છે જે રોગકારક જીવાણુઓને ઓળખે છે, તેમને નષ્ટ કરે છે અને ફેગોસાઇટોસિસની પ્રક્રિયામાં મદદ કરે છે.
- **સોજો (Inflammation) :** જ્યારે પેશીઓને નુકસાન થાય છે ત્યારે સોજાની પ્રક્રિયા શરૂ થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં રક્ત વાહિનીઓ પહોળી થાય છે, જેનાથી રોગપ્રતિકારક કોષો અને પ્રવાહી અસરગ્રસ્ત વિસ્તારમાં પહોંચે છે. સોજો રોગકારક જીવાણુઓને ફેલાતા અટકાવે છે અને પેશીઓના સમારકામમાં મદદ કરે છે.

2. અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા (Adaptive Immune Response) :

અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા એ શરીરની **દ્વિતીય અને વધુ વિશિષ્ટ** રક્ષા પ્રણાલી છે. તે સહજ પ્રતિક્રિયા કરતા **ધીમી** હોય છે પરંતુ તે **વધુ શક્તિશાળી** અને **ચોક્કસ** હોય છે. અનુકૂલનશીલ પ્રતિક્રિયા **વિશિષ્ટ** હોય છે, એટલે કે તે દરેક રોગકારક જીવાણુને અલગ રીતે ઓળખે છે અને તેની સામે ચોક્કસ પ્રતિક્રિયા આપે છે. આ પ્રતિક્રિયા **રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ (Immunological Memory)** પણ બનાવે છે, જેના કારણે ભવિષ્યમાં તે જ રોગકારક જીવાણુનો સામનો થતા શરીર ઝડપથી અને અસરકારક રીતે પ્રતિક્રિયા આપી શકે છે.

અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના મુખ્ય ઘટકો :

- **લિમ્ફોસાઇટ્સ (Lymphocytes) :** બી-કોષો (B-cells) અને ટી-કોષો (T-cells) એ અનુકૂલનશીલ પ્રતિક્રિયાના મુખ્ય કોષો છે.

- **બી-કોષો (B-cells):** બી-કોષો એન્ટિબોડીઝ (Antibodies) ઉત્પન્ન કરે છે, જે પ્રોટીન છે જે ચોક્કસ રોગકારક જીવાણુઓને (એન્ટિજેન્સ - Antigens) ઓળખી શકે છે અને તેમને નિષ્ક્રિય કરી શકે છે.
- **ટી-કોષો (T-cells) :**
  - **સહાયક ટી-કોષો (Helper T-cells) :** આ કોષો બી-કોષોને એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવામાં મદદ કરે છે અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે.
  - **સાયટોટોક્સિક ટી-કોષો (Cytotoxic T-cells) :** આ કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરના કોષોને સીધા જ મારી નાખે છે.

અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા બે પ્રકારની હોય છે :

- **હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Humoral Immunity) :** આ પ્રતિક્રિયા બી-કોષો દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં એન્ટિબોડીઝ પર આધારિત હોય છે. એન્ટિબોડીઝ શરીરના પ્રવાહી (જેમ કે રક્ત અને લસિકા)માં ફરે છે અને રોગકારક જીવાણુઓને બાંધે છે, તેમને નિષ્ક્રિય કરે છે અને ફેગોસાઇટ્સ દ્વારા તેમના નિકાલમાં મદદ કરે છે.
- **કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Cell-Mediated Immunity) :** આ પ્રતિક્રિયા ટી-કોષો પર આધારિત હોય છે. સાયટોટોક્સિક ટી-કોષો સંક્રમિત કોષોને સીધા જ મારી નાખે છે, જ્યારે સહાયક ટી-કોષો અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરીને અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રિત કરીને કાર્ય કરે છે.

રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા એ શરીરની જટિલ અને ગતિશીલ રક્ષા પ્રણાલી છે જેમાં સહજ અને અનુકૂલનશીલ એમ બે પ્રકારની પ્રતિક્રિયાઓ શામેલ છે. સહજ પ્રતિક્રિયા ઝડપી અને બિન-વિશિષ્ટ હોય છે, જ્યારે અનુકૂલનશીલ પ્રતિક્રિયા ધીમી, વધુ શક્તિશાળી, વિશિષ્ટ અને રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ બનાવનારી હોય છે. આ બંને પ્રતિક્રિયાઓ એકબીજા સાથે સહકાર સાધીને કાર્ય કરે છે અને શરીરને રોગો અને સંક્રમણોથી બચાવે છે. આગળ આપણે હ્યુમરલ અને કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેના તફાવતો અને તેમના કાર્યોને વધુ ઊંડાણપૂર્વક સમજીશું.

1.5. હ્યુમરલ અને કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Humoral and Cell-Mediated Immunity) :

અગાઉના મુદ્દાઓમાં આપણે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના બે વ્યાપક પ્રકારો, સહજ (Innate) અને અનુકૂલનશીલ (Adaptive) રોગપ્રતિકારક શક્તિની ચર્ચા કરી. અનુકૂલનશીલ પ્રતિભાવ એ એક અત્યાધુનિક અને લક્ષિત પ્રતિરક્ષા પૂરી પાડે છે જે સમય જતાં સુધરે છે અને તે રોગપ્રતિકારક મેમરી બનાવે છે. આ અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક શક્તિને વધુ બે વિશિષ્ટ શાખાઓમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે : હ્યુમરલ (Humoral) અને કોષ-મધ્યસ્થી (Cell-Mediated) રોગપ્રતિકારક શક્તિ. આ બંને શાખાઓ અત્યંત સંકળાયેલી છે અને શરીરને વિવિધ રોગો અને સંક્રમણોથી બચાવવા માટે એકીકૃત રીતે કાર્ય કરે છે.

1. હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Humoral Immunity) :

આ પ્રકારની રોગપ્રતિકારક શક્તિનું નામ 'હ્યુમર' પરથી પડ્યું છે, જેનો પ્રાચીન અર્થ થાય છે 'શરીરનું પ્રવાહી'. કારણ કે આ પ્રતિક્રિયામાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવતા ઘટકો, એન્ટિબોડીઝ, રુધિર અને લસિકા જેવાં શરીરના પ્રવાહીમાં જોવા મળે છે.

- **મુખ્ય ઘટક :** એન્ટિબોડીઝ (Antibodies), જે બી-લિમ્ફોસાઇટ્સ (B-lymphocytes) અથવા બી-કોષો (B-cells) દ્વારા ઉત્પાદિત દ્રાવ્ય પ્રોટીન છે.
- **કાર્યપદ્ધતિ :** જ્યારે બી-કોષો તેમની સપાટી પરના રીસેપ્ટર્સ દ્વારા ચોક્કસ એન્ટિજેન (Antigen) - જે કોઈપણ પદાર્થ હોઈ શકે છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને ઉત્તેજિત કરી શકે છે, જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અથવા તેના ઝેરને ઓળખે છે, ત્યારે તેઓ સક્રિય થાય છે. આ સક્રિયકરણ તેમને મોટા, વિશિષ્ટ એન્ટિબોડી-ઉત્પાદક કોષોમાં વિભાજીત અને પરિપક્વ થવા માટે પ્રેરિત કરે છે જેને પ્લાઝમા કોષો (Plasma cells) કહેવામાં આવે છે. પ્લાઝમા કોષો પછી મોટી માત્રામાં એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે અને સ્ત્રાવ કરે છે જે તે ચોક્કસ એન્ટિજેન સાથે ઉચ્ચ આકર્ષણ સાથે જોડાઇ શકે છે.
- **લક્ષ્ય :** હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક શક્તિ મુખ્યત્વે શરીરના પ્રવાહીમાં ફરતા બાહ્યકોષીય (Extracellular) લક્ષ્યો સામે નિર્દેશિત થાય છે. જેમાં રોગકારક જીવાણુઓ, વાયરલ કણો અને ઝેર શામેલ છે.
- **મુખ્ય કાર્યો :** એન્ટિબોડીઝ તેમના લક્ષ્યોને નિષ્ક્રિય કરવા અને દૂર કરવા માટે ઘણી પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે:
  - **તટસ્થીકરણ (Neutralization) :** એન્ટિબોડીઝ રોગકારક જીવાણુઓના મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગો સાથે જોડાઈને કોષોમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે અને તેમના ઝેરને નિષ્ક્રિય કરે છે.
  - **ઓપ્સોનાઇઝેશન (Opsonization) :** એન્ટિબોડીઝ રોગકારક જીવાણુઓની સપાટીને 'કોટ' કરી ફેગોસાઇટ્સ માટે તેમનો નાશ કરવાનું સરળ બનાવે છે.
  - **પૂરક પ્રણાલીનું સક્રિયકરણ (Complement Activation) :** એન્ટિબોડીઝ પૂરક પ્રણાલીને સક્રિય કરે છે, જે રોગકારક જીવાણુઓના પટલમાં છિદ્રો બનાવીને તેમનો નાશ કરે છે.

2. કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Cell-Mediated Immunity) :

જ્યારે હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક શક્તિ એન્ટિબોડીઝ દ્વારા સંચાલિત થાય છે, કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ટી-લિમ્ફોસાઇટ્સ (T-lymphocytes) અથવા ટી-કોષો (T-cells) પર આધાર રાખે છે.

- **મુખ્ય ઘટક :** ટી-કોષો (T-cells) મુખ્ય બે પ્રકારના હોય છે. આ સહાયક ટી-કોષો (Helper T-cells - CD4+) અને સાયટોટોક્સિક ટી-કોષો (Cytotoxic T-cells - CD8+).
- **કાર્યપદ્ધતિ :** ટી-કોષો તેમની સપાટી પર ટી-કોષ રીસેપ્ટર્સ (T-cell Receptors - TCRs) ધરાવે છે જે ચોક્કસ એન્ટિજેન્સને ઓળખી શકે છે, પરંતુ એ માત્ર ત્યારે જ જ્યારે તે

એન્ટિજેન્સ MHC (Major Histocompatibility Complex) અણુઓ સાથે જોડાયેલા હોય.

- **સહાયક ટી-કોષો:** અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે અને સમગ્ર પ્રતિક્રિયાને સંકલન કરે છે. તેઓ સાયટોકાઇન્સ (Cytokines) મુક્ત કરે છે.
- **સાયટોટોક્સિક ટી-કોષો :** સીધા જ સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરના કોષોને શોધી અને નાશ કરે છે.

- **લક્ષ્ય :** કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ મુખ્યત્વે અંતઃકોષીય (Intracellular) લક્ષ્યો સામે નિર્દેશિત થાય છે, વાયરસથી સંક્રમિત કોષો, કેન્સરના કોષો અને અંતઃકોષીય બેક્ટેરિયા તેમાં શામેલ છે.
- **મુખ્ય કાર્યો :**
  - **સંક્રમિત કોષોનો નાશ :** સાયટોટોક્સિક ટી-કોષો સંક્રમિત કોષોને ઓળખીને રોગકારક જીવાણુઓના ફેલાવાને અટકાવે છે.
  - **રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાનું નિયમન :** સહાયક ટી-કોષો સાયટોકાઇન્સ દ્વારા રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને સક્રિય કરે છે, સંકલન કરે છે અને નિયંત્રિત કરે છે.
  - **કેન્સરના કોષોનો નાશ :** ટી-કોષો કેન્સરના કોષોને પણ ઓળખીને તેમનો નાશ કરી શકે છે.

હ્યુમરલ અને કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેનો તફાવત :

લક્ષણ	**હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક શક્તિ**	**કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ**
મુખ્ય ઘટક	એન્ટિબોડીઝ (બી-કોષો)	ટી-કોષો (સહાયક અને સાયટોટોક્સિક)
લક્ષ્ય	બાહ્યકોષીય રોગકારક જીવાણુઓ, ઝેર	અંતઃકોષીય રોગકારક જીવાણુઓ, સંક્રમિત કોષો, કેન્સરના કોષો
કાર્યપદ્ધતિ	એન્ટિબોડીઝ દ્વારા તટસ્થીકરણ, ઓપ્સોનાઇઝેશન, પૂરક સક્રિયકરણ	ટી-કોષો દ્વારા સીધો કોષ નાશ, સાયટોકાઇન્સ દ્વારા પ્રતિક્રિયાનું નિયમન

સહકાર અને સંકલન :

હ્યુમરલ અને કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિઓ અલગ રીતે કાર્ય કરતી નથી, પરંતુ મોટાભાગના રોગો સામે અસરકારક પ્રતિરક્ષા માટે બંને શાખાઓ વચ્ચે ગાઢ સહકાર અને સંકલન જરૂરી છે. સહાયક ટી-કોષો દ્વારા ઉત્પાદિત સાયટોકાઇન્સ બી-કોષોને એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવામાં અને સાયટોટોક્સિક ટી-કોષોને સક્રિય કરવામાં મદદ કરે છે. બીજી તરફ એન્ટિબોડીઝ ફેગોસાઇટોસિસને વધારી શકે છે, જે કોષ-મધ્યસ્થી પ્રતિરક્ષામાં મદદ કરે છે.

હ્યુમરલ અને કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના બે અત્યંત વિશિષ્ટ અને શક્તિશાળી શસ્ત્રો છે. હ્યુમરલ પ્રતિરક્ષા એન્ટિબોડીઝનો ઉપયોગ કરીને શરીરના પ્રવાહીમાં બાહ્યકોષીય જોખમો સામે લડે છે, જ્યારે કોષ-મધ્યસ્થી પ્રતિરક્ષા ટી-કોષોનો ઉપયોગ કરીને કોષોની અંદર છુપાયેલા ખતરાઓને શોધી કાઢે છે અને દૂર કરે છે. આ

બંને શાખાઓ એકબીજા સાથે સહકાર સાધીને કાર્ય કરે છે અને શરીરને રોગો અને સંક્રમણોની વિશાળ શ્રેણી સામે વ્યાપક અને અસરકારક સુરક્ષા પ્રદાન કરે છે.

1.6. ઈમ્યુનોલોજીનો સંક્ષિપ્ત ઈતિહાસ (Brief History of Immunology) :

આજે આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિને જે રીતે સમજીએ છીએ તે સદીઓના સંશોધનનું પરિણામ છે. ઈમ્યુનોલોજી (Immunology) એટલે કે રોગપ્રતિકારક શક્તિના અભ્યાસનું વિજ્ઞાન, પ્રમાણમાં નવું ક્ષેત્ર હોવા છતાં તેની શરૂઆત ઘણી પ્રાચીનકાળમાં થયેલી માન્યતાઓ અને અવલોકનોમાં શોધી શકાય છે. ચાલો, ઈમ્યુનોલોજીના ઇતિહાસની મુખ્ય ઘટનાઓનો અભ્યાસ કરીએ.

પ્રારંભિક અવલોકનો અને માન્યતાઓ :

- 430 ઈ.પૂ: . ગ્રીક ઇતિહાસકાર થ્યુસિડાઇડ્સ)Thucydides) એથેન્સમાં પ્લેગના રોગચાળા દરમિયાન નોંધ્યું હતું કે, જે લોકો એકવાર આ રોગમાંથી સાજા થઇ ગયા ,તેઓ ફરીથી આ રોગનો ભોગ બનતા નહોતા .આ રોગપ્રતિકારક શક્તિની સ્મૃતિનો કદાચ સૌપ્રથમ નોંધાયેલો ઉલ્લેખ છે.

- **10મી સદી :** ચીની અને તુર્કી ચિકિત્સકોએ વેરિઓલેશન (Variolation) નામની પ્રથાનો ઉપયોગ કરવાનું શરૂ કર્યું, જેમાં શીતળા (Smallpox)ના હળવા કિસ્સામાંથી સામગ્રી (પસ અથવા પોપડા)ને સ્વસ્થ વ્યક્તિઓમાં દાખલ કરવામાં આવતી હતી જેથી તેમને ગંભીર રોગથી બચાવી શકાય. આ પ્રક્રિયા જોખમી હોવા છતાં તે રસીકરણનો પાયો નાખવામાં મદદ કરી.

રસીકરણની શરૂઆત અને સૂક્ષ્મ જીવવિજ્ઞાનનો ઉદય :

- **1796 :** અંગ્રેજી ચિકિત્સક એડવર્ડ જેનરે (Edward Jenner) શીતળા સામે રસીકરણનો પાયો નાખ્યો. તેમણે નોંધ્યું કે, જે ગોવાળોને કાઉપોક્સ (Cowpox) થયો હોય તેઓ શીતળા સામે પ્રતિરોધક હતા. તેમણે કાઉપોક્સ વાયરસ ધરાવતી સામગ્રીનો ઉપયોગ કરીને એક બાળકને રસી આપી અને પછી તેને શીતળાના વાયરસના સંપર્કમાં મૂક્યો. બાળકને શીતળા થયો નહીં, જે રસીકરણની સફળતાનો પ્રથમ વૈજ્ઞાનિક પુરાવો હતો.
- **19મી સદીનો મધ્યભાગ :** લુઈ પાશ્ચર (Louis Pasteur) એ સૂક્ષ્મજીવવિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં મહત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું. તેમણે દર્શાવ્યું કે, રોગો સૂક્ષ્મજીવોને કારણે થાય છે અને નબળા પડેલા (Attenuated) સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ રસી તરીકે થઈ શકે છે. તેમણે કોલેરા, એન્થ્રેક્સ અને હડકવા સામે રસીઓ વિકસાવી.
- **1881 :** લુઈ પાશ્ચરે એન્થ્રેક્સ (Anthrax) સામે રસી વિકસાવી અને સફળતાપૂર્વક તેનું પરીક્ષણ કર્યું, જેણે રસીકરણના સિદ્ધાંતોને વધુ મજબૂત બનાવ્યા.

- **1885 :** લુઈ પાશ્વરે હડકવા (Rabies) સામે રસી વિકસાવી અને તેનો સફળતાપૂર્વક ઉપયોગ કર્યો.

રોગપ્રતિકારક શક્તિના કોષીય અને હ્યુમરલ સિદ્ધાંતો :

- **1883 :** એલી મેચ્નિકોફે (Elie Metchnikoff) ફેગોસાઇટોસિસ (Phagocytosis)ની શોધ કરી, જેમાં અમુક કોષો (ફેગોસાઇટ્સ) સૂક્ષ્મજીવો અને અન્ય અજાણ્યા પદાર્થોને (મૃત કોષો, કોષીય કાટમાળ, અને હાનિકારક ઘટકો) ઘેરી લે છે અને તેમનો નાશ કરે છે. આ શોધે કોષીય રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Cellular Immunity)ના સિદ્ધાંતનો પાયો નાખ્યો.
- **1890 :** એમિલ વોન બેહરિંગ (Emil von Behring) અને શિબા-સાબુરો કિતાસાટો (Shibasaburo Kitasato) એ શોધ્યું કે, ડિપ્થેરિયા (Diphtheria) અને ટિટાનસ (Tetanus) થી સાજા થયેલા પ્રાણીઓના સીરમ (Serum) માં એવા પદાર્થો (જેને પાછળથી એન્ટિબોડીઝ તરીકે ઓળખવામાં આવ્યા) હોય છે જે રોગકારક જીવાણુઓના ઝેરને નિષ્ક્રિય કરી શકે છે. આ શોધે હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Humoral Immunity)ના સિદ્ધાંતનો પાયો નાખ્યો.

20મી સદી અને આધુનિક ઇમ્યુનોલોજી:

- **1900 :** કાર્લ લેન્ડસ્ટીનર (Karl Landsteiner) એ માનવ રક્ત જૂથો (ABO Blood Groups)ની શોધ કરી, જેણે રુધિર તબદિલી (Blood Transfusion) અને પ્રત્યારોપણ (Transplantation)ના ક્ષેત્રમાં ક્રાંતિ લાવી.
- **1950ના દાયકા :** ફ્રેન્ક મેકફાર્લેન બર્નેટ (Frank Macfarlane Burnet) અને પીટર મેડવાર (Peter Medawar) એ ક્લોનલ સિલેક્શન થિયરી (Clonal Selection Theory) પ્રસ્તાવિત કરી, જે સમજાવે છે કે કેવી રીતે રોગપ્રતિકારક શક્તિ ચોક્કસ એન્ટિજેન્સને ઓળખે છે અને તેનો પ્રતિભાવ આપે છે.
- **1959 :** જેમ્સ ગોવાન્સે (James Gowans) દર્શાવ્યું કે, લિમ્ફોસાઇટ્સ (Lymphocytes) સતત રુધિર અને લસિકા પેશીઓ વચ્ચે ફરતા રહે છે.
- **1960 અને 1970ના દાયકા :** રોડની પોર્ટર (Rodney Porter) અને ગેરાલ્ડ એડલમેન (Gerald Edelman) એ એન્ટિબોડીઝની રચના શોધી કાઢી. આ સમયગાળા દરમિયાન ટી-કોષો અને બી-કોષોના કાર્યો પણ સ્પષ્ટ થયા.
- **1975 :** જ્યોર્જ કોહલર (Georges Köhler) અને સીઝર મિલ્સ્ટીન (César Milstein) એ મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડીઝ (Monoclonal Antibodies) ઉત્પન્ન કરવાની તકનીક વિકસાવી, જેણે સંશોધન અને નિદાનમાં ક્રાંતિ લાવી.
- **1980 અને 1990ના દાયકામાં:** HIV વાયરસ, જે એઇડ્સ (AIDS) રોગનું કારણ બને છે, તેની શોધ થઈ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ પર તેની અસરોનો અભ્યાસ કરવામાં આવ્યો. આ સમયગાળા દરમિયાન સાયટોકાઇન્સ (Cytokines), MHC (Major Histocompatibility Complex) અણુઓ અને ટી-કોષ રીસેપ્ટર્સ (T-cell Receptors)ની શોધ પણ થઈ.

21મી સદી :

- **આજે :** ઈમ્યુનોલોજી એ અત્યંત ઝડપથી વિકાસ પામતું ક્ષેત્ર છે. નવી શોધો રોગપ્રતિકારક શક્તિની જટિલતાઓને વધુ સ્પષ્ટ કરી રહી છે અને કેન્સર, સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો, એલર્જી અને ચેપી રોગો જેવી વિવિધ બીમારીઓની સારવાર માટે નવી ઈમ્યુનોથેરાપી વિકસાવવામાં મદદ કરી રહી છે. ઈમ્યુનોલોજીનો ઇતિહાસ એ વૈજ્ઞાનિક જિજ્ઞાસા, અવલોકન અને પ્રયોગોની સદીઓની યાત્રા છે. પ્રાચીન ગ્રીસના અવલોકનોથી લઈને આધુનિક સમયની અત્યાધુનિક તકનીકો સુધી ઈમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં થયેલી પ્રગતિએ આપણને રોગપ્રતિકારક શક્તિને વધુ સારી રીતે સમજવામાં અને માનવ સ્વાસ્થ્યને સુધારવા માટે નવી રીતો શોધવામાં મદદ કરી છે. આ ક્ષેત્ર સતત વિકાસ પામી રહ્યું છે અને ભવિષ્યમાં પણ માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે મહત્ત્વપૂર્ણ શોધો કરવાનું ચાલુ રાખશે તેવી અપેક્ષા છે.

1.7. રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને અન્ય શારીરિક પ્રણાલીઓ વચ્ચેનો સંબંધ (Relationship between the Immune System and Other Body Systems) :

રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Immune System) એ શરીરની એક સ્વતંત્ર પ્રણાલી નથી, પરંતુ તે શરીરની અન્ય પ્રણાલીઓ સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયેલી છે અને તેમની સાથે સતત સંવાદ અને સહકાર સાધે છે. આ આંતરસંબંધો શરીરના સંતુલન અને સ્વાસ્થ્યને જાળવવા માટે અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે. હવે રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને શરીરની અન્ય મુખ્ય પ્રણાલીઓ વચ્ચેના જટિલ સંબંધો વિશે અભ્યાસ કરીએ.

1. રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને ચેતાતંત્ર (Immune System and Nervous System) :

- **સંબંધ :** રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને ચેતાતંત્ર વચ્ચે દ્વિ-માર્ગીય સંચાર (Bidirectional Communication) અસ્તિત્વ ધરાવે છે. મગજ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ સાયટોકાઇન્સ, હોર્મોન્સ અને ન્યુરોટ્રાન્સમીટર જેવાં રાસાયણિક સંદેશવાહકો દ્વારા એકબીજા સાથે વાતચીત કરે છે.
- **ઉદાહરણ :**
  - તણાવ રોગપ્રતિકારક શક્તિને નબળી બનાવી શકે છે. જ્યારે આપણે તણાવમાં હોઈએ છીએ, ત્યારે આપણું મગજ કોર્ટિસોલ જેવા હોર્મોન્સ મુક્ત કરે છે, જે રોગપ્રતિકારક કોષોની પ્રવૃત્તિને દબાવી શકે છે.
  - બીજી તરફ રોગપ્રતિકારક કોષો દ્વારા ઉત્પાદિત સાયટોકાઇન્સ મગજને અસર કરી શકે છે અને વર્તન, મૂડ અને ઊંઘમાં ફેરફાર લાવી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે આપણને કોઈ ચેપ લાગે છે ત્યારે સાયટોકાઇન્સ આપણને થાક અને સુસ્તીનો અનુભવ કરાવે છે, જે આપણને આરામ કરવા અને સાજા થવા માટે પ્રોત્સાહિત કરે છે.

2. રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને અંતઃસ્ત્રાવી પ્રણાલી (Immune System and Endocrine System) :

- **સંબંધ :** અંતઃસ્ત્રાવી પ્રણાલી હોર્મોન્સ ઉત્પન્ન કરે છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિના કાર્યને નિયંત્રિત કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. રોગપ્રતિકારક કોષોમાં હોર્મોન્સ માટે રીસેપ્ટર્સ હોય છે અને તેઓ હોર્મોન સ્તરોમાં થતાં ફેરફારો પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય છે.
- **ઉદાહરણ :**
    - સ્ત્રીઓમાં એસ્ટ્રોજન જેવા સેક્સ હોર્મોન્સ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને પ્રભાવિત કરી શકે છે.
    - થાઇરોઇડ હોર્મોન્સ રોગપ્રતિકારક કોષોના વિકાસ અને કાર્યને અસર કરે છે.
    - ગ્લુકોકોર્ટિકોઇડ્સ જેમ કે કોર્ટિસોલ, શક્તિશાળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ દબાવનારા છે અને તેનો ઉપયોગ સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો અને એલર્જીની સારવાર માટે થાય છે.

3. રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને પાચનતંત્ર (Immune System and Digestive System) :

- **સંબંધ :** પાચનતંત્ર એ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે. આંતરડામાં મોટી સંખ્યામાં રોગપ્રતિકારક કોષો હોય છે અને તે શરીર અને બાહ્ય વાતાવરણ વચ્ચે એક મહત્ત્વપૂર્ણ અવરોધ બનાવે છે. આંતરડામાં રહેલા સૂક્ષ્મજીવો (Gut Microbiota) રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિકાસ અને કાર્યમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- **ઉદાહરણ :**
    - આંતરડામાં રહેલા ફાયદાકારક બેક્ટેરિયા રોગપ્રતિકારક શક્તિને તાલીમ આપવામાં મદદ કરે છે અને હાનિકારક રોગકારક જીવાણુઓ સામે રક્ષણ આપે છે.
    - આંતરડાની બળતરા રોગપ્રતિકારક શક્તિને નકારાત્મક રીતે અસર કરી શકે છે અને ક્રોહન રોગ (Crohn's Disease) અને અલ્સેરેટિવ કોલાઇટિસ (Ulcerative Colitis) જેવાં રોગો તરફ દોરી શકે છે.
    - આહાર રોગપ્રતિકારક શક્તિને નોંધપાત્ર રીતે અસર કરી શકે છે. પોષકતત્વોથી ભરપૂર આહાર રોગપ્રતિકારક શક્તિને મજબૂત બનાવે છે, જ્યારે કુપોષણ રોગપ્રતિકારક શક્તિને નબળી બનાવી શકે છે.

4. રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને શ્વસનતંત્ર (Immune System and Respiratory System) :

- **સંબંધ :** શ્વસનતંત્ર એ રોગકારક જીવાણુઓના પ્રવેશ માટેનું મુખ્ય માર્ગ છે. ફેફસામાં રોગપ્રતિકારક કોષોનો સમૃદ્ધ પુરવઠો હોય છે જે હવા દ્વારા ફેલાતા રોગકારક જીવાણુઓ સામે રક્ષણ આપે છે.
- **ઉદાહરણ :**
    - ફેફસામાં રહેલા મેક્રોફેજ શ્વાસમાં લેવાયેલા ધૂળના કણો, પ્રદૂષકો અને રોગકારક જીવાણુઓને ઘેરી લે છે અને તેનો નાશ કરે છે.
    - ખાંસી અને છીંક આવવી એ રક્ષણાત્મક પ્રતિક્રિયાઓ છે જે શ્વસન માર્ગમાંથી રોગકારક જીવાણુઓને બહાર કાઢવામાં મદદ કરે છે.

- ○ શ્વસનતંત્રના રોગો, જેમ કે અસ્થમા અને COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease), રોગપ્રતિકારક શક્તિની ખામીઓ સાથે સંકળાયેલા હોઈ શકે છે.

5. રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને રુધિરાભિસરણ તંત્ર (Immune System and Circulatory System) :

- **સંબંધ :** રુધિરાભિસરણ તંત્ર રોગપ્રતિકારક કોષો અને એન્ટિબોડીઝને સમગ્ર શરીરમાં પરિવહન કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. રુધિર વાહિનીઓ રોગપ્રતિકારક કોષોને ચેપ અથવા ઈજાના સ્થળે પહોંચવા દે છે.
- **ઉદાહરણ :**
    - ○ સોજા (Inflammation) દરમિયાન રક્ત વાહિનીઓ પહોળી થાય છે અને વધુ અભેદ્ય (Permeable) બને છે, જેનાથી રોગપ્રતિકારક કોષો અને પ્રવાહી પેશીઓમાં પ્રવેશી શકે છે અને રોગકારક જીવાણુઓ સામે લડી શકે છે.
    - ○ રુધિરાભિસરણ તંત્રના રોગો, જેમ કે એથરોસ્ક્લેરોસિસ (Atherosclerosis), રોગપ્રતિકારક શક્તિને નકારાત્મક રીતે અસર કરી શકે છે.

રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ શરીરની એક જટિલ અને ગતિશીલ પ્રણાલી છે જે અન્ય શારીરિક પ્રણાલીઓ સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયેલી છે. આ આંતરસંબંધો શરીરના સ્વાસ્થ્ય અને સંતુલન જાળવવા માટે અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને અન્ય પ્રણાલીઓ વચ્ચેનો સંવાદ શરીરને રોગો અને સંક્રમણો સામે લડવા, ઈજાઓમાંથી સાજા થવા અને એકંદર સુખાકારી જાળવવામાં મદદ કરે છે. આ સંબંધોને વધુ સારી રીતે સમજવાથી આપણને રોગોના નિવારણ અને સારવાર માટે નવી અને વધુ અસરકારક રીતો શોધવામાં મદદ મળશે.

1.8. સારાંશ :

આ એકમમાં આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિવિધ પાસાઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિની વ્યાખ્યા સમજી - શરીરની એવી ક્ષમતા જે તેને રોગો અને સંક્રમણોથી બચાવે છે. ત્યારબાદ, તેના મહત્ત્વ પર પ્રકાશ પાડ્યો, જે માત્ર રોગો સામે લડવા પૂરતું મર્યાદિત ન રહીને સંપૂર્ણ સ્વાસ્થ્ય અને સુખાકારી માટે પણ અત્યંત જરૂરી છે.

રોગપ્રતિકારક શક્તિના ઘટકોની ચર્ચામાં આપણે જોયું કે આ પ્રણાલી વિવિધ અંગો, પેશીઓ અને કોષોનો સમૂહ છે જે સહકારથી કાર્ય કરે છે. પ્રાથમિક લસિકા અંગો (અસ્થિ મજ્જા અને થાઇમસ) રોગપ્રતિકારક કોષોનું ઉત્પાદન અને પ્રારંભિક પરિપક્વતા કરે છે, જ્યારે દ્વિતીયક લસિકા અંગો (લસિકા ગાંઠો, બરોળ, MALT) પરિપક્વ કોષોને એકત્ર કરી રોગકારક જીવાણુઓ સામે પ્રતિક્રિયા શરૂ કરે છે. ફેગોસાઇટ્સ, લિમ્ફોસાઇટ્સ (બી-કોષો અને ટી-કોષો), NK કોષો અને માસ્ટ કોષો જેવાં વિવિધ પ્રકારના કોષો પોતપોતાની વિશિષ્ટ ભૂમિકા ભજવે છે.

રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના સહજ (Innate) અને અનુકૂલનશીલ (Adaptive)ની કાર્યપદ્ધતિ બે મુખ્ય પ્રકારો વિશે માહિતી મેળવી. આ સહજ પ્રતિક્રિયા ઝડપી અને બિન-વિશિષ્ટ પ્રતિભાવ આપે છે, જ્યારે અનુકૂલનશીલ પ્રતિક્રિયા ધીમી, વધુ શક્તિશાળી, વિશિષ્ટ હોય છે અને રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ બનાવે છે. અનુકૂલનશીલ પ્રતિક્રિયાના બે પેટા પ્રકારો, હ્યુમરલ (Humoral) અને કોષ-મધ્યસ્થી (Cell-Mediated) રોગપ્રતિકારક શક્તિ, અનુક્રમે એન્ટિબોડીઝ અને ટી-કોષો દ્વારા કાર્ય કરે છે. તેમનું કાર્યક્ષેત્ર અનુક્રમે બાહ્યકોષીય અને અંતઃકોષીય રોગકારક જીવાણુઓ અને સંક્રમિત કોષો/કેન્સર કોષો છે.

ઈમ્યુનોલોજીના ઇતિહાસની સંક્ષિપ્ત માહિતી મેળવી, જેમાં પ્રાચીન અવલોકનો, રસીકરણની ક્રાંતિકારી શોધ અને આધુનિક ઈમ્યુનોથેરાપી સુધીની મહત્ત્વની બાબતોનો અભ્યાસ કર્યો. અંતમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને શરીરની અન્ય પ્રણાલીઓ (ચેતાતંત્ર, અંતઃસ્ત્રાવી, પાચન, શ્વસન અને રુધિરાભિસરણ તંત્ર) વચ્ચેના જટિલ અને ગતિશીલ સંબંધો પર પ્રકાશ પાડવામાં આવ્યો. આ આંતરસંબંધો શરીરના સંતુલન, સ્વાસ્થ્ય અને રોગપ્રતિકારક શક્તિની કાર્યક્ષમતા માટે અત્યંત આવશ્યક છે. આ એકમ દ્વારા પ્રાપ્ત કરેલ સમજણ આપણને રોગોના નિવારણ અને સારવાર માટે નવી દિશાઓ શોધવામાં ચોક્કસ મદદ કરશે.

1.9. સ્વાધ્યાય :

MCQ (બહુવિકલ્પી પ્રશ્નો) :

1. રોગપ્રતિકારક શક્તિનું મુખ્ય કાર્ય શું છે?
   a) ખોરાકનું પાચન કરવું b) શરીરને રોગોથી બચાવવું
   c) રુધિરનું પરિભ્રમણ કરવું d) ઓક્સિજનનું પરિવહન કરવું
2. નીચેનામાંથી કયું રોગપ્રતિકારક શક્તિનું પ્રાથમિક લસિકા અંગ નથી?
   a) અસ્થિ મજ્જા b) થાઇમસ c) બરોળ d) યકૃત
3. એન્ટિબોડીઝ કયા કોષો દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે?
   a) ટી-કોષો b) બી-કોષો c) મેક્રોફેજ d) ન્યુટ્રોફિલ્સ
4. કઈ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા ઝડપી અને બિન-વિશિષ્ટ હોય છે?
   a) સહજ b) અનુકૂલનશીલ c) હ્યુમરલ d) કોષ-મધ્યસ્થી
5. નીચેનામાંથી કયું ફેગોસાઇટ નથી?
   a) ન્યુટ્રોફિલ્સ b) મેક્રોફેજ c) ડેન્ડ્રિટિક કોષો d) લિમ્ફોસાઇટ્સ
6. વાયરસથી સંક્રમિત કોષોને મારવા માટે કયા કોષો જવાબદાર છે?
   a) સહાયક ટી-કોષો b) સાયટોટોક્સિક ટી-કોષો c) બી-કોષો d) માસ્ટ કોષો
7. કઈ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ બનાવે છે?
   a) સહજ b) અનુકૂલનશીલ c) ભૌતિક d) રાસાયણિક
8. એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓમાં કયા કોષો મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે?
   a) ન્યુટ્રોફિલ્સ b) મેક્રોફેજ c) માસ્ટ કોષો અને બેસોફિલ્સ d) ટી-કોષો
9. કયા વૈજ્ઞાનિકે ફેગોસાઇટોસિસની શોધ કરી હતી?

a) એડવર્ડ જેનર b) લુઈ પાશ્ચર c) એલી મેચ્નિકોફે d) રોબર્ટ કોચ

10. નીચેનામાંથી કઈ પ્રણાલી રોગપ્રતિકારક શક્તિ સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયેલી નથી?

    a) ચેતાતંત્ર b) અંતઃસ્ત્રાવી પ્રણાલી c) પાચનતંત્ર d) કંકાલતંત્ર

જવાબો: 1-b, 2-c, 3-b, 4-a, 5-d, 6-b, 7-b, 8-c, 9-c, 10-d

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. રોગપ્રતિકારક શક્તિની વ્યાખ્યા આપો.
2. સહજ અને અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેનો મુખ્ય તફાવત શું છે?
3. ફેગોસાઇટોસિસ એટલે શું?
4. એન્ટિબોડીઝના મુખ્ય કાર્યો શું છે?
5. થાઇમસનું કાર્ય શું છે?
6. લસિકા ગાંઠોનું કાર્ય શું છે?
7. સાયટોટોક્સિક ટી-કોષોનું કાર્ય શું છે?
8. રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ એટલે શું?
9. તટસ્થીકરણ (Neutralization) એટલે શું?
10. ઓપ્સોનાઇઝેશન (Opsonization) એટલે શું?

વિસ્તૃત પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિવિધ ઘટકોનું વર્ણન કરો અને તેના કાર્યો સમજાવો.
2. સહજ અને અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે વિગતવાર સમજાવો.
3. હ્યુમરલ અને કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેનો તફાવત સ્પષ્ટ કરો અને બંનેના કાર્યોનું વર્ણન કરો.
4. ઈમ્યુનોલોજીના ઇતિહાસમાં થયેલી મુખ્ય શોધો અને સિદ્ધિઓનું વર્ણન કરો.
5. રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને શરીરની અન્ય ચાર પ્રણાલીઓ (ચેતાતંત્ર, અંતઃસ્ત્રાવી પ્રણાલી, પાચનતંત્ર, શ્વસનતંત્ર) વચ્ચેના સંબંધો ઉદાહરણો સાથે સમજાવો.

સહજ પ્રતિરક્ષા (Innate Immunity) 2

2.1 પ્રસ્તાવના

2.2 શારીરિક અને રાસાયણિક અવરોધો

2.3 ફેગોસાયટીક કોષો : ન્યુટ્રોફિલ્સ, મેક્રોફેજેસ, ડેંડ્રાઈટિક કોષો

2.4 નેચરલ કિલર (NK) કોષો અને તેમની ભૂમિકા

2.5 પૂરક પ્રણાલી

2.6 શોથ અને તેના તબક્કાઓ

2.7 એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ

2.8 સારાંશ

2.9 સ્વાધ્યાય

2.1. પ્રસ્તાવના :

મિત્રો, આપણા શરીરની અંદર એક અદ્દભૂત અને જટિલ પ્રણાલી કાર્ય કરે છે જે આપણને રોગકારક જીવોના સતત હુમલાઓથી રક્ષણ આપે છે. આ પ્રણાલી જેને આપણે 'પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી' (immune system) તરીકે ઓળખીએ છીએ, જે મુખ્ય બે શાખાઓ ધરાવે છે: સહજ પ્રતિરક્ષા (innate immunity) અને અનુકૂલનશીલ પ્રતિરક્ષા (adaptive immunity). આ એકમમાં આપણે સહજ પ્રતિરક્ષા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે શરીરની પ્રથમ અને સૌથી ઝડપી પ્રતિક્રિયા કરનારી રક્ષણાત્મક હરોળ છે.

કલ્પના કરો કે, આપણું શરીર એક કિલ્લો છે અને રોગકારક જીવો જેમ કે, બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને ફૂગ બહારના દુશ્મનો છે જે કિલ્લામાં પ્રવેશવાનો પ્રયાસ કરી રહ્યા છે. સહજ પ્રતિરક્ષા એ કિલ્લાની દીવાલો ખાઈ અને પહેરા ભરનારા સૈનિકો સમાન છે. તે દુશ્મનોને કિલ્લામાં પ્રવેશતા અટકાવવા માટે અને જો તેઓ પ્રવેશી જાય તો તેને ઝડપથી શોધી કાઢીને નષ્ટ કરવા માટે સતત કાર્યરત રહે છે.

આ એકમમાં આપણે સહજ પ્રતિરક્ષાના વિવિધ પાસાઓનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે શીખીશું કે કેવી રીતે શારીરિક અને રાસાયણિક અવરોધો જેમ કે ચામડી અને શ્વસનતંત્રના શ્લેષ્મ સ્તર, રોગકારક જીવોને શરીરમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે. આપણે ફેગોસાયટીક કોષો, જેમ કે ન્યુટ્રોફિલ્સ,

મેક્રોફેજેસ અને ડેંડ્રાઇટિક કોષો વિશે પણ જાણીશું, જે શત્રુઓને શોધીને ગળી જાય છે અને નષ્ટ કરે છે.

આ ઉપરાંત આપણે પ્રાકૃતિક કિલર (NK) કોષોની ભૂમિકા શોધીશું, જે વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરના કોષોને ઓળખીને નાશ કરે છે. આપણે પૂરક પ્રણાલી (complement system) નામની એક જટિલ પ્રણાલીનો પણ અભ્યાસ કરીશું, જે રક્તમાં ફરતા પ્રોટીનનો સમૂહ છે અને રોગકારક જીવોનો નાશ કરવામાં મદદ કરે છે.

આપણે શીખીશું કે કેવી રીતે સોજો (inflammation), જે લાલાશ, ગરમી, દુખાવો અને સોજા દ્વારા પ્રગટ થાય છે, તે ઇજા અને ચેપના પ્રતિભાવમાં શરીરની મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રતિક્રિયા છે. અંતે, આપણે એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ (antimicrobial peptides) વિશે જાણીશું, જે નાના અણુઓ છે જે રોગકારક જીવોના કોષ પટલને નુકસાન પહોંચાડીને તેને નષ્ટ કરે છે.

આ એકમ સહજ પ્રતિરક્ષાના મુખ્ય સિદ્ધાંતોને સરળ ભાષામાં સમજાવવાનો પ્રયાસ કરીશું. મને આશા છે કે, આ એકમ તમને તમારા શરીરની અદ્દભૂત રક્ષણાત્મક શક્તિઓને સમજવામાં અને પ્રશંસા કરવામાં મદદ કરશે.

પરિચય :

સહજ રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ જીવોમાં જન્મજાત રીતે હાજર રક્ષણ પ્રણાલી છે, જે તેમને બાહ્ય જોખમોથી બચાવવા માટે ઢાલનું કામ કરે છે. આ એક અદ્રશ્ય કવચ છે, જે દરેકેદરેક ક્ષણે આપણા શરીરને રોગોથી બચાવવા માટે સંઘર્ષ કરે છે. આ રહસ્યમય શક્તિને ઉજાગર કરવામાં અનેક વિજ્ઞાન સાધકોનો અમૂલ્ય ફાળો રહ્યો છે. તેમણે અથાક પરિશ્રમ દ્વારા આ જટિલ તંત્રના ભેદ ઉકેલ્યા છે. કેટલાંક અનામી નાયકો પડદા પાછળ રહીને કાર્યરત રહ્યા, તો કેટલાંકના નામ ઈતિહાસમાં સુવર્ણ અક્ષરે અંકિત થયા છે. આ મહાનુભાવોમાં **એલી મેક્નિકોફ**, જેમણે કોષો દ્વારા સૂક્ષ્મજીવોને ભરખી જવાની અદ્ભુત પ્રક્રિયા - ફેગોસાયટોસિસ - શોધી કાઢી, અને **જૂલ્સ હોફમેન**, જેમણે ફળ માખીઓમાં રોગકારકોને ઓળખવાની ક્રાંતિકારી રીત પ્રસ્થાપિત કરી, તેમનો સમાવેશ થાય છે.

આ શક્તિ એટલી જટિલ છે કે આજ સુધી વૈજ્ઞાનિકો પણ તેને સંપૂર્ણ રીતે સમજી શક્યા નથી. તેઓ સતત સંશોધન કરી રહ્યા છે, નવી માહિતી મેળવી રહ્યા છે, અને આ અદ્રશ્ય ઢાલના રહસ્યોને ઉકેલવાનો પ્રયાસ કરી રહ્યા છે.

સહજ રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ એક એવો વિષય છે જેણે હંમેશા લોકોને આકર્ષિત કર્યા છે. તે માત્ર આપણને રોગોથી બચાવે છે એટલું જ નહિ, પણ જીવનની શરૂઆત કેવી રીતે થઈ અને તેનો વિકાસ કેવી રીતે થયો તે સમજવામાં પણ તે ખુબ જ મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે.

2.2. શારીરિક અને રાસાયણિક અવરોધો (Physical and Chemical Barriers) :

આપણે આ એકમની શરૂઆતમાં સહજ પ્રતિરક્ષાની પ્રસ્તાવના જોઈ હતી અને સમજ્યા હતા કે તે શરીરના રોગકારક જીવો સામેની પ્રથમ અને સૌથી ઝડપી પ્રતિક્રિયા આપતી રક્ષણાત્મક હરોળ છે. આ એકમમાં આપણે સહજ પ્રતિરક્ષાના વિવિધ પાસાઓનો અભ્યાસ કરી રહ્યા છીએ અને હવે આપણે શારીરિક અને રાસાયણિક અવરોધો પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. આપણું શરીર સતત બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ અને પરોપજીવીઓ જેવાં હાનિકારક સૂક્ષ્મજીવોના સંપર્કમાં રહે છે. આ રોગકારક જીવો જો શરીરમાં પ્રવેશે તો આપણને બીમાર કરી શકે છે, ચેપ લગાડી શકે છે અને ક્યારેક ગંભીર નુકસાન પણ પહોંચાડી શકે છે. સદનસીબે આપણા શરીરમાં કુદરતી રક્ષણાત્મક પ્રણાલી છે જે આ રોગકારક જીવોને પ્રવેશતા અટકાવે છે અને જો તેઓ પ્રવેશી જાય તો તેમને નાબૂદ કરે છે. આ રક્ષણાત્મક પ્રણાલીનો પ્રથમ મોરચો શારીરિક અને રાસાયણિક અવરોધો છે, જે સહજ પ્રતિરક્ષાનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ બનાવે છે.

શારીરિક અવરોધો (Physical Barriers) :

- **ત્વચા (Skin) :** ત્વચા એ આપણા શરીરનું સૌથી મોટું અંગ છે અને તે રોગકારક જીવો સામે રક્ષણની પ્રથમ અને સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ ભૌતિક દીવાલ બનાવે છે. ત્વચાની બાહ્ય સપાટી કેરાટિન નામના પ્રોટીનથી બનેલા મૃત કોષોના સ્તર (સ્ટ્રેટમ કોર્નિયમ)થી આવરી લેવામાં આવે છે. આ સ્તર એક મજબૂત, જળરોધક અવરોધ બનાવે છે જે મોટાભાગના રોગકારક જીવોને ભેદી શકતો નથી. ત્વચાના કોષો સતત ખરતા રહે છે અને નવા કોષો દ્વારા બદલાતા રહે છે, આ પ્રક્રિયામાં ત્વચાની સપાટી પર રહેલા કોઇપણ રોગકારક જીવો પણ દૂર થાય છે.
- **શ્લેષ્મ પટલ (Mucous Membranes) :** શ્વસનમાર્ગ, પાચનમાર્ગ, મૂત્રમાર્ગ અને પ્રજનનમાર્ગ જેવાં શરીરના ખુલ્લા ભાગોને આવરી લેતા આ ભીના સ્તરો રોગકારક જીવો સામે બીજો મહત્ત્વપૂર્ણ ભૌતિક અવરોધ બનાવે છે. શ્લેષ્મ પટલ ચીકણું પ્રવાહી, જેને શ્લેષ્મ (mucus) કહેવાય છે, તે ઉત્પન્ન કરે છે. શ્લેષ્મ રોગકારક જીવોને ફસાવે છે અને તેમને શરીરના કોષોના સંપર્કમાં આવતા અટકાવે છે. શ્લેષ્મમાં ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન A (IgA) જેવાં એન્ટિબોડીઝ પણ હોય છે જે રોગકારક જીવોને નિષ્ક્રિય કરી શકે છે, અને લાઇસોઝાઇમ જેવાં એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પદાર્થો જે બેક્ટેરિયાનો નાશ કરે છે.
- **સિલીયા (Cilia) :** શ્વસન માર્ગ ખાસ કરીને નાક અને શ્વાસનળીમાં સિલીયા નામના નાના વાળ જેવા અવયવો આવેલા હોય છે. આ સિલીયા સતત ધબકતા રહે છે અને શ્લેષ્મ અને તેમાં ફસાયેલા રોગકારક જીવોને ગળા તરફ ઉપરની દિશામાં ધકેલે છે. ગળામાં પહોંચ્યા પછી આ શ્લેષ્મ અને રોગકારક જીવોને ખાંસી દ્વારા બહાર કાઢી શકાય છે અથવા ગળી જઇને પેટમાં મોકલી શકાય છે, જ્યાં પેટના એસિડનો નાશ કરે છે.
- **કફ (Coughing) અને છીંક (Sneezing) :** જ્યારે શ્વસન માર્ગમાં કોઈ બળતરા કરનાર પદાર્થ અથવા રોગકારક જીવ પ્રવેશે છે, ત્યારે ખાંસી અને છીંક જેવી પ્રતિક્રિયાઓ આપમેળે શરૂ થાય છે. આ પ્રતિક્રિયાઓ શ્વસન માર્ગમાંથી હાનિકારક પદાર્થોને બળપૂર્વક બહાર કાઢવામાં મદદ કરે છે, આમ રોગકારક જીવોને ફેફસાં સુધી પહોંચતા અટકાવે છે.

રાસાયણિક અવરોધો (Chemical Barriers) :

- **પેટનું એસિડ (Stomach Acid) :** ભોજન સાથે અંદર પ્રવેશેલા મોટાભાગના રોગકારક જીવો પેટમાં ઉત્પન્ન થતા હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડના સંપર્કમાં આવતાની સાથે જ નાશ પામે છે. પેટનું અત્યંત એસિડિક વાતાવરણ (pH 1-3) મોટાભાગના બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય સૂક્ષ્મજીવો માટે ઘાતક હોય છે.
- **લાળ (Saliva), આંસુ (Tears) અને પરસેવો (Sweat) :** આ પ્રવાહીમાં લાઇસોઝાઇમ (Lysozyme) નામનું એન્ઝાઇમ હોય છે. લાઇસોઝાઇમ બેક્ટેરિયાના કોષ દિવાલમાં રહેલા પેપ્ટીડોગ્લાયકેન નામના બંધારણને તોડી નાખે છે, જેના કારણે બેક્ટેરિયા ફૂટી જાય છે અને મૃત્યુ પામે છે.
- **ચરબીયુક્ત એસિડ (Fatty Acids) :** ત્વચાની ગ્રંથીઓ દ્વારા સ્ત્રાવ થતાં ચરબીયુક્ત એસિડ ત્વચાની સપાટી પર એક એસિડિક સ્તર બનાવે છે. આ એસિડિક વાતાવરણ ઘણા પ્રકારના બેક્ટેરિયા અને ફૂગના વિકાસને અવરોધે છે.
- **ઓછી pH :** ત્વચા અને યોનિમાર્ગની સપાટી સહેજ એસિડિક હોય છે (pH 4-6). આ ઓછી pH ઘણા રોગકારક જીવોના વિકાસને અટકાવે છે. ત્વચા અને યોનિમાર્ગના સામાન્ય, બિન-હાનિકારક બેક્ટેરિયાના સમુદાયને ટકાવી રાખવામાં મદદ કરે છે. આ બિન-હાનિકારક બેક્ટેરિયા હાનિકારક રોગકારક જીવો સાથે સ્પર્ધા કરીને તેને ત્યાં વસાહત બનાવતા અટકાવે છે.

આમ, શારીરિક અને રાસાયણિક અવરોધો એકસાથે મળીને રોગકારક જીવો સામે મજબૂત રક્ષણ પૂરું પાડે છે અને તેમને શરીરમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે. આ અવરોધો કુદરતી રીતે જ કાર્યરત હોય છે અને કોઈપણ પૂર્વ ચેપના સંપર્ક વિના તરત જ પ્રતિક્રિયા આપે છે, જે તેને સહજ પ્રતિરક્ષાનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ બનાવે છે. તેમ છતાં, ક્યારેક આ અવરોધો ભેદાય છે અને રોગકારક જીવો શરીરમાં પ્રવેશી શકે છે, ખાસ કરીને જો ત્વચા પર ઘા હોય, શ્લેષ્મ પટલ ક્ષતિગ્રસ્ત હોય અથવા રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી હોય. આ સ્થિતિમાં ફેગોસાયટીક કોષો જેવાં અન્ય પ્રકારના રોગપ્રતિકારક કોષો કાર્યરત થાય છે અને ચેપ સામે લડે છે. હવે આપણે આગળ ફેગોસાયટીક કોષો : ન્યુટ્રોફિલ્સ, મેક્રોફેજેસ, ડેંડ્રાઇટિક કોષોનો અભ્યાસ કરીશું.

2.3. ફેગોસાયટીક કોષો : ન્યુટ્રોફિલ્સ, મેક્રોફેજેસ, ડેંડ્રાઇટિક કોષો (Phagocytic Cells : Neutrophils, Macrophages, Dendritic Cells) :

હવે આપણે ફેગોસાયટીક કોષો (Phagocytic Cells) જેમ કે ન્યુટ્રોફિલ્સ, મેક્રોફેજેસ અને ડેંડ્રાઇટિક કોષો વિશે વાત કરીએ. આપણે આગળ જોયું કે કેવી રીતે શારીરિક અને રાસાયણિક અવરોધો રોગકારક જીવોને શરીરમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે. પરંતુ, જો આ અવરોધો તૂટી જાય અને રોગકારક જીવો શરીરમાં પ્રવેશી જાય તો ફેગોસાયટીક કોષો મેદાનમાં આવે છે અને તેનો નાશ કરવાનું શરૂ કરે છે.

ફેગોસાયટીક કોષો એ શ્વેત રક્તકણો (WBCs)ના વિશિષ્ટ પ્રકારો છે જે 'ફેગોસાયટોસિસ' (phagocytosis) નામની પ્રક્રિયા દ્વારા રોગકારક જીવો અને અન્ય હાનિકારક કણોને ગળી જઈને તેમનો નાશ કરે છે. ફેગોસાયટોસિસ શબ્દ ગ્રીક શબ્દો 'ફેજીન' (phagein) જેનો અર્થ 'ખાવું' અને 'કાઈટોસ' (kytos) જેનો અર્થ 'કોષ' પરથી આવ્યો છે. આમ, ફેગોસાયટીક કોષોનો શાબ્દિક અર્થ 'ખાનારા કોષો' થાય છે. આ કોષો સહજ પ્રતિરક્ષા (innate immunity)માં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે અને શરીરને બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ અને પરોપજીવીઓ જેવાં ચેપથી બચાવવામાં મદદ કરે છે.

ફેગોસાયટોસિસ પ્રક્રિયા નીચે મુજબના તબક્કામાં થાય છે :

1. **કીમોટેક્સિસ (Chemotaxis) :** ફેગોસાયટીક કોષો ચેપના સ્થળ તરફ રાસાયણિક સંકેતો દ્વારા આકર્ષાય છે. આ સંકેતો બેક્ટેરિયા દ્વારા અથવા ક્ષતિગ્રસ્ત કોષો દ્વારા છોડવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાને કીમોટેક્સિસ કહેવામાં આવે છે અને તે સુનિશ્ચિત કરે છે કે ફેગોસાયટીક કોષો ઝડપથી ચેપના સ્થળે પહોંચે.
2. **જોડાણ (Attachment) :** ફેગોસાયટીક કોષો પોતાની સપાટી પર રહેલાં રીસેપ્ટર્સ દ્વારા રોગકારક જીવો સાથે જોડાય છે. આ રીસેપ્ટર્સ રોગકારક જીવોની સપાટી પર રહેલા ચોક્કસ અણુઓને ઓળખે છે, જેને પેથોજન-એસોસિએટેડ મોલેક્યુલર પેટર્ન્સ (PAMPs) કહેવામાં આવે છે. PAMPs એવા અણુઓ છે જે સામાન્ય રીતે રોગકારક જીવોમાં જોવા મળે છે પરંતુ માનવ કોષોમાં નહીં, જે ફેગોસાયટીક કોષોને પોતાની અને બહારના હુમલાખોરો વચ્ચે તફાવત કરવામાં મદદ કરે છે.
3. **ગ્રહણ (Ingestion) :** એકવાર ફેગોસાયટીક કોષ રોગકારક જીવ સાથે જોડાઈ જાય પછી તે તેને પોતાના કોષરસમાં ઘેરી લે છે. કોષપટલ અંદરની તરફ વળે છે અને રોગકારક જીવને ઘેરી લે છે, તેને 'ફેગોઝોમ' નામના કોથળી જેવા બંધારણમાં કેદ કરે છે.
4. **નાશ (Destruction) :** ફેગોઝોમ 'લાઈસોઝોમ' નામના અન્ય કોથળી જેવા બંધારણ સાથે જોડાય છે. લાઈસોઝોમમાં હાઈડ્રોલેઝ જેવા પાચક એન્ઝાઇમ્સ અને રિએક્ટિવ ઓક્સિજન સ્પીસીઝ (ROS) જેવાં ઝેરી પદાર્થો હોય છે. ફેગોઝોમ અને લાઈસોઝોમના જોડાણને 'ફેગોલાઈસોઝોમ' કહેવામાં આવે છે. ફેગોલાઈસોઝોમની અંદર પાચક એન્ઝાઇમ્સ અને ROS રોગકારક જીવને તોડી નાખે છે અને તેનો નાશ કરે છે.
5. **કચરાનો નિકાલ (Elimination) :** રોગકારક જીવના નાશ થયા બાદ તેના અવશેષોને કોષની બહાર કાઢી નાખવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાને એક્સોસાઈટોસિસ કહેવામાં આવે છે.

ત્રણ મુખ્ય પ્રકારના ફેગોસાયટીક કોષો છે :

- **ન્યુટ્રોફિલ્સ (Neutrophils) :** ન્યુટ્રોફિલ્સ એ સૌથી વધુ સંખ્યામાં રહેલા શ્વેત રક્તકણો છે, જે કુલ શ્વેત રક્તકણોના આશરે 50-70% જેટલા હોય છે. તેઓ લોહીના પ્રવાહમાં ફરે છે અને ચેપના સ્થળે પહોંચનારા પ્રથમ પ્રતિભાવ આપનારા કોષોમાંના એક છે. ન્યુટ્રોફિલ્સ ખાસ કરીને બેક્ટેરિયલ ચેપ સામે લડવામાં અસરકારક હોય છે. તેઓ બેક્ટેરિયાને ગળી જવા ઉપરાંત, બેક્ટેરિયાને મારવા માટે એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પ્રોટીન અને રિએક્ટિવ ઓક્સિજન સ્પીસીઝ (ROS) પણ છોડે છે. ન્યુટ્રોફિલ્સ ટૂંકા આયુષ્ય ધરાવે છે અને ચેપ

સામે લડ્યા પછી મૃત્યુ પામે છે. પરુ (pus) જે ઘણીવાર ઘામાં જોવા મળે છે તે મૃત ન્યુટ્રોફિલ્સ, બેક્ટેરિયા અને પેશીઓના અવશેષોથી બનેલું હોય છે.

- **મેક્રોફેજેસ (Macrophages) :** મેક્રોફેજેસ એ મોટા ફેગોસાયટીક કોષો છે જે પેશીઓમાં રહે છે અને 'મોનોસાઇટ્સ' નામના અન્ય પ્રકારના શ્વેત રક્તકણોમાંથી વિકાસ પામે છે. જ્યારે મોનોસાઇટ્સ લોહીના પ્રવાહમાંથી બહાર નીકળીને પેશીઓમાં પ્રવેશે છે, ત્યારે તેઓ મેક્રોફેજેસમાં રૂપાંતરિત થાય છે. મેક્રોફેજેસ રોગકારક જીવો, મૃત કોષો, ક્ષતિગ્રસ્ત પેશીઓ અને અન્ય કચરો દૂર કરવાનું કાર્ય કરે છે. તેઓ લાંબુ આયુષ્ય ધરાવે છે અને તે ચેપને નિયંત્રણમાં રાખવામાં અને પેશીઓના સમારકામમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. મેક્રોફેજેસ સાયટોકાઇન્સ નામના સિગ્નલિંગ અણુઓ પણ ઉત્પન્ન કરે છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના નિયમનમાં મદદ કરે છે. વધુમાં મેક્રોફેજેસ એન્ટિજેન-પ્રેઝેન્ટિંગ કોષો તરીકે પણ કાર્ય કરે છે, એટલે કે તેઓ રોગકારક જીવોના ટુકડાઓ (એન્ટિજેન્સ)ને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષો, જેમ કે T કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે, જેનાથી અનુકૂલનશીલ પ્રતિરક્ષા સક્રિય થાય છે.
- **ડેંડ્રાઇટિક કોષો (Dendritic Cells) :** ડેંડ્રાઇટિક કોષો એ વિશિષ્ટ ફેગોસાયટીક કોષો છે જે મુખ્યત્વે ત્વચા અને શ્લેષ્મ પટલમાં જોવા મળે છે, જ્યાં તેઓ રોગકારક જીવોના સંપર્કમાં આવવાની શક્યતા વધારે હોય છે. તેઓ તેના લાંબા ડાળીઓવાળા પ્રવર્ધનોને કારણે આ નામ ધરાવે છે, જે તેમને વિશાળ સપાટી વિસ્તાર પૂરો પાડે છે જેના દ્વારા તેઓ આસપાસના વાતાવરણનું નિરીક્ષણ કરી શકે છે. ડેંડ્રાઇટિક કોષો રોગકારક જીવોને ગળી જાય છે અને એન્ટિજેન-પ્રેઝેન્ટિંગ કોષો તરીકે કાર્ય કરે છે. રોગકારક જીવોને ગળી ગયા પછી તેઓ લસિકા ગાંઠોમાં સ્થળાંતર કરે છે, જ્યાં તેઓ T કોષોને એન્ટિજેન્સ રજૂ કરે છે અને અનુકૂલનશીલ પ્રતિરક્ષાને સક્રિય કરે છે. ડેંડ્રાઇટિક કોષો સહજ અને અનુકૂલનશીલ પ્રતિરક્ષા વચ્ચે મહત્ત્વપૂર્ણ કડી બને છે.

આમ, ફેગોસાયટીક કોષો સહજ પ્રતિરક્ષામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, રોગકારક જીવોને ઓળખીને ગળી જઇને અને તેમનો નાશ કરીને શરીરને ચેપથી બચાવે છે. તેઓ અનુકૂલનશીલ પ્રતિરક્ષાને સક્રિય કરવામાં પણ મદદ કરે છે, જે રોગકારક જીવો સામે લાંબાગાળાની સુરક્ષા પૂરી પાડે છે. હવે આપણે નેચરલ કિલર (NK) કોષો અને તેમની ભૂમિકાનો અભ્યાસ કરીશું.

2.4. નેચરલ કિલર (NK) કોષો અને તેમની ભૂમિકા (Natural Killer (NK) Cells and Their Role) :

આપણે આગળ જોયું કે કેવી રીતે ફેગોસાયટીક કોષો રોગકારક જીવોને ગળી જઇને તેમનો નાશ કરે છે. પરંતુ, અમુક રોગકારક જીવો, ખાસ કરીને વાયરસ, કોષોની અંદર છુપાઇને ફેગોસાયટીક કોષોથી બચવાનો પ્રયાસ કરે છે. અહીં નેચરલ કિલર (NK) કોષો મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. હવે આપણે પૂરક પ્રણાલી (Complement System) વિશે સમજીશું.

નેચરલ કિલર (NK) કોષો એ લિમ્ફોસાઇટ્સ (lymphocytes) નામના શ્વેત રક્તકણોનો એક પ્રકાર છે જે સહજ પ્રતિરક્ષા (innate immunity) માં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેમનું નામ "નેચરલ

કિલર" એટલા માટે રાખવામાં આવ્યું છે કારણ કે તેઓ કોઈપણ પૂર્વ સક્રિયકરણ વગર જ વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોને ઓળખીને મારી શકે છે.

NK કોષો કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

NK કોષો પોતાની સપાટી પર બે પ્રકારના રીસેપ્ટર્સ ધરાવે છે :

1. **સક્રિયકર્તા રીસેપ્ટર્સ (Activating Receptors) :** આ રીસેપ્ટર્સ એવા અણુઓને ઓળખે છે જે સામાન્ય રીતે વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અથવા કેન્સરગ્રસ્ત કોષોની સપાટી પર ઉચ્ચ સ્તરે વ્યક્ત થાય છે. જ્યારે સક્રિયકર્તા રીસેપ્ટર્સ આ અણુઓ સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે NK કોષને સક્રિય કરે છે અને તેને લક્ષ્ય કોષ (target cell)ને મારવા માટે સંકેત આપે છે.
2. **અવરોધક રીસેપ્ટર્સ (Inhibitory Receptors) :** આ રીસેપ્ટર્સ 'મુખ્ય હિસ્ટોકમ્પેટિબિલિટી કોમ્પ્લેક્સ વર્ગ I' (Major Histocompatibility Complex class I - MHC class I) નામના અણુઓને ઓળખે છે, જે સામાન્ય રીતે સ્વસ્થ કોષોની સપાટી પર હાજર હોય છે. જ્યારે અવરોધક રીસેપ્ટર્સ MHC class I અણુઓ સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે NK કોષને નિષ્ક્રિય કરે છે અને તેને સ્વસ્થ કોષોને મારતા અટકાવે છે.

વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષો ઘણીવાર MHC class I અણુઓનું ઉત્પાદન ઘટાડે છે અથવા બંધ કરી દે છે. આના પરિણામે NK કોષો પરના અવરોધક રીસેપ્ટર્સને પૂરતા પ્રમાણમાં નિષ્ક્રિય સંકેતો મળતા નથી અને સક્રિયકર્તા રીસેપ્ટર્સ દ્વારા મળેલા સક્રિય સંકેતો પ્રબળ બને છે. આ NK કોષને સક્રિય કરે છે અને તેને લક્ષ્ય કોષને મારવા માટે પ્રેરિત કરે છે.

NK કોષો લક્ષ્ય કોષોને મારવા માટે બે મુખ્ય પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે :

1. **સાયટોટોક્સિસિટી (Cytotoxicity) :** NK કોષો ગ્રાન્યુલ્સ (granules) નામના કોથળીઓ ધરાવે છે જેમાં 'પરફોરિન' અને 'ગ્રેનઝાઇમ્સ' નામના પ્રોટીન હોય છે. જ્યારે NK કોષ સક્રિય થાય છે, ત્યારે તે ગ્રાન્યુલ્સને લક્ષ્ય કોષ તરફ છોડે છે. પરફોરિન લક્ષ્ય કોષના કોષપટલમાં છિદ્રો બનાવે છે અને ગ્રેનઝાઇમ્સ આ છિદ્રો દ્વારા કોષમાં પ્રવેશે છે અને કોષના મૃત્યુને પ્રેરિત કરે છે.
2. **એન્ટિબોડી-આધારિત સેલ્યુલર સાયટોટોક્સિસિટી (Antibody-Dependent Cellular Cytotoxicity - ADCC) :** NK કોષો પોતાની સપાટી પર 'Fc રીસેપ્ટર' નામનું એક રીસેપ્ટર પણ ધરાવે છે, જે એન્ટિબોડીઝના 'Fc' ભાગ સાથે જોડાઈ શકે છે. જ્યારે એન્ટિબોડીઝ વાયરસથી સંક્રમિત કોષ અથવા કેન્સરગ્રસ્ત કોષ સાથે જોડાય છે, ત્યારે NK કોષો Fc રીસેપ્ટર દ્વારા એન્ટિબોડીઝ સાથે જોડાઈ શકે છે. આ જોડાણ NK કોષને સક્રિય કરે છે અને તેને લક્ષ્ય કોષને મારવા માટે પ્રેરિત કરે છે.

NK કોષોની ભૂમિકા :

- **વાયરલ ચેપ સામે રક્ષણ :** NK કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષોને શોધી કાઢીને અને મારી નાખીને વાયરલ ચેપને નિયંત્રણમાં રાખવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- **કેન્સર સામે રક્ષણ :** NK કોષો કેન્સરગ્રસ્ત કોષોને ઓળખીને અને મારી નાખીને ગાંઠના વિકાસને રોકવામાં મદદ કરે છે.
- **રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાનું નિયમન :** NK કોષો સાયટોકાઇન્સ નામના સિગ્નલિંગ અણુઓ ઉત્પન્ન કરે છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના નિયમનમાં મદદ કરે છે.

આમ, નેચરલ કિલર (NK) કોષો સહજ પ્રતિરક્ષાનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે જે વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોને ઓળખીને અને મારી નાખીને શરીરને ચેપ અને કેન્સરથી બચાવવામાં મદદ કરે છે. હવે આપણે આગળ પૂરક પ્રણાલી (Complement System) વિશે સમજીશું.

2.5. પૂરક પ્રણાલી (Complement System) :

આપણે જોયું કે કેવી રીતે નેચરલ કિલર (NK) કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોને મારીને સહજ પ્રતિરક્ષામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. પરંતુ, સહજ પ્રતિરક્ષામાં મદદ કરનારી એક બીજી મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રણાલી છે જેને પૂરક પ્રણાલી કહેવામાં આવે છે.

પૂરક પ્રણાલી એ રુધિર પ્લાઝ્મામાં રહેલા 30 થી વધુ પ્રોટીનનો સમૂહ છે જે સહજ અને અનુકૂલનશીલ બંને પ્રકારની પ્રતિરક્ષામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આ પ્રોટીન યકૃતમાં બનાવવામાં આવે છે અને નિષ્ક્રિય સ્વરૂપમાં લોહીમાં ફરતા રહે છે. પરંતુ જ્યારે કોઈ રોગકારક જીવ શરીરમાં પ્રવેશે છે ત્યારે તે સક્રિય થાય છે અને એકબીજા સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને શ્રેણીબદ્ધ પ્રતિક્રિયાઓ શરૂ કરે છે, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને ચેપ સામે લડવામાં મદદ કરે છે.

પૂરક પ્રણાલી કેવી રીતે સક્રિય થાય છે?

પૂરક પ્રણાલીને સક્રિય કરવાની મુખ્ય ત્રણ રીતો છે, જેને 'માર્ગ' કહેવામાં આવે છે :

1. **પ્રશિષ્ટ માર્ગ (Classical Pathway) :** આ માર્ગ એન્ટિબોડીઝ દ્વારા સક્રિય થાય છે. જ્યારે IgG અથવા IgM પ્રકારના એન્ટિબોડીઝ રોગકારક જીવની સપાટી પર રહેલા એન્ટિજેન સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે C1 નામના પૂરક પ્રોટીનના 'C1q' ભાગ સાથે જોડાઈ શકે છે. C1qનું જોડાણ C1r અને C1s નામના અન્ય બે C1 પ્રોટીનને સક્રિય કરે છે. સક્રિય C1 સંકુલ પછી C4 અને C2 નામના અન્ય પૂરક પ્રોટીનને કાપીને સક્રિય કરે છે. C4b અને C2a નામના ટુકડાઓ ભેગા મળીને 'C3 કન્વર્ટેઝ' (C3 convertase) નામનું એન્ઝાઇમ બનાવે છે. C3 કન્વર્ટેઝ C3 પ્રોટીનને કાપીને C3a અને C3b બનાવે છે.
2. **વૈકલ્પિક માર્ગ (Alternative Pathway) :** આ માર્ગ સીધો જ રોગકારક જીવની સપાટી પર રહેલા અમુક અણુઓ, જેમ કે લિપોપોલિસેકરાઈડ (lipopolysaccharide - LPS) દ્વારા સક્રિય થાય છે. આ માર્ગ એન્ટિબોડીઝની ગેરહાજરીમાં પણ કાર્ય કરી શકે છે. આ માર્ગમાં

C3b નામનો પૂરક પ્રોટીન ફેક્ટર B અને ફેક્ટર D નામના અન્ય પ્રોટીન સાથે જોડાઈને વૈકલ્પિક માર્ગ C3 કન્વર્ટેઝ બનાવે છે, જે C3ને કાપીને વધુ C3a અને C3b બનાવે છે. આમ, C3b એક સકારાત્મક પ્રતિભાવ લૂપ (positive feedback loop) બનાવે છે જે વૈકલ્પિક માર્ગને વધુ સક્રિય કરે છે.

3. **લેક્ટિન માર્ગ (Lectin Pathway) :** આ માર્ગ મેનોઝ-બાઈન્ડિંગ લેક્ટિન (Mannose-Binding Lectin - MBL) નામના પ્રોટીન દ્વારા સક્રિય થાય છે. MBL એ એક દ્રાવ્ય (soluble) પ્રોટીન છે જે યકૃત દ્વારા બનાવવામાં આવે છે અને તે રોગકારક જીવોની સપાટી પર રહેલા મેનોઝ (mannose) નામના શર્કરાના અણુઓ સાથે જોડાય છે. MBLનું જોડાણ MASP-1 અને MASP-2 (MBL-Associated Serine Proteases) નામના બે પ્રોટીનને સક્રિય કરે છે, જે C4 અને C2 ને કાપીને C3 કન્વર્ટેઝ બનાવે છે, જે આગળ પ્રશિષ્ટ માર્ગની જેમ જ કાર્ય કરે છે.

પૂરક પ્રણાલીના કાર્યો :

ત્રણેય માર્ગોના પરિણામે C3 પ્રોટીનનું C3a અને C3bમાં રૂપાંતરણ થાય છે. C3b એ પૂરક પ્રણાલીનો મુખ્ય કાર્યકારી અણુ છે. C3bના ઘણા કાર્યો છે :

- **ઓપ્સોનાઇઝેશન (Opsonization) :** C3b રોગકારક જીવોની સપાટી પર ચોંટી જાય છે અને તેમને ફેગોસાયટીક કોષો, જેમ કે મેક્રોફેજેસ અને ન્યુટ્રોફિલ્સ માટે વધુ આકર્ષક બનાવે છે. ફેગોસાયટીક કોષો પોતાની સપાટી પર C3b રીસેપ્ટર્સ ધરાવે છે જે C3b સાથે જોડાય છે અને રોગકારક જીવોને સરળતાથી ગળી જવામાં મદદ કરે છે. આ પ્રક્રિયાને ઓપ્સોનાઇઝેશન કહેવામાં આવે છે અને તે ફેગોસાયટોસિસને વેગ આપે છે.
- **કીમોટેક્સિસ (Chemotaxis) :** C3a અને C5a (જે C5 નામના પૂરક પ્રોટીનમાંથી બને છે) શક્તિશાળી કીમોએટ્રેક્ટન્ટ્સ (chemoattractants) તરીકે કાર્ય કરે છે. તેઓ ફેગોસાયટીક કોષોને ચેપના સ્થળ તરફ આકર્ષિત કરે છે અને રુધિરવાહિનીઓની પારગમ્યતા (permeability) વધારે છે, જેનાથી વધુ રોગપ્રતિકારક કોષો ચેપના સ્થળે પહોંચી શકે છે.
- **કોષ લયન (Cell Lysis) :** C5b, C6, C7, C8 અને C9 નામના પૂરક પ્રોટીન ભેગા મળીને 'મેમ્બ્રેન એટેક કોમ્પ્લેક્સ' (Membrane Attack Complex - MAC) બનાવે છે. MAC રોગકારક જીવોના કોષપટલમાં છિદ્રો બનાવે છે, જેના કારણે કોષમાં પાણી અને આયનો ધસી જાય છે અને કોષ ફૂલી જાય છે અને અંતે ફૂટી જાય છે. આ પ્રક્રિયાને કોષ લયન (cell lysis) કહેવામાં આવે છે.
- **શોથ (Inflammation) :** C3a અને C5a એનાફિલેટોક્સિન્સ (anaphylatoxins) તરીકે પણ કાર્ય કરે છે, જેનો અર્થ છે કે તેઓ માસ્ટ કોષો (mast cells) અને બેઝોફિલ્સ (basophils)ને હિસ્ટામાઇન (histamine) જેવાં પદાર્થો છોડવા માટે ઉત્તેજિત કરે છે. હિસ્ટામાઇન રુધિરવાહિનીઓને ફેલાવે છે અને તેમની પારગમ્યતા વધારે છે, જેના પરિણામે સોજો, લાલાશ અને દુખાવો થાય છે, જે શોથના લાક્ષણિક ચિહ્નો છે. શોથ એ ચેપ સામે લડવા માટે શરીરની મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રતિક્રિયા છે.

આમ, પૂરક પ્રણાલી એ સહજ પ્રતિરક્ષાનો એક મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે જે રોગકારક જીવોને ઓળખવા તેને નિશાન બનાવવા અને તેનો નાશ કરવામાં મદદ કરે છે. તે ફેગોસાયટોસિસને વેગ આપે છે, કીમોટેક્સિસ દ્વારા રોગપ્રતિકારક કોષોને આકર્ષિત કરે છે, કોષ લયન દ્વારા રોગકારક જીવોને સીધા જ મારી નાખે છે અને શોથને ઉત્તેજિત કરીને ચેપ સામે લડવામાં મદદ કરે છે. હવે આપણે આગળ સોજો અને તેના તબક્કાઓ વિશે સમજીશું.

2.6. સોજો અને તેના તબક્કાઓ (Inflammation and Its Stages) :

અગાઉ આપણે જોયું કે કેવી રીતે પૂરક પ્રણાલી રોગકારક જીવો સામે લડવામાં અને સોજાને ઉત્તેજિત કરવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સોજો એ શરીરની ઈજા, ચેપ અથવા બળતરા પ્રત્યેની એક મહત્વપૂર્ણ અને જટિલ પ્રતિક્રિયા છે. હવે આપણે એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ (Antimicrobial Peptides) વિશે સમજીશું.

સોજો (Inflammation) : એ શરીરની પેશીઓને નુકસાન, ચેપ, બળતરા કે ઈજા પ્રત્યેની સ્થાનિક પ્રતિક્રિયા છે. તે એક રક્ષણાત્મક પ્રતિક્રિયા છે જેનો ઉદ્દેશ્ય નુકસાનકારક ઉત્તેજનાને દૂર કરવાનો, ક્ષતિગ્રસ્ત પેશીઓને સાફ કરવાનો અને સમારકામની પ્રક્રિયા શરૂ કરવાનો છે. સોજાના મુખ્ય ચિહ્નોમાં લાલાશ (redness), ગરમી (heat), સોજો (swelling), દુખાવો (pain) અને કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો (loss of function) શામેલ છે.

સોજાના તબક્કાઓ :

સોજાને મુખ્યત્વે ત્રણ તબક્કામાં વહેંચી શકાય છે :

1. પ્રારંભિક તબક્કો (Vascular Phase) :

- આ તબક્કો ઈજા કે ચેપના થોડી જ મિનિટોમાં શરૂ થાય છે.
- **રુધિરવાહિનીઓમાં ફેરફાર :** આ તબક્કાની શરૂઆતમાં ક્ષતિગ્રસ્ત વિસ્તારમાં નાની રુધિરવાહિનીઓ ક્ષણભર માટે સંકોચાય છે અને પછી ફેલાય છે. રુધિરવાહિનીઓના ફેલાવાને કારણે અસરગ્રસ્ત વિસ્તારમાં રક્ત પ્રવાહ વધે છે, જેના પરિણામે લાલાશ અને ગરમી ઉદ્ભવે છે.
- **પારગમ્યતામાં વધારો :** રુધિરવાહિનીઓની દીવાલો વધુ પારગમ્ય (permeable) બને છે, જેના કારણે રુધિર પ્લાઝ્મા અને પ્રોટીન આસપાસની પેશીઓમાં પ્રવેશે છે. આ પ્રવાહીના ભરાવાને કારણે સોજો આવે છે.
- **કીમોટેક્સિસ :** વધેલા રક્ત પ્રવાહ અને પારગમ્યતાને કારણે શ્વેત રક્તકણો ખાસ કરીને ન્યુટ્રોફિલ્સ, રુધિરવાહિનીઓમાંથી બહાર નીકળીને ચેપ અથવા ઈજાના સ્થળ તરફ સ્થળાંતર કરે છે. આ પ્રક્રિયાને કીમોટેક્સિસ કહેવામાં આવે છે અને તે પૂરક પ્રણાલીના ઘટકો (C3a, C5a) અને ક્ષતિગ્રસ્ત કોષો દ્વારા છોડવામાં આવેલા અન્ય રાસાયણિક મધ્યસ્થીઓ દ્વારા સંચાલિત થાય છે.

2. કોષીય તબક્કો (Cellular Phase) :

- આ તબક્કો ઈજાના અમુક કલાકોમાં શરૂ થાય છે અને ઘણા દિવસો સુધી ચાલી શકે છે.
- **ન્યુટ્રોફિલ્સનું આગમન :** ન્યુટ્રોફિલ્સ એ સોજાના સ્થળે પહોંચનારા પ્રથમ શ્વેત રક્તકણો છે. તેઓ બેક્ટેરિયા અને અન્ય રોગકારક જીવોને ફેગોસાયટોસિસ દ્વારા ગળી જાય છે અને તેમનો નાશ કરે છે. ન્યુટ્રોફિલ્સ ટૂંકા આયુષ્ય ધરાવે છે અને કાર્ય પૂર્ણ કર્યા પછી મૃત્યુ પામે છે.
- **મેક્રોફેજેસનું આગમન :** ન્યુટ્રોફિલ્સ પછી મેક્રોફેજેસ (મોનોસાઇટ્સ જે પેશીઓમાં પ્રવેશીને મેક્રોફેજેસમાં ફેરવાય છે) સોજાના સ્થળે પહોંચે છે. મેક્રોફેજેસ મૃત ન્યુટ્રોફિલ્સ, ક્ષતિગ્રસ્ત પેશીઓ અને રોગકારક જીવોને ગળી જાય છે. તેઓ ઘા રૂઝવાની પ્રક્રિયામાં પણ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- **લિમ્ફોસાઇટ્સનું આગમન :** જો ચેપ ચાલુ રહે તો T અને B લિમ્ફોસાઇટ્સ જેવાં અન્ય શ્વેત રક્તકણો પણ સોજાના સ્થળે પહોંચે છે અને અનુકૂલનશીલ પ્રતિરક્ષામાં ભાગ લે છે.

3. સમારકામ તબક્કો (Resolution and Repair Phase) :

- આ તબક્કો સોજાના અંતિમ તબક્કાનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે, જ્યાં બળતરા ઓછી થાય છે અને પેશીઓનું સમારકામ શરૂ થાય છે.
- **સોજાનો ઘટાડો :** સોજાના સ્થળે રક્ત પ્રવાહ અને રુધિરવાહિનીઓની પારગમ્યતા સામાન્ય સ્તરે પાછા ફરે છે. સોજો, લાલાશ અને દુખાવો ઓછો થાય છે.
- **પેશીઓનું સમારકામ :** મેક્રોફેજેસ વૃદ્ધિ પરિબળો (growth factors) છોડે છે જે ફાઈબ્રોબ્લાસ્ટ્સ (fibroblasts) નામના કોષોને ઉત્તેજિત કરે છે. ફાઈબ્રોબ્લાસ્ટ્સ કોલેજન નામના પ્રોટીનનું ઉત્પાદન કરે છે જે ક્ષતિગ્રસ્ત પેશીઓને સુધારવામાં મદદ કરે છે. નવી રુધિરવાહિનીઓ પણ બને છે (angiogenesis) જે સમારકામ પામતી પેશીઓને પોષકતત્વો અને ઓક્સિજન પૂરો પાડે છે.
- **ડાઘ પેશી (Scar Tissue)ની રચના :** જો પેશીઓને નોંધપાત્ર નુકસાન થયું હોય તો સમારકામ પ્રક્રિયાના અંતે ડાઘ પેશી બની શકે છે. ડાઘ પેશી એ કોલેજનથી સમૃદ્ધ પેશી છે જે મૂળ પેશી કરતા ઓછી કાર્યક્ષમ હોય છે.

આમ, સોજો એ શરીરની એક મહત્ત્વપૂર્ણ રક્ષણાત્મક પ્રતિક્રિયા છે જે ચેપ અને ઈજા સામે લડવામાં મદદ કરે છે. તે એક જટિલ પ્રક્રિયા છે જેમાં રુધિરવાહિનીઓ, શ્વેત રક્તકણો અને રાસાયણિક મધ્યસ્થીઓનો સમાવેશ થાય છે. સોજાના વિવિધ તબક્કાઓ એક સુઆયોજિત ક્રમમાં થાય છે જેનો ઉદ્દેશ્ય નુકસાનકારક ઉત્તેજનાને દૂર કરવાનો, ક્ષતિગ્રસ્ત પેશીઓને સાફ કરવાનો અને સમારકામની પ્રક્રિયા શરૂ કરવાનો છે. હવે આપણે આગળ **એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ (Antimicrobial Peptides)** વિશે સમજીશું.

2.7. એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ (Antimicrobial Peptides) :

આપણે જોયું કે કેવી રીતે શોથ (inflammation) શરીરની ચેપ અને ઈજા સામે લડવાની એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રતિક્રિયા છે. પરંતુ, શરીર પાસે સૂક્ષ્મજીવો સામે લડવા માટે અન્ય શસ્ત્રો પણ છે અને તેમાંથી એક એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ છે.

એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ (AMPs), જેને હોસ્ટ ડિફેન્સ પેપ્ટાઇડ્સ (host defense peptides) પણ કહેવામાં આવે છે, એ ટૂંકા એમિનો એસિડની સાંકળો છે જે કુદરતી રીતે પ્રાણીઓ, છોડ અને સૂક્ષ્મજીવો સહિતના સજીવોમાં ઉત્પન્ન થાય છે. તેઓ સહજ પ્રતિરક્ષા (innate immunity)નો મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ બનાવે છે અને બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ અને પરોપજીવીઓ જેવાં વ્યાપક શ્રેણીના રોગકારક જીવો સામે ઝડપી અને શક્તિશાળી પ્રતિક્રિયા પૂરી પાડે છે.

એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

AMPs વિવિધ પદ્ધતિઓ દ્વારા રોગકારક જીવોને મારી નાખે છે, જેની વિગતો નીચે મુજબ છે :

- **કોષ પટલને નુકસાન (Membrane Disruption) :** મોટાભાગના AMPs ધન વીજભાર (cationic) ધરાવે છે, રોગકારક જીવોના કોષ પટલ સામાન્ય રીતે ઋણ વીજભાર ધરાવે છે. ધન વીજભારિત AMPs ઋણ વીજભારિત કોષ પટલ તરફ આકર્ષાય છે અને તેની સાથે જોડાય છે. આ જોડાણ કોષ પટલની રચનામાં વિક્ષેપ પાડે છે, જેના કારણે કોષ પટલમાં છિદ્રો બને છે અથવા કોષ પટલ સંપૂર્ણપણે તૂટી જાય છે. આના પરિણામે કોષની અંદરના ઘટકો બહાર નીકળી જાય છે અને કોષ મૃત્યુ પામે છે.
- **આંતરિક પ્રક્રિયાઓમાં દખલ (Interference with Intracellular Processes) :** કેટલાંક AMPs કોષની અંદર પ્રવેશી શકે છે અને DNA પ્રતિકૃતિ, RNA સંશ્લેષણ અથવા પ્રોટીન સંશ્લેષણ જેવી મહત્ત્વપૂર્ણ આંતરિક પ્રક્રિયાઓમાં દખલ કરી શકે છે. આના પરિણામે કોષની કામગીરી ખોરવાય છે અને કોષ મૃત્યુ પામે છે.
- **રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને ઉત્તેજિત કરવી (Immunomodulation) :** કેટલાંક AMPs ફેગોસાયટીક કોષોને આકર્ષિત કરીને સાયટોકાઇન્સના ઉત્પાદનને ઉત્તેજિત કરીને અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરીને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને પણ ઉત્તેજિત કરી શકે છે.

એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સના ઉદાહરણો :

માનવ શરીરમાં ઘણા પ્રકારના AMPs મળી આવે છે, જેની વિગતો નીચે મુજબ છે :

- **ડિફેન્સિન્સ (Defensins):** આ નાના, ઘન વીજભારિત પેપ્ટાઇડ યોદ્ધાઓ મુખ્યત્વે ન્યુટ્રોફિલ્સ અને ઉપકલા કોષો (epithelial cells) દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. ડિફેન્સિન્સ બેક્ટેરિયા, ફૂગ અને કેટલાક વાયરસ સામે લડત આપે છે.
- **કેથેલિસિડિન્સ (Cathelicidins):** આ બહુમુખી પેપ્ટાઇડ્સ ન્યુટ્રોફિલ્સ અને મેક્રોફેજેસ દ્વારા બનાવવામાં આવે છે. તેઓ બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને ફૂગ સામે વ્યાપક સ્પેક્ટ્રમનો

પ્રતિભાવ દર્શાવે છે. માનવ કેથેલિસિડિન LL-37 એ આ ક્ષેત્રમાં સૌથી વધુ સંશોધન પામેલા AMPsમાંનું એક અગ્રણી નામ છે.

- **હિસ્ટેટિન્સ (Histatins):** આ રક્ષણાત્મક પેપ્ટાઇડ્સનું ઉત્પાદન મુખ્યત્વે લાળ ગ્રંથીઓ દ્વારા થાય છે અને તે મોંના પોલાણમાં મળી આવે છે. તેઓ ખાસ કરીને કેન્ડીડા આલ્બિકન્સ (Candida albicans) જેવી ફૂગ સામે જોરદાર પ્રતિકાર કરે છે.

એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સના ફાયદા :

- **વ્યાપક શ્રેણીની પ્રવૃત્તિ (Broad-Spectrum Activity) :** AMPs બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ અને પરોપજીવીઓ સહિતના વ્યાપક શ્રેણીના રોગકારક જીવો સામે સક્રિય હોય છે.
- **ઝડપી પ્રતિક્રિયા (Rapid Action) :** AMPs રોગકારક જીવોને ઘણીવાર ઝડપથી મારી નાખે છે.
- **પ્રતિરોધ વિકસાવવાની ઓછી સંભાવના (Low Potential for Resistance Development) :** પરંપરાગત એન્ટિબાયોટિક્સથી વિપરીત રોગકારક જીવોમાં AMPs સામે પ્રતિકાર વિકસાવવાની સંભાવના ઓછી હોય છે, કારણ કે AMPs ઘણીવાર એક સાથે અનેક લક્ષ્યો પર હુમલો કરે છે.

એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ એ સહજ પ્રતિરક્ષાનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ઘટક છે જે રોગકારક જીવો સામે ઝડપી અને શક્તિશાળી સંરક્ષણ પ્રદાન કરે છે. તેઓ વ્યાપક શ્રેણીના રોગકારક જીવો સામે સક્રિય હોય છે, ઝડપથી કાર્ય કરે છે અને તેના પ્રત્યે પ્રતિકાર વિકસાવવાની સંભાવના ઓછી હોય છે. આ ગુણધર્મોને કારણે AMPsને ચેપી રોગોની સારવાર માટે પરંપરાગત એન્ટિબાયોટિક્સના આશાસ્પદ વિકલ્પ તરીકે જોવામાં આવે છે. ભવિષ્યમાં AMPsનો ઉપયોગ નવી દવાઓ વિકસાવવા અને ચેપ સામે લડવા માટે થઈ શકે છે.

2.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે સહજ પ્રતિરક્ષા (innate immunity)ની ઊંડાણપૂર્વક યાત્રા કરી, જે શરીરની રોગકારક જીવો સામેની પ્રથમ અને સૌથી ઝડપી પ્રતિક્રિયા આપતી રક્ષણાત્મક હરોળ છે. આપણે જોયું કે કેવી રીતે આપણું શરીર એક કિલ્લા સમાન છે અને સહજ પ્રતિરક્ષા એ કિલ્લાની દીવાલો, ખાઈ અને પહેરા ભરનારા સૈનિકો સમાન છે જે સતત કાર્યરત રહીને રોગકારક જીવોને પ્રવેશતા અટકાવે છે અને તેનો નાશ કરે છે.

આપણે શારીરિક અને રાસાયણિક અવરોધોનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં ત્વચા, શ્લેષ્મ પટલ, સિલીયા, ખાંસી, છીંક, પેટનું એસિડ, લાળ, આંસુ, પરસેવો, ચરબીયુક્ત એસિડ અને ઓછી pH જેવાં પરિબળોનો સમાવેશ થાય છે. આ અવરોધો રોગકારક જીવોને શરીરમાં પ્રવેશતા અટકાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

આપણે ફેગોસાયટીક કોષો જેવાં કે ન્યુટ્રોફિલ્સ, મેક્રોફેજેસ અને ડેંડ્રાઈટિક કોષો વિશે શીખ્યા, જે ફેગોસાયટોસિસ પ્રક્રિયા દ્વારા રોગકારક જીવોને ગળી જઈને તેમનો નાશ કરે છે. આપણે

નેચરલ કિલર (NK) કોષોની પણ ચર્ચા કરી, જે વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોને ઓળખીને મારી નાખે છે.

આ ઉપરાંત, આપણે પૂરક પ્રણાલીને સમજી જે રુધિર પ્લાઝ્મામાં રહેલા પ્રોટીનનો સમૂહ છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને ચેપ સામે લડવામાં મદદ કરે છે. આપણે શોથ (inflammation)ના તબક્કાઓનો પણ અભ્યાસ કર્યો, જે શરીરની ઈજા, ચેપ કે બળતરા પ્રત્યેની સ્થાનિક પ્રતિક્રિયા છે.

અંતે, આપણે એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ (AMPs) વિશે શીખ્યા, જે ટૂંકા એમિનો એસિડની સાંકળો છે, જે બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ અને પરોપજીવીઓ જેવાં વ્યાપક શ્રેણીના રોગકારક જીવો સામે ઝડપી અને શક્તિશાળી પ્રતિક્રિયા પૂરી પાડે છે.

આમ, આ એકમમાં આપણે સહજ પ્રતિરક્ષાના વિવિધ પાસાઓનો અભ્યાસ કર્યો અને સમજ્યા કે કેવી રીતે આ જટિલ પ્રણાલી આપણા શરીરને રોગકારક જીવોના સતત હુમલાઓથી રક્ષણ આપે છે. સહજ પ્રતિરક્ષા એ એક કુદરતી, બિન-વિશિષ્ટ અને ઝડપી પ્રતિભાવ આપતી પ્રણાલી છે જે આપણને સ્વસ્થ રાખવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

2.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. સહજ પ્રતિરક્ષામાં કયા કોષો ફેગોસાયટોસિસ દ્વારા રોગકારક જીવોને ગળી જઇને તેમનો નાશ કરે છે?
   a) નેચરલ કિલર કોષો b) T કોષો c) ફેગોસાયટીક કોષો d) B કોષો
2. કયો શારીરિક અવરોધ રોગકારક જીવોને શ્વસન માર્ગમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે?
   a) ત્વચા b) આંસુ c) સિલીયા d) પરસેવો
3. નીચેનામાંથી કયું રાસાયણિક અવરોધનું ઉદાહરણ નથી?
   a) પેટનું એસિડ b) લાળમાં રહેલું લાઇસોઝાઇમ
   c) ત્વચા પર રહેલા ચરબીયુક્ત એસિડ d) શ્વસન માર્ગમાં રહેલા સિલીયા
4. કયા પ્રકારના શ્વેત રક્તકણો લોહીના પ્રવાહમાં સૌથી વધુ પ્રમાણમાં જોવા મળે છે અને ચેપના સ્થળે પહોંચનારા પ્રથમ પ્રતિભાવ આપનારા કોષોમાંના એક છે?
   a) મેક્રોફેજેસ b) ન્યુટ્રોફિલ્સ
   c) ડેંડ્રાઈટિક કોષો d) નેચરલ કિલર કોષો
5. નેચરલ કિલર (NK) કોષો કયા પ્રકારના કોષોને મારવા માટે જાણીતા છે?
   a) ફક્ત બેક્ટેરિયાથી સંક્રમિત કોષો b) ફક્ત વાયરસથી સંક્રમિત કોષો
   c) વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષો d) ફક્ત ફૂગથી સંક્રમિત કોષો
6. પૂરક પ્રણાલીને સક્રિય કરનારો કયો માર્ગ એન્ટિબોડીઝ દ્વારા સક્રિય થાય છે?
   a) વૈકલ્પિક માર્ગ b) લેક્ટિન માર્ગ
   c) પ્રશિષ્ટ માર્ગ d) ઉપરમાંથી કોઈ પણ નહિ
7. કયું પૂરક પ્રોટીન ઓપ્સોનાઇઝેશન દ્વારા ફેગોસાયટોસિસને વેગ આપે છે?
   a) C1 b) C3a c) C3b d) C5a
8. શોથના મુખ્ય ચિહ્નોમાં નીચેનામાંથી કયો સમાવેશ થતો નથી?

a) લાલાશ b) ઠંડક c) સોજો d) દુખાવો

9. શોથના કયા તબક્કામાં ન્યુટ્રોફિલ્સ અને મેક્રોફેજેસ ચેપના સ્થળે પહોંચે છે અને રોગકારક જીવોનો નાશ કરે છે?
   a) પ્રારંભિક તબક્કો b) કોષીય તબક્કો
   c) સમારકામ તબક્કો d) ઉપરમાંથી કોઈ પણ નહિ
10. નીચેનામાંથી કયું એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડનું ઉદાહરણ છે?
   a) ઇન્ટરફેરોન b) ઇન્ટરલ્યુકિન
   c) ડિફેન્સિન d) ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન

જવાબો : 1-c, 2-c, 3-d, 4-b, 5-c, 6-c, 7-c, 8-b, 9-b, 10-c.

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. સહજ પ્રતિરક્ષા અને અનુકૂલનશીલ પ્રતિરક્ષા વચ્ચેનો મુખ્ય તફાવત શું છે?
2. ત્વચા કેવી રીતે રોગકારક જીવો સામે ભૌતિક અવરોધ બનાવે છે?
3. ફેગોસાયટોસિસ પ્રક્રિયાના મુખ્ય તબક્કાઓ કયા છે?
4. મેક્રોફેજેસના મુખ્ય કાર્યો શું છે?
5. ડેંડ્રાઇટિક કોષો સહજ અને અનુકૂલનશીલ પ્રતિરક્ષા વચ્ચે કેવી રીતે કડી બનાવે છે?
6. MHC class I અણુઓ શું છે અને નેચરલ કિલર કોષોની કામગીરીમાં તેમની શું ભૂમિકા છે?
7. એન્ટિબોડી-આધારિત સેલ્યુલર સાયટોટોક્સિસિટી (ADCC) કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
8. પૂરક પ્રણાલીના ત્રણ મુખ્ય માર્ગો કયા છે?
9. ઓપ્સોનાઇઝેશન એટલે શું અને તે ફેગોસાયટોસિસમાં કેવી રીતે મદદ કરે છે?
10. એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ રોગકારક જીવોને કેવી રીતે મારે છે?

લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. શારીરિક અને રાસાયણિક અવરોધો રોગકારક જીવોને શરીરમાં પ્રવેશતા કેવી રીતે અટકાવે છે તે ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર સમજાવો.
2. ફેગોસાયટીક કોષોના પ્રકારો, તેમના કાર્યો અને તેઓ સહજ પ્રતિરક્ષામાં કેવી રીતે ફાળો આપે છે તેનું વિગતવાર વર્ણન કરો.
3. નેચરલ કિલર (NK) કોષો કેવી રીતે કાર્ય કરે છે, તેઓ કયા પ્રકારના કોષોને નિશાન બનાવે છે અને વાયરલ ચેપ અને કેન્સર સામે રક્ષણમાં તેમની ભૂમિકાનું વિગતવાર વર્ણન કરો.
4. પૂરક પ્રણાલી શું છે, તે કેવી રીતે સક્રિય થાય છે, તેના મુખ્ય કાર્યો કયા છે અને તે સહજ અને અનુકૂલનશીલ પ્રતિરક્ષામાં કેવી રીતે ફાળો આપે છે તેનું વિગતવાર વર્ણન કરો.
5. શોથ (inflammation) શું છે, તેના મુખ્ય ચિહ્નો કયા છે, તેના વિવિધ તબક્કાઓ કયા છે અને દરેક તબક્કામાં કઈ ઘટનાઓ બને છે તેનું વિગતવાર વર્ણન કરો.

અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા (Adaptive Immunity)

3

3.1 પ્રસ્તાવના

3.2 અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાની વિશેષતાઓ

3.3 એન્ટિજન અને એન્ટિજેનિસિટી

3.4 એન્ટિબોડીઝ : રચના, પ્રકાર અને કાર્યો

3.5 લિમ્ફોસાયટ્સ : 'B' કોષો અને 't' કોષો

3.6 પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયામાં મેજર હિસ્ટોકંપેટિબિલિટી કોમ્પ્લેક્સ

3.7 એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ અને 't' કોષ સક્રિયકરણ

3.8 સારાંશ

3.9 સ્વાધ્યાય

3.1. પ્રસ્તાવના :

આપણે બધા જાણીએ છીએ કે આપણું શરીર એક અદ્ભૂત મશીન છે, જે સતત બહારના હુમલાઓ સામે લડતું રહે છે. આ લડાઈમાં આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ એક બહાદુર સૈનિકની જેમ કામ કરે છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિ બે પ્રકારની હોય છે : જન્મજાત (innate) અને અનુકૂલી (adaptive). જન્મજાત પ્રતિકાર આપણી પ્રથમ રક્ષણ પંક્તિ છે, જે બધાં જ પ્રકારના રોગાણુઓ સામે લડે છે. પરંતુ જ્યારે કોઈ રોગાણુ આ પ્રથમ પંક્તિને ભેદી નાખે છે, ત્યારે અનુકૂલી પ્રતિકાર સક્રિય થાય છે.

અનુકૂલી પ્રતિકાર એ એક શક્તિશાળી શસ્ત્ર છે જે ચોક્કસ રોગાણુને ઓળખી શકે છે અને તેનો નાશ કરી શકે છે. આ એકમમાં આપણે આ અદ્ભૂત શક્તિના રહસ્યો ઉકેલીશું. આપણે શીખીશું કે કેવી રીતે અનુકૂલી પ્રતિકાર ચોક્કસ રોગાણુઓને ઓળખે છે, કેવી રીતે તે વિવિધ પ્રકારના શસ્ત્રો (જેમ કે એન્ટિબોડીઝ)નો ઉપયોગ કરે છે અને કેવી રીતે તે ભવિષ્યના હુમલા માટે પ્રતિરક્ષા ગોઠવે છે જેથી ભવિષ્યમાં તે જ રોગાણુનો ઝડપથી નાશ કરી શકે.

આપણે એન્ટિજન અને એન્ટિજેનિસિટી વિશે પણ શીખીશું, જે રોગાણુના એવા ભાગો છે જે અનુકૂલી પ્રતિકારને સક્રિય કરે છે. એન્ટિબોડીઝ, જે અનુકૂલી પ્રતિકાર દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં શસ્ત્રો છે, તેની રચના, પ્રકારો અને કાર્યો વિશે પણ ઊંડાણપૂર્વક ચર્ચા કરીશું.

આ એકમમાં આપણે લિમ્ફોસાઇટ્સ, ખાસ કરીને 'B' કોશિકાઓ અને 't' કોશિકાઓ જે અનુકૂલી પ્રતિકારના મુખ્ય ખેલાડીઓ છે તેના વિશે પણ માહિતી મેળવીશું. આપણે જોઈશું કે કેવી રીતે આ કોશિકાઓ રોગાણુઓને ઓળખે છે, કેવી રીતે તેઓ સક્રિય થાય છે અને કેવી રીતે તેઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિના અન્ય ભાગો સાથે સહકાર સાધે છે.

છેલ્લે, આપણે મેજર હિસ્ટોકંપેટિબિલિટી કોમ્પ્લેક્સ (MHC)ની ભૂમિકા વિશે જાણીશું, જે રોગાણુના ભાગોને 't' કોશિકાઓ સમક્ષ રજૂ કરે છે. એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ અને 't' સેલ સક્રિયકરણ એ અનુકૂલી પ્રતિકારના મહત્ત્વપૂર્ણ પાસા છે, જેના વિશે આપણે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

આ એકમના અંતે, તમને અનુકૂલી પ્રતિકારની ઊંડી સમજણ મળશે, જે તમને શરીર કેવી રીતે રોગો સામે લડે છે તે સમજવામાં મદદ કરશે. આ જ્ઞાન માત્ર તમારી શૈક્ષણિક કારકિર્દી માટે જ નહીં, પરંતુ તમારા પોતાના સ્વાસ્થ્ય માટે પણ મહત્ત્વપૂર્ણ છે. તો હવે આપણે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાનો વિસ્તૃત અભ્યાસ કરીએ.

પરિચય :

અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા એ રોગપ્રતિકારક તંત્રનો એક ભાગ છે જે ચોક્કસ રોગજન્ય સજીવો સામે લડતા શીખે છે અને વિકાસ કરે છે. તે જન્મજાત પ્રતિરક્ષાથી અલગ છે, જે બિન-વિશિષ્ટ અને જન્મથી હાજર હોય છે. અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા બે પ્રકારના કોષો દ્વારા મધ્યસ્થી કરે છે : t કોષો અને B કોષો.

અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાનો ખ્યાલ 19મી સદીના અંતમાં ઇમિલ વાન બેહરિંગ અને શિબાકિશ્નિન કિટાસાતો નામના વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા શોધ કરવામાં આવી હતી કે, ડિપ્થેરિયા અથવા ટિટાનસથી સાજા થયેલા પ્રાણીઓના લોહીના સીરમમાં એવાં પદાર્થો હોય છે જે ઝેરને બેઅસર કરી શકે છે. આ પદાર્થોને પાછળથી એન્ટિબોડીઝ તરીકે ઓળખવામાં આવ્યા હતા.

3.2. અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાની વિશેષતાઓ : (Characteristics of Adaptive Immunity) :

આપણે પ્રસ્તાવનામાં જોયું કે, અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાનું મહત્ત્વ કેટલું છે. આપણે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાની વિશિષ્ટતા, વિવિધતા, સ્મૃતિ, અને આત્મ/બિન-આત્મ ભેદભાવ આમ, મુખ્ય ચાર વિશેષતાઓનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું :

1. વિશિષ્ટતા (Specificity) :

અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાની સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ વિશેષતા તેની અદ્ભૂત વિશિષ્ટતા છે. આનો અર્થ એ છે કે તે દરેક રોગાણુ પછી ભલે તે બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ કે પરોપજીવી હોય, તેને ચોક્કસ રીતે ઓળખી શકે છે અને તેનો નાશ કરવા માટે ખાસ પ્રતિક્રિયા બનાવે છે. આ ચોક્કસાઈ લિમ્ફોસાયટ્સ નામના કોષો દ્વારા શક્ય બને છે. લિમ્ફોસાયટ્સ, ખાસ કરીને B કોષો અને t કોષો તેની સપાટી પર વિશિષ્ટ રિસેપ્ટર્સ ધરાવે છે જે ફક્ત ચોક્કસ રોગાણુના ચોક્કસ ભાગને એન્ટિજન કહેવાય છે, તેને જ તે ઓળખી શકે છે. આ પ્રક્રિયા તાળા અને ચાવી જેવી છે, જ્યાં દરેક ચાવી (રિસેપ્ટર) ફક્ત ચોક્કસ તાળા (એન્ટિજન)ને જ ખોલી શકે છે.

2. વિવિધતા (Diversity) :

આપણા શરીરમાં અબજો લિમ્ફોસાયટ્સ હોય છે અને દરેક લિમ્ફોસાયટ્સ એક અલગ પ્રકારના રોગાણુને ઓળખવા માટે સક્ષમ હોય છે. આ અવિશ્વસનીય વિવિધતા જનીનોમાં થતાં ફેરફારો અને પુનઃસંયોજનની પ્રક્રિયા દ્વારા પ્રાપ્ત થાય છે, જેના પરિણામે દરેક લિમ્ફોસાયટ્સમાં અનન્ય રિસેપ્ટર્સ બને છે. આ વિવિધતાને કારણે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા લગભગ કોઈ પણ પ્રકારના રોગાણુ પછી ભલે તે ગમે તેટલો નવો કે અજાણ્યો હોય, સામે લડવા માટે સક્ષમ બને છે. આ વિવિધતા એ અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાની શક્તિનો પાયો છે.

3. સ્મૃતિ (Memory) :

જ્યારે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા કોઈ રોગાણુનો પ્રથમ વખત સામનો કરે છે, ત્યારે તે રોગાણુની 'રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ' બનાવે છે. આનો અર્થ એ છે કે લિમ્ફોસાયટ્સ, જે તે રોગાણુ સામે લડ્યા હતા, તે 'સ્મૃતિ કોષો'માં રૂપાંતરિત થાય છે અને લાંબા સમય સુધી શરીરમાં જીવિત રહે છે. જો તે જ રોગાણુ ફરીથી શરીરમાં પ્રવેશે, તો આ સ્મૃતિ કોષો ખૂબ ઝડપથી અને અસરકારક રીતે પ્રતિક્રિયા આપી શકે છે, રોગ થતાં પહેલા જ તેનો નાશ કરી શકે છે. આ સ્મૃતિને કારણે જ રસીકરણ શક્ય બને છે, જ્યાં નબળા અથવા મૃત રોગાણુઓને શરીરમાં દાખલ કરવામાં આવે છે જેથી અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા તેમની સ્મૃતિ બનાવી શકે અને ભવિષ્યમાં તે રોગાણુઓ સામે રક્ષણ પૂરું પાડી શકે.

4. આત્મ/બિન-આત્મ ભેદભાવ (Self/Non-self Discrimination) :

અનુકૂલી પ્રતિરક્ષામાં આપણા પોતાના શરીરના કોષો (આત્મ) અને બહારના રોગાણુઓ (બિન-આત્મ) વચ્ચે ભેદ કરવાની અદ્ભૂત ક્ષમતા હોય છે. આ ક્ષમતા ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે, કારણ કે જો અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા આપણા પોતાના શરીરના કોષો પર હુમલો કરે તો તે ગંભીર ઓટોઇમ્યુન 'B'મારીઓનું કારણ બની શકે છે. આ ભેદભાવ લિમ્ફોસાયટ્સના વિકાસ અને પરિપક્વતા દરમિયાન થતી કડક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા સુનિશ્ચિત થાય છે. જે લિમ્ફોસાયટ્સ પોતાના શરીરના કોષો પર પ્રતિક્રિયા આપે છે તે કાં તો નાશ પામે છે અથવા નિષ્ક્રિય થઈ જાય છે.

આ ચાર વિશેષતાઓ, વિશિષ્ટતા, વિવિધતા, સ્મૃતિ અને આત્મ/બિન-આત્મ ભેદભાવ, અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાને રોગો સામે લડવા માટે એક અતિ શક્તિશાળી અને અનુકૂલનશીલ શસ્ત્ર બનાવે છે. તે આપણને રોગોથી રક્ષણ આપે છે અને સ્વસ્થ જીવન જીવવામાં મદદ કરે છે. હવે આપણે આગળ એન્ટિજન અને એન્ટિજેનિસિટીનો અભ્યાસ કરીશું, જે રોગાણુના એવા ભાગો છે જે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાને સક્રિય કરે છે અને આ સમગ્ર પ્રક્રિયામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

3.3. એન્ટિજન અને એન્ટિજેનિસિટી (Antigens and Antigenicity) :

અગાઉ આપણે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાની ચાર મુખ્ય વિશેષતાઓનો અભ્યાસ કર્યો હતો અને તે કેવી રીતે રોગો સામે લડવામાં મદદ કરે છે તે સમજ્યા હતા. એન્ટિજન અને એન્ટિજેનિસિટી આ બે ખ્યાલો અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાને સક્રિય કરવામાં કેન્દ્રિય ભૂમિકા ભજવે છે અને રોગાણુઓ સામે લડવાની આપણી ક્ષમતાના આધારસ્તંભ છે.

એન્ટિજન (Antigen) :

સરળ શબ્દોમાં કહીએ તો, એન્ટિજન એ કોઈપણ પદાર્થ છે જે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાને પ્રતિક્રિયા આપવા માટે ઉત્તેજિત કરી શકે છે, જેના પરિણામે એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન થાય છે અથવા t કોષો સક્રિય થાય છે. એન્ટિજન સામાન્ય રીતે રોગાણુના ભાગો હોય છે, જેમ કે :

બેક્ટેરિયા: બેક્ટેરિયામાં એન્ટિજન તરીકે કાર્ય કરી શકતા ભાગોમાં કોષ દિવાલના ઘટકો (જેમ કે પેપ્ટીડોગ્લાયકેન), ફ્લેજેલા (પૂંછડી જેવા ભાગો જે ગતિશીલતા માટે જવાબદાર છે), અને ઝેર (જે બેક્ટેરિયા દ્વારા ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે અને યજમાનને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે) શામેલ છે.

વાયરસ : વાયરસના કૅપ્સિડ (પ્રોટીન આવરણ) અથવા સ્પાઇક પ્રોટીન

ફૂગ : કોષ દિવાલના ઘટકો (દા.ત., કાઈટિન)

પરોપજીવી : સપાટી પરના પ્રોટીન અથવા ઉત્સર્જિત પદાર્થો

જોકે, એન્ટિજન ફક્ત રોગાણુઓ સુધી મર્યાદિત નથી. તે એવાં પદાર્થો પણ હોઈ શકે છે જે શરીરમાં કુદરતી રીતે બનતા નથી, જેમ કે :

- **રસાયણો** : અમુક દવાઓ, ઔદ્યોગિક રસાયણો
- **ખોરાકના ઘટકો** : ગ્લુટેન, લેક્ટોઝ (અમુક લોકોમાં)
- **પર્યાવરણીય ઘટકો**: પરાગ રજ, ધૂળના રજકણો અને પાળતુ પ્રાણીઓના વાળ/ખોડો

એન્ટિજનના બે મુખ્ય પ્રકારો છે, જે તેમની પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા શરૂ કરવાની ક્ષમતાના આધારે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે :

- **સંપૂર્ણ એન્ટિજન (Complete Antigens) :** આ એન્ટિજન સ્વતંત્ર રીતે જ એટલે કે, કોઈ અન્ય વાહક અણુની મદદ વગર પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા શરૂ કરી શકે છે. તેમની પાસે બે મહત્ત્વપૂર્ણ ગુણધર્મો હોય છે : **ઇમ્યુનોજેનિસિટી (Immunogenicity)** - પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને પ્રેરિત કરવાની ક્ષમતા અને **રિએક્ટિવિટી (Reactivity)** - ઉત્પન્ન થયેલા એન્ટિબોડીઝ અથવા સક્રિય t કોષો સાથે પ્રતિક્રિયા કરવાની ક્ષમતા. મોટા ભાગના પ્રોટીન અને કેટલાંક પોલિસેકેરાઇડ્સ સંપૂર્ણ એન્ટિજન તરીકે કાર્ય કરે છે.

- **અપૂર્ણ એન્ટિજન (Incomplete Antigens or Haptens) :** આ એન્ટિજન નાના અણુઓ હોય છે જે પોતાની જાતે પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા શરૂ કરી શકતા નથી. તેમની પાસે રિએક્ટિવિટી તો હોય છે, પરંતુ ઇમ્યુનોજેનિસિટી હોતી નથી. જોકે, જ્યારે તેઓ શરીરના કોઈ મોટા વાહક અણુ, જેમ કે પ્રોટીન સાથે જોડાય છે, ત્યારે તેઓ સંકુલ બનાવે છે જે પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને ઉત્તેજિત કરી શકે છે. આ સંકુલને હેપ્ટેન-કેરિયર સંકુલ કહેવામાં આવે છે. પેનિસિલિન જેવી દવાઓ, અમુક રસાયણો અને ઝેર આઇવી (Poison Ivy)માં રહેલા તેલ હેપ્ટેન્સના ઉદાહરણો છે.

એન્ટિજેનિસિટી (Antigenicity) :

એન્ટિજેનિસિટી એ એન્ટિજનની અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાને પ્રતિક્રિયા આપવા માટે ઉત્તેજિત કરવાની ક્ષમતા છે. બીજાશબ્દોમાં કહીએ તો તે એન્ટિજનની પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા શરૂ કરવાની એટલે કે, એન્ટિબોડીઝ ઉત્પાદન અથવા t કોષો સક્રિયકરણને પ્રેરિત કરવાની ક્ષમતાનો માપદંડ છે.

એન્ટિજેનિસિટીને પ્રભાવિત કરતા મુખ્ય પરિબળો નીચે મુજબ છે :

- **એન્ટિજનનું કદ** : સામાન્ય રીતે મોટા એન્ટિજન નાના એન્ટિજન કરતા વધુ એન્ટિજેનિક હોય છે, કારણ કે મોટા એન્ટિજનમાં વધુ એપિટોપ્સ (એન્ટિજનના એવા ભાગો જે એન્ટિબોડીઝ અથવા t કોષ રિસેપ્ટર્સ દ્વારા ઓળખાય છે) હોવાની સંભાવના હોય છે.

- **એન્ટિજનની જટિલતા** : જટિલ એન્ટિજન જેમ કે પ્રોટીન, જેમાં વિવિધ એમિનો એસિડની બનેલી જટિલ રચના હોય છે, તે સામાન્ય રીતે સરળ એન્ટિજન જેમ કે લિપિડ્સ અથવા સરળ પોલિસેકેરાઇડ્સ, કરતા વધુ એન્ટિજેનિક હોય છે.

- **એન્ટિજનની રાસાયણિક પ્રકૃતિ** : પ્રોટીન એ સૌથી વધુ એન્ટિજેનિક પદાર્થો છે, કારણ કે તેમની જટિલ રચના અને એમિનો એસિડની વિવિધતાને કારણે તે ઘણા બધા અલગ અલગ એપિટોપ્સ ધરાવે છે. પોલિસેકેરાઇડ્સ અને લિપિડ્સ ઓછા એન્ટિજેનિક હોય છે. ન્યુક્લિક એસિડ સામાન્ય રીતે નબળા એન્ટિજેન હોય છે.

- **એન્ટિજનની 'બિન-આત્મ'તા** : એન્ટિજન જેટલા વધુ 'બિન-આત્મ'(શરીરના પોતાના ઘટકોથી આનુવંશિક રીતે અલગ) હોય છે, તેટલા વધુ એન્ટિજેનિક હોય છે. અનુકૂલી

પ્રતિરક્ષા આત્મ અને બિન-આત્મ વચ્ચે ભેદ પારખવા માટે સક્ષમ હોય છે અને તે બિન-આત્મ પદાર્થો સામે વધુ મજબૂત પ્રતિક્રિયા આપે છે.

- **પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા આપનાર વ્યક્તિનું આનુવંશિક બંધારણ** : વ્યક્તિનું આનુવંશિક બંધારણ પણ એન્ટિજેનિસિટીને પ્રભાવિત કરી શકે છે. અમુક વ્યક્તિઓ અમુક એન્ટિજન સામે વધુ મજબૂત પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા આપે છે, જ્યારે અન્ય વ્યક્તિઓમાં તે એન્ટિજન સામે નબળી પ્રતિક્રિયા જોવા મળે છે.

એન્ટિજન અને એન્ટિજેનિસિટી અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાની કાર્યપ્રણાલીના કેન્દ્રમાં છે. રોગાણુઓ પર રહેલા એન્ટિજનને ઓળખીને અને તેની એન્ટિજેનિસિટીના આધારે પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા શરૂ કરીને અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા શરીરને ચેપ અને રોગોથી રક્ષણ આપે છે.

3.4. એન્ટિબોડીઝ : રચના, પ્રકાર અને કાર્યો (Antibodies : Structure, types, and Functions) :

આપણે અગાઉના ભાગમાં એન્ટિજન અને એન્ટિજેનિસિટી વિશે શીખ્યા, જે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાને સક્રિય કરવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ ઉત્તેજકો તરીકે કાર્ય કરે છે. હવે આપણે એન્ટિબોડીઝ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. એન્ટિબોડીઝ એ અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા દ્વારા એન્ટિજનના પ્રતિભાવમાં ઉત્પન્ન થતાં વિશિષ્ટ પ્રોટીન છે જે રોગાણુઓનો નાશ કરવામાં અને શરીરને ચેપ અને રોગોથી રક્ષણ પૂરું પાડવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

એન્ટિબોડીઝ શું છે અને તે કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે?

એન્ટિબોડીઝ, જેને ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન (Immunoglobulins - Ig) પણ કહેવામાં આવે છે, તે ગ્લાયકોપ્રોટીન (Glycoproteins) છે જે B લિમ્ફોસાયટ્સના પ્લાઝ્મા કોષો (Plasma Cells) દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. જ્યારે કોઈ એન્ટિજન શરીરમાં પ્રવેશે છે, ત્યારે તે B કોષોને સક્રિય કરે છે. આ સક્રિય B કોષો બે પ્રકારના કોષોમાં વિભાજિત થાય છે :

1. **પ્લાઝ્મા કોષો (Plasma Cells) :** આ કોષો ટૂંકાગાળાના હોય છે અને મોટી માત્રામાં એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન કરે છે જે ચોક્કસ એન્ટિજનને ઓળખે છે જેણે B કોષને સક્રિય કર્યો હતો.
2. **સ્મૃતિ B કોષો (Memory B Cells) :** આ કોષો લાંબા સમય સુધી જીવિત રહે છે અને તે ચોક્કસ એન્ટિજનની 'સ્મૃતિ' જાળવી રાખે છે. જો તે જ એન્ટિજન ફરીથી શરીરમાં પ્રવેશે તો આ સ્મૃતિ B કોષો ઝડપથી પ્લાઝ્મા કોષોમાં વિભાજિત થઈ શકે છે અને એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન શરૂ કરી શકે છે, જેનાથી ઝડપી અને વધુ અસરકારક પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા થાય છે.

એન્ટિબોડીઝની જટિલ રચના :

એન્ટિબોડીઝ 'Y' આકારના અણુઓ છે જે ચાર પોલિપેપ્ટાઇડ સાંકળોથી બનેલા હોય છે :

- **બે ભારે સાંકળો (Heavy Chains - H) :** આ સાંકળો લાં'B' હોય છે અને લગભગ 440 એમિનો એસિડ ધરાવે છે. ભારે સાંકળનો સ્થિર પ્રદેશ (Constant Region) એન્ટિબોડીના આઇસોટાઇપ (Isotype) અથવા પ્રકારને નિર્ધારિત કરે છે (જેમ કે IgG, IgM, IgA, IgD, IgE).
- **બે હળવી સાંકળો (Light Chains - L) :** આ સાંકળો ટૂંકી હોય છે અને લગભગ 220 એમિનો એસિડ ધરાવે છે. હળવી સાંકળો બે પ્રકારની હોય છે : કપ્પા (κ) અને લેમ્બડા (λ). કોઈ પણ એન્ટિબોડીમાં કાં તો બે કપ્પા સાંકળો હોય છે અથવા બે લેમ્બડા સાંકળો હોય છે, ક્યારેય બંનેનું મિશ્રણ હોતું નથી.

આ ચારેય સાંકળો ડાઇસલ્ફાઇડ બોન્ડ (Disulfide Bonds) દ્વારા એક'B'જા સાથે જોડાયેલી હોય છે. દરેક સાંકળમાં બે પ્રદેશો હોય છે :

- **ચલ પ્રદેશ (Variable Region - V) :** આ પ્રદેશ એન્ટિબોડીના ટોચના ભાગમાં 'Y'ના બંને છેડા પર હોય છે અને એન્ટિજન સાથે જોડાય છે. દરેક એન્ટિબોડીમાં બે ચલ પ્રદેશ હોય છે, એક ભારે સાંકળ પર અને એક હળવી સાંકળ પર. આ પ્રદેશમાં એમિનો એસિડનો ક્રમ અત્યંત વૈવિધ્યસભર હોય છે, જે એન્ટિબોડીની એન્ટિજનને ઓળખવાની વિશિષ્ટતા નક્કી કરે છે. ચલ પ્રદેશમાં હાયપરવેરિયેબલ પ્રદેશો (Hypervariable Regions) અથવા કોમ્પ્લીમેન્ટરિટી ડિટરમાઇનિંગ રિજન્સ (Complementarity Determining Regions - CDRs) હોય છે જે એન્ટિજન પરના એપિટોપ (Epitope) સાથે સીધા સંપર્કમાં આવે છે.
- **સ્થિર પ્રદેશ (Constant Region - C) :** આ પ્રદેશ એન્ટિબોડીના નીચેના ભાગમાં 'Y'ના થડમાં હોય છે અને એન્ટિબોડીના જૈવિક કાર્યો નક્કી કરે છે, જેમ કે પૂરક પ્રણાલીને સક્રિય કરવી અથવા ફેગોસાયટ્સ સાથે જોડાવું. ભારે સાંકળનો સ્થિર પ્રદેશ એન્ટિબોડીના પ્રકારને નિર્ધારિત કરે છે.

એન્ટિબોડીઝના વિવિધ પ્રકારો અને તેમના વિશિષ્ટ કાર્યો :

એન્ટિબોડીઝને તેમની ભારે સાંકળના સ્થિર પ્રદેશના આધારે પાંચ મુખ્ય પ્રકારોમાં (આઇસોટાઇપ્સ) વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે :

- **IgG (Immunoglobulin G) :** સૌથી વધુ પ્રમાણમાં જોવા મળતો એન્ટિબોડી (લગભગ 75-80%). તે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને ઝેરને નિષ્ક્રિય કરી શકે છે. તે ગર્ભનાળ (Placenta)ને પાર કરી શકે છે અને નવજાત શિશુને નિષ્ક્રિય પ્રતિરક્ષા (Passive Immunity) પૂરી પાડે છે. IgG ગૌણ પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા (Secondary Immune Response)માં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે.

- **IgM (Immunoglobulin M) :** આ એન્ટિબોડી સામાન્ય રીતે પેન્ટામર (Pentamer) સ્વરૂપમાં હોય છે, એટલે કે તે પાંચ ‘Y’ આકારના એન્ટિબોડીઝનું બનેલું હોય છે. તે પ્રાથમિક પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા (Primary Immune Response) દરમિયાન સૌ પ્રથમ ઉત્પન્ન થાય છે. તે બેક્ટેરિયાને એકઠા કરીને (એગ્ગ્લુટિનેશન) તેમનો નાશ કરવામાં અને પૂરક પ્રણાલીને સક્રિય કરવામાં અત્યંત અસરકારક છે.

- **IgA (Immunoglobulin A) :** આ એન્ટિબોડી મુખ્યત્વે લાળ, આંસુ, શ્વસન માર્ગ, પાચનતંત્ર અને જનન માર્ગના શ્લેષ્મ સ્તરમાં જોવા મળે છે. તે આ માર્ગો દ્વારા શરીરમાં પ્રવેશતા રોગાણુઓ સામે રક્ષણ આપે છે. તે ડાઇમર (Dimer) સ્વરૂપમાં પણ જોવા મળે છે, એટલે કે બે ‘Y’ આકારના એન્ટિબોડીઝનું બનેલું.

- **IgD (Immunoglobulin D) :** આ એન્ટિબોડી મુખ્યત્વે B કોષોની સપાટી પર રિસેપ્ટર તરીકે જોવા મળે છે અને તેમને સક્રિય કરવામાં મદદ કરે છે. તેનું ચોક્કસ કાર્ય હજુ પણ સંશોધનનો વિષય છે.

- **IgE (Immunoglobulin E) :** આ એન્ટિબોડી એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓ (Allergic Reactions) અને પરોપજીવીઓ (Parasites) સામેની પ્રતિક્રિયાઓમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તે માસ્ટ કોષો (Mast Cells) અને બેસોફિલ્સ (Basophils) નામના કોષો સાથે જોડાય છે, જે એલર્જનના સંપર્કમાં આવતા હિસ્ટામાઇન (Histamine) જેવાં પદાર્થો મુક્ત કરે છે, જેના પરિણામે એલર્જીના લક્ષણો જોવા મળે છે.

એન્ટિબોડીઝના રોગપ્રતિકારક કાર્યો :

એન્ટિબોડીઝ વિવિધ પદ્ધતિઓ દ્વારા રોગાણુઓનો નાશ કરે છે અને શરીરને ચેપ અને રોગોથી રક્ષણ આપે છે :

- **તટસ્થીકરણ (Neutralization) :** એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજન સાથે જોડાઇને તેને કોષોમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે અને તેના ઝેરી પ્રભાવોને નિષ્ક્રિય કરે છે. વાયરસ અને બેક્ટેરિયલ ઝેરને નિષ્ક્રિય કરવામાં આ પદ્ધતિ ખાસ કરીને મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

- **એગ્ગ્લુટિનેશન (Agglutination) :** એન્ટિબોડીઝ ખાસ કરીને IgM, બહુવિધ એન્ટિજન સાથે જોડાઇને રોગાણુઓને એકઠા કરે છે અને એક ઝૂમખું બનાવે છે. આ ઝૂમખાને ફેગોસાયટ્સ (Phagocytes) દ્વારા સરળતાથી ઓળખી શકાય છે અને તેમનો નાશ કરી શકાય છે.

- **વરસાદ (Precipitation) :** એન્ટિબોડીઝ દ્રાવ્ય એન્ટિજન (Soluble Antigens) સાથે જોડાઇને અદ્રાવ્ય સંકુલ બનાવે છે, જે ફેગોસાયટ્સ દ્વારા સરળતાથી દૂર કરી શકાય છે.

- **પૂરક સક્રિયકરણ (Complement Activation) :** એન્ટિબોડીઝ ખાસ કરીને IgG અને IgM, પૂરક પ્રણાલીને સક્રિય કરી શકે છે. પૂરક પ્રણાલી એ રક્તમાં રહેલાં પ્રોટીનનો એક સમૂહ છે જે રોગાણુઓના કોષ પટલમાં છિદ્રો બનાવીને તેમનો નાશ કરે છે, રોગાણુઓને ફેગોસાયટોસિસ માટે ચિહ્નિત કરે છે. ઓપ્સોનાઇઝેશન અને બળતરા પ્રતિભાવ (Inflammatory Response)ને ઉત્તેજિત કરે છે.
- **ઓપ્સોનાઇઝેશન (Opsonization) :** એન્ટિબોડીઝ રોગાણુઓની સપાટી પર ચોંટી જાય છે, તેમને ફેગોસાયટ્સ, જેવાં કે મેક્રોફેજ અને ન્યુટ્રોફિલ્સ દ્વારા ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા (ફેગોસાયટોસિસ) માટે સરળ બનાવે છે. એન્ટિબોડીઝ એક 'પુલ' તરીકે કામ કરે છે જે રોગાણુ અને ફેગોસાઇટને જોડે છે.

આમ, એન્ટિબોડીઝ એ અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાના અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ અને શક્તિશાળી શસ્ત્રો છે જે શરીરને ચેપ, રોગો અને નુકસાનકારક પદાર્થોથી રક્ષણ આપે છે. તેમની જટિલ રચના, વિવિધ પ્રકારો અને બહુવિધ કાર્યોની સમજણ આપણને અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તેની ઊંડી અને વિસ્તૃત સમજ આપે છે. આ જ્ઞાન નવી સારવાર પદ્ધતિઓ, દવાઓ અને રસીઓ વિકસાવવામાં પણ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

3.5. લિમ્ફોસાયટ્સ : 'B' કોષો અને ટી કોષો (Lymphocytes : B Cells and t Cells)

લિમ્ફોસાયટ્સ એ શ્વેત રક્ત કોષો (White Blood Cells - WBCs)નો એક પ્રકાર છે જે રોગાણુઓને ઓળખવા, તેના પર પ્રતિક્રિયા આપવા અને તેને યાદ રાખવા માટે જવાબદાર છે. લિમ્ફોસાયટ્સના બે મુખ્ય પ્રકાર છે : 'B' કોષો (B Cells) અને 't' કોષો (t Cells).

'B' કોષો (B Cells) :

- **ઉત્પત્તિ અને પરિપક્વતા** : 'B' કોષો અસ્થિ મજ્જા (Bone Marrow)માં ઉત્પન્ન થાય છે અને ત્યાં જ પરિપક્વ થાય છે.
- **કાર્ય** : 'B' કોષોનું મુખ્ય કાર્ય એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન કરવાનું છે. જ્યારે કોઈ 'B' કોષ કોઈ એન્ટિજનને ઓળખે છે જે તેના સપાટી પરના રિસેપ્ટર (B Cell Receptor - BCR) સાથે બંધ બેસે છે, ત્યારે તે સક્રિય થાય છે. સક્રિય 'B' કોષો બે પ્રકારના કોષોમાં વિભાજિત થાય છે :
    - **પ્લાઝ્મા કોષો (Plasma Cells) :** એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરતાં કોષો.

- **સ્મૃતિ 'B' કોષો (Memory B Cells) :** લાંબા સમય સુધી જીવિત રહેતા કોષો જે તે ચોક્કસ એન્ટિજનને 'યાદ' રાખે છે, જેનાથી ભવિષ્યમાં તે એન્ટિજન સામે ઝડપી અને વધુ અસરકારક પ્રતિક્રિયા શક્ય બને છે.

- **'B' કોષ રિસેપ્ટર (BCR) :** 'B' કોષની સપાટી પર રહેલા રિસેપ્ટર જે એન્ટિજનને ઓળખે છે. BCR વાસ્તવમાં એન્ટિબોડી (મુખ્યત્વે IgM અને IgD)નું એક સ્વરૂપ છે જે કોષ પટલ સાથે જોડાયેલ હોય છે.

't' કોષો (t Cells) :

- **ઉત્પત્તિ અને પરિપક્વતા** : 't' કોષો પણ અસ્થિ મજ્જામાં ઉત્પન્ન થાય છે, પરંતુ તેઓ થાઇમસ (thymus) નામની ગ્રંથિમાં પરિપક્વ થાય છે.
- **કાર્ય** : 't' કોષો બે મુખ્ય પ્રકારના હોય છે, જેમના કાર્યો ભિન્ન હોય છે :
    - **સહાયક ટી કોષો (Helper t Cells - CD4+) :** આ કોષો અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષો, જેમ કે 'B' કોષો અને સાયટોટોક્સિક ટી કોષોને સક્રિય કરવામાં મદદ કરે છે. તેઓ સાયટોકાઇન્સ (Cytokines) નામના પ્રોટીન મુક્ત કરે છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રિત કરે છે.
    - **સાયટોટોક્સિક** 't' **કોષો (Cytotoxic t Cells - CD8+) :** આ કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સર કોષોને સીધા જ ઓળખીને તેમનો નાશ કરે છે.
- 't' **કોષ રિસેપ્ટર (tCR) :** 't' કોષની સપાટી પર રહેલા રિસેપ્ટર જે એન્ટિજનને ઓળખે છે. tCR, BCRથી વિપરીત, મુક્ત એન્ટિજનને ઓળખી શકતા નથી. તેઓ ફક્ત એન્ટિજનના ટુકડાઓ (પેપ્ટાઇડ્સ)ને ઓળખી શકે છે જે મેજર હિસ્ટોકંપેટિબિલિટી કોમ્પ્લેક્સ (Major Histocompatibility Complex - MHC) નામના અણુઓ દ્વારા કોષની સપાટી પર રજૂ કરવામાં આવે છે.

MHC અણુઓ :

- **બે પ્રકાર** : MHC વર્ગ I (MHC Class I) અને MHC વર્ગ II (MHC Class II).
- **કાર્ય** : MHC અણુઓ એન્ટિજનના ટુકડાઓને 't' કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે.
    - **MHC વર્ગ I :** મોટાભાગના કોષોની સપાટી પર જોવા મળે છે અને કોષની અંદર ઉત્પન્ન થતાં એન્ટિજનના ટુકડાઓ (દા.ત., વાયરલ પ્રોટીન) ને CD8+ સાયટોટોક્સિક 't' કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે.

- **MHC વર્ગ II :** ફક્ત એન્ટિજન-પ્રસ્તુત કોષો (Antigen-Presenting Cells - APCs)ની સપાટી પર જોવા મળે છે, જેમ કે મેક્રોફેજ, ડેન્ડ્રિટિક કોષો અને 'B' કોષો. તેઓ કોષની બહારથી ગ્રહણ કરાયેલા એન્ટિજનના ટૂકડાઓ (દા.ત., બેક્ટેરિયલ પ્રોટીન) ને CD4+ સહાયક ટી કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે.

'B' કોષો અને 't' **કોષો વચ્ચેનો તફાવત** :

લક્ષણ	**'B' કોષો (B Cells)**	't' **કોષો (t Cells)**
ઉત્પત્તિ	અસ્થિ મજ્જા (Bone Marrow)	અસ્થિ મજ્જા (Bone Marrow)
પરિપક્વતા	અસ્થિ મજ્જા (Bone Marrow)	થાઇમસ (thymus)
કાર્ય	એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન	સહાયક અને સાયટોટોક્સિક કાર્યો
એન્ટિજન ઓળખ	BCR દ્વારા મુક્ત એન્ટિજન	tCR દ્વારા MHC સાથે રજૂ કરાયેલા એન્ટિજનના ટૂકડાઓ
સ્મૃતિ કોષો	હા	હા
મુખ્ય પ્રકાર	પ્લાઝ્મા કોષો, સ્મૃતિ 'B' કોષો	સહાયક ટી કોષો (CD4+), સાયટોટોક્સિક 't' કોષો (CD8+)

'B' કોષો અને 't' કોષો એ અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાના આવશ્યક ઘટકો છે જે શરીરને રોગાણુઓ અને અન્ય નુકસાનકારક પદાર્થોથી રક્ષણ આપે છે. તેમની વચ્ચે સહકાર અને સંકલન એ અસરકારક રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. આ કોષો કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તેની સમજણ આપણને રોગો સામે લડવા અને નવી સારવાર અને રસીઓ વિકસાવવામાં મદદ કરે છે.

3.6. પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયામાં મેજર હિસ્ટોકંપેટિબિલિટી કોમ્પ્લેક્સ :

આપણે 'B' કોષો અને 't' કોષો વિશે શીખ્યા, જે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાના મુખ્ય ખેલાડીઓ છે. હવે આપણે મેજર હિસ્ટોકંપેટિબિલિટી કોમ્પ્લેક્સ (Major Histocompatibility Complex - MHC) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયામાં ખાસ કરીને એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ અને t કોષની સક્રિયતાની કેન્દ્રિય ભૂમિકા ભજવે છે.

મેજર હિસ્ટોકંપેટિબિલિટી કોમ્પ્લેક્સ (MHC) શું છે?

MHC એ **જનીન સંકુલ**(એકબીજા સાથે સંકળાયેલા અને સમાન કાર્યમાં ફાળો આપતા જનીનોનો સમૂહ) છે, જે કોષની સપાટી પર જોવા મળતા MHC અણુઓ નામના પ્રોટીનનું ઉત્પાદન કરે છે. આ અણુઓ એન્ટિજનના ટુકડાઓ (પેપ્ટાઇડ્સ)ને 't' કોષો સમક્ષ રજૂ કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. મનુષ્યમાં MHCને હ્યુમન લ્યુકોસાઇટ એન્ટિજન (Human Leukocyte Antigen - HLA) તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.

MHCના પ્રકાર :

MHC અણુઓના બે મુખ્ય વર્ગ છે :

- **MHC વર્ગ I (MHC Class I) :** આ અણુઓ મોટાભાગના કોષોની સપાટી પર જોવા મળે છે. તેઓ કોષની અંદર ઉત્પન્ન થતાં એન્ટિજનના ટૂકડાઓ જેમ કે, વાયરલ પ્રોટીન અથવા કેન્સર કોષોમાં ઉત્પન્ન થતાં અસામાન્ય પ્રોટીન ને CD8+ સાયટોટોક્સિક 't' કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે.
- **MHC વર્ગ II (MHC Class II) :** આ અણુઓ ફક્ત વિશિષ્ટ એન્ટિજન-પ્રસ્તુત કોષો (Antigen-Presenting Cells - APCs)ની સપાટી પર જોવા મળે છે, જેમાં મેક્રોફેજ, ડેન્ડ્રિટિક કોષો અને 'B' કોષોનો સમાવેશ થાય છે. તેઓ કોષની બહારથી ગ્રહણ કરાયેલા એન્ટિજનના ટૂકડાઓ, જેમ કે બેક્ટેરિયલ પ્રોટીનને CD4+ સહાયક 't' કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે.

MHCની ભૂમિકા :

1. **એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ (Antigen Presentation) :**
    - **MHC વર્ગ I દ્વારા એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ** : જ્યારે કોઈ વાયરસ કોષને સંક્રમિત કરે છે, ત્યારે વાયરલ પ્રોટીન કોષની અંદર ટુકડાઓમાં વિભાજિત થાય છે. આ ટૂકડાઓ MHC વર્ગ I અણુઓ સાથે જોડાય છે અને કોષની સપાટી પર રજૂ થાય છે. CD8+ સાયટોટોક્સિક 't' કોષો પોતાના 't' કોષ રિસેપ્ટર (tCR) દ્વારા આ MHC વર્ગ I-પેપ્ટાઇડ સંકુલને ઓળખે છે અને સંક્રમિત કોષનો નાશ કરે છે.
    - **MHC વર્ગ II દ્વારા એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ** : APCs, જેમ કે મેક્રોફેજ, એન્ડોસાઇટોસિસ (Endocytosis) નામની પ્રક્રિયા દ્વારા બહારના એન્ટિજનને ગ્રહણ કરે છે. આ એન્ટિજનને ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરવામાં આવે છે અને MHC વર્ગ II અણુઓ સાથે જોડવામાં આવે છે. આ MHC વર્ગ II-પેપ્ટાઇડ સંકુલને APCની સપાટી પર રજૂ કરવામાં આવે છે. CD4+ સહાયક 't' કોષો પોતાના tCR

દ્વારા આ સંકુલને ઓળખે છે અને સક્રિય થાય છે. સક્રિય CD4+ સહાયક 't' કોષો પછી સાયટોકાઇન્સ (Cytokines) મુક્ત કરે છે જે 'B' કોષોને એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવા માટે ઉત્તેજિત કરે છે અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે.

2. **t કોષ સક્રિયકરણ (t Cell Activation) :**

   - t કોષોને સક્રિય થવા માટે બે સંકેતોની જરૂર હોય છે :

     - **પ્રથમ સંકેત** : t CR દ્વારા MHC-પેપ્ટાઇડ સંકુલની ઓળખ.

     - **'B' જો સંકેત** : કો-સ્ટિમ્યુલેટરી અણુઓ (Co-stimulatory Molecules) દ્વારા પૂરો પાડવામાં આવે છે જે APC અને t કોષ વચ્ચે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા દરમિયાન વ્યક્ત થાય છે.

   - MHC અણુઓ t કોષ સક્રિયકરણ માટે પ્રથમ અને આવશ્યક સંકેત પૂરો પાડે છે.

3. **આત્મ અને બિન-આત્મ વચ્ચે ભેદ** :

   - MHC અણુઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને શરીરના પોતાના કોષો (આત્મ) અને બહારના રોગાણુઓ (બિન-આત્મ) વચ્ચે ભેદ પારખવામાં મદદ કરે છે. t કોષો થાઇમસમાં પરિપક્વતા દરમિયાન 'શિક્ષિત' થાય છે જેથી તેઓ ફક્ત બિન-આત્મ પેપ્ટાઇડ્સને રજૂ કરતા MHC અણુઓને ઓળખે.

MHC અણુઓ પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયામાં કેન્દ્રિય ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ એન્ટિજનના ટૂકડાઓને t કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે, t કોષોને સક્રિય કરે છે, અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને આત્મ અને બિન-આત્મ વચ્ચે ભેદ પારખવામાં મદદ કરે છે. MHCની કાર્યપ્રણાલીની સમજણ એ રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે સમજવા માટે અને રોગો, પ્રત્યારોપણ (Transplantation) અને સ્વયંપ્રતિરક્ષા (Autoimmunity)ને લગતી નવી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

3.7. એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ અને t કોષ સક્રિયકરણ (Antigen Presentation and t Cell Activation) :

હવે આપણે એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ અને કોષ સક્રિયકરણની પ્રક્રિયા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાના કેન્દ્રમાં છે.

એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ (Antigen Presentation) :

એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ એ એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં એન્ટિજનના ટુકડાઓ (પેપ્ટાઇડ્સ)ને MHC અણુઓ સાથે જોડીને કોષની સપાટી પર રજૂ કરવામાં આવે છે જેથી t કોષો તેમને ઓળખી શકે. આ પ્રક્રિયા બે મુખ્ય માર્ગો દ્વારા થાય છે, જે MHC વર્ગ I અને MHC વર્ગ II સાથે સંકળાયેલા છે :

1. MHC વર્ગ I માર્ગ (MHC Class I Pathway) :

- આ માર્ગ કોષની અંદર ઉત્પન્ન થતાં એન્ટિજન જેમ કે, વાયરલ પ્રોટીન અથવા કેન્સર કોષોમાં ઉત્પન્ન થતાં અસામાન્ય પ્રોટીનને પ્રસ્તુત કરવા માટે જવાબદાર છે.
- **પ્રોટીનનું વિઘટન** : કોષની અંદર પ્રોટીઓઝોમ (Proteasome) નામના સંકુલ દ્વારા પ્રોટીનને નાના પેપ્ટાઇડ્સમાં વિભાજિત કરવામાં આવે છે.
- **પેપ્ટાઇડનું પરિવહન** : આ પેપ્ટાઇડ્સને ટ્રાન્સપોર્ટર એસોસિએટેડ વિથ એન્ટિજન પ્રોસેસિંગ (transporter associated with Antigen Processing – ‘T’AP) નામના પ્રોટીન દ્વારા એન્ડોપ્લાઝમિક રેટિક્યુલમ (Endoplasmic Reticulum - ER) માં લઈ જવામાં આવે છે.
- **MHC વર્ગ I સાથે જોડાણ** : ERમાં પેપ્ટાઇડ્સ નવા સંશ્લેષિત MHC વર્ગ I અણુઓ સાથે જોડાય છે.
- **કોષ સપાટી પર પરિવહન** : MHC વર્ગ I-પેપ્ટાઇડ સંકુલને ગોલ્ગી ઉપકરણ (Golgi Apparatus) દ્વારા કોષ સપાટી પર લઈ જવામાં આવે છે.
- **CD8+**‘T’ **કોષ દ્વારા ઓળખ** : CD8+ સાયટોટોક્સિક ‘T’ કોષો પોતાના ‘T’ કોષ રિસેપ્ટર (tCR) દ્વારા કોષ સપાટી પર રજૂ કરાયેલા MHC વર્ગ I-પેપ્ટાઇડ સંકુલને ઓળખે છે.

2. MHC વર્ગ II માર્ગ (MHC Class II Pathway) :

- આ માર્ગ કોષની બહારથી ગ્રહણ કરાયેલા એન્ટિજન, જેમ કે બેક્ટેરિયલ પ્રોટીનને પ્રસ્તુત કરવા માટે જવાબદાર છે.
- **એન્ડોસાઇટોસિસ અને ફેગોસાઇટોસિસ** : એન્ટિજન-પ્રસ્તુત કોષો (APCs), જેમ કે મેક્રોફેજ અને ડેન્ડ્રિટિક કોષો, એન્ડોસાઇટોસિસ અથવા ફેગોસાઇટોસિસ દ્વારા બહારના એન્ટિજનને ગ્રહણ કરે છે.
- **લાયસોઝોમમાં વિઘટન** : એન્ટિજનને એન્ડોસોમ્સ (Endosomes)માં લઈ જવામાં આવે છે જે પછી લાયસોઝોમ્સ (Lysosomes) સાથે જોડાય છે. લાયસોઝોમમાં એન્ટિજનને નાના પેપ્ટાઇડ્સમાં વિભાજિત કરવામાં આવે છે.

- **MHC વર્ગ II સાથે જોડાણ** : MHC વર્ગ II અણુઓ ERમાં સંશ્લેષિત થાય છે અને ઇન્વેરિઅન્ટ ચેઇન (Invariant Chain) નામના પ્રોટીન સાથે જોડાયેલા હોય છે. આ સંકુલ ગોલ્ગી ઉપકરણમાંથી પસાર થાય છે અને એવા વેસિકલ્સ (Vesicles)માં પ્રવેશે છે જ્યાં એન્ટિજનના ટૂકડાઓ હોય છે. અહીં, ઇન્વેરિઅન્ટ ચેઇન દૂર થાય છે અને એન્ટિજનના ટૂકડાઓ MHC વર્ગ II અણુઓ સાથે જોડાય છે.
- **કોષ સપાટી પર પરિવહન** : MHC વર્ગ II-પેપ્ટાઇડ સંકુલને કોષ સપાટી પર લઈ જવામાં આવે છે.
- **CD4+** 'T' **કોષ દ્વારા ઓળખ** : CD4+ સહાયક t કોષો પોતાના TCR દ્વારા કોષ સપાટી પર રજૂ કરાયેલા MHC વર્ગ II-પેપ્ટાઇડ સંકુલને ઓળખે છે.

'T' **કોષ સક્રિયકરણ (t Cell Activation) :**

'T' કોષોને સક્રિય થવા માટે બે સંકેતોની જરૂર હોય છે :

- **પ્રથમ સંકેત (Signal 1) :** TCR દ્વારા MHC-પેપ્ટાઇડ સંકુલની ઓળખ. આ એન્ટિજન-વિશિષ્ટ સક્રિયકરણ સંકેત છે.
- **બીજો સંકેત (Signal 2) :** કો-સ્ટિમ્યુલેટરી અણુઓ (Co-stimulatory Molecules) દ્વારા પૂરો પાડવામાં આવે છે જે APC અને 'T' કોષ વચ્ચે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા દરમિયાન વ્યક્ત થાય છે. આ સંકેત ખાતરી કરે છે કે 'T' કોષ ફક્ત ત્યારે જ સક્રિય થાય છે જ્યારે ખરેખર કોઈ ચેપ હોય. CD28 ('T' કોષ પર) અને B7 (APC પર) એ કો-સ્ટિમ્યુલેટરી અણુઓનું ઉદાહરણ છે.

સક્રિયકરણ પછી :

- **CD8+ સાયટોટોક્સિક** 'T' **કોષો** : સક્રિય થયા પછી, CD8+ 'T' કોષો વિભાજિત થાય છે અને અસરકર્તા કોષો (Effector Cells)માં ફેરવાય છે જે સંક્રમિત કોષોને ઓળખી શકે છે અને તેમનો નાશ કરી શકે છે. તેઓ ગ્રાનઝાઇમ્સ (Granzymes) અને પરફોરિન (Perforin) જેવાં અણુઓ મુક્ત કરે છે જે લક્ષ્ય કોષમાં છિદ્રો બનાવે છે અને કોષ મૃત્યુ (Apoptosis)ને પ્રેરિત કરે છે.
- **CD4+ સહાયક** 'T' **કોષો** : સક્રિય થયા પછી, CD4+ 'T' કોષો વિભાજિત થાય છે અને વિવિધ પ્રકારના અસરકર્તા કોષોમાં ફેરવાય છે, જેમ કે th1, th2, th17, અને treg કોષો. આ કોષો સાયટોકાઇન્સ મુક્ત કરે છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના પ્રકારને નિર્ધારિત કરે છે અને 'B' કોષો, મેક્રોફેજ અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે.

એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ અને 'T' કોષ સક્રિયકરણ એ અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાની કેન્દ્રીય પ્રક્રિયાઓ છે. MHC અણુઓ એન્ટિજનના ટૂકડાઓને 'T' કોષો સમક્ષ રજૂ કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, જેના પરિણામે 'T' કોષનું સક્રિયકરણ થાય છે અને રોગાણુઓ સામે લક્ષિત પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા શરૂ થાય છે. આ પ્રક્રિયાઓની સમજણ આપણને રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે ઊંડાણપૂર્વક સમજવામાં મદદ કરે છે અને નવી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવામાં માર્ગદર્શન આપે છે.

3.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાની અદ્દભૂત દુનિયામાં ઊંડા ઉતર્યા અને તેના રહસ્યોને ઉકેલવાનો પ્રયાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે કેવી રીતે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા વિશિષ્ટતા, વિવિધતા, સ્મૃતિ અને આત્મ/બિન-આત્મ ભેદભાવ જેવી મુખ્ય વિશેષતાઓ દ્વારા રોગો સામે લડે છે.

એન્ટિજન અને એન્ટિજેનિસિટીની ચર્ચા દ્વારા આપણે સમજ્યા કે કેવી રીતે રોગાણુના ભાગો, એન્ટિજન, અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાને સક્રિય કરે છે. એન્ટિબોડીઝ, તેમના વિવિધ પ્રકારો (IgG, IgM, IgA, IgD, IgE) અને કાર્યો (તટસ્થીકરણ, એગ્ગ્લુટિનેશન, ઓપ્સોનાઇઝેશન, પૂરક સક્રિયકરણ) સાથે રોગાણુઓ સામે લડવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ શસ્ત્રો તરીકે ઉભરી આવે છે.

આપણે લિમ્ફોસાયટ્સ, ખાસ કરીને 'B' કોષો અને 'T' કોષોની ભૂમિકાનો પણ અભ્યાસ કર્યો. 'B' કોષો એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન કરે છે, જ્યારે 'T' કોષો, સહાયક (CD4+) અને સાયટોટોક્સિક (CD8+) તરીકે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રિત કરે છે અને સંક્રમિત કોષોનો નાશ કરે છે.

મેજર હિસ્ટોકંપેટિબિલિટી કોમ્પ્લેક્સ (MHC)ની ભૂમિકાને સમજવી એ એન્ટિજન પ્રસ્તુતિ અને 'T' કોષ સક્રિયકરણને સમજવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. MHC વર્ગ I અણુઓ આંતરિક એન્ટિજનને CD8+ 'T' કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે, જ્યારે MHC વર્ગ II અણુઓ બાહ્ય એન્ટિજનને CD4+ 'T' કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે. 'T' કોષ સક્રિયકરણ માટે બે સંકેતોની જરૂરિયાત – TCR દ્વારા MHC-પેપ્ટાઇડ સંકુલની ઓળખ અને કો-સ્ટિમ્યુલેટરી અણુઓ - એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા ફક્ત યોગ્ય સમયે જ શરૂ થાય છે.

આ એકમના અંતે, આપણે એ સમજી શક્યા કે કેવી રીતે અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા, તેના કોષો, અણુઓ અને પ્રક્રિયાઓના જટિલ સમન્વય દ્વારા આપણને રોગોથી રક્ષણ આપે છે અને સ્વસ્થ રાખે છે. આ જ્ઞાન માત્ર શૈક્ષણિક દ્રષ્ટિએ જ નહીં, પરંતુ નવી સારવાર અને રસીઓ વિકસાવવા માટે પણ અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

3.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. નીચેનામાંથી કયું અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાનું લક્ષણ નથી?
   a) વિશિષ્ટતા b) વિવિધતા
   c) સ્મૃતિ d) બિન-વિશિષ્ટતા
2. એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન કયા કોષો દ્વારા થાય છે
   a) મેક્રોફેજ b) પ્લાઝ્મા કોષો
   c) સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો d) સહાયક 'T' કોષો
3. MHC વર્ગ I અણુઓ કયા પ્રકારના કોષો પર જોવા મળે છે?
   a) ફક્ત એન્ટિજન-પ્રસ્તુત કોષો b) ફક્ત 'B' કોષો
   c) મોટાભાગના કોષો d) ફક્ત 'T' કોષો
4. નીચેનામાંથી કયું એન્ટિબોડી ગર્ભનાળ (પ્લેસેન્ટા)ને પાર કરી શકે છે?
   a) IgA b) IgD c) IgG d) IgM
5. કયા પ્રકારના 'T' કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષોનો નાશ કરે છે?
   a) સહાયક 'T' કોષો b) સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો
   c) નિયામક 'T' કોષો d) મેમરી 'T' કોષો
6. એન્ટિજનના ટૂકડાઓ જે MHC અણુઓ સાથે જોડાય છે તેને શું કહેવામાં આવે છે?
   a) એપિટોપ્સ b) હેપ્ટેન્સ
   c) પેપ્ટાઇડ્સ d) એન્ટિબોડીઝ
7. 'T' કોષો ક્યાં પરિપક્વ થાય છે?
   a) અસ્થિ મજ્જા b) થાઇમસ
   c) લસિકા ગાંઠો d) બરોળ
8. પ્રાથમિક પ્રતિરક્ષા પ્રતિભાવમાં કયો એન્ટિબોડી સૌ પ્રથમ ઉત્પન્ન થાય છે?
   a) IgG b) IgA c) IgM d) IgE
9. એન્ટિબોડીઝ દ્વારા રોગાણુઓને એકઠા કરવાની પ્રક્રિયાને શું કહેવામાં આવે છે?
   a) તટસ્થીકરણ b) ઓપ્સોનાઇઝેશન
   c) એગ્ગ્લુટિનેશન d) પૂરક સક્રિયકરણ
10. કોષની અંદર ઉત્પન્ન થતાં એન્ટિજન કયા MHC માર્ગ દ્વારા પ્રસ્તુત થાય છે?
   a) MHC વર્ગ I માર્ગ b) MHC વર્ગ II માર્ગ
   c) બંને d) કોઈ પણ નહીં

જવાબો : 1-d, 2-b, 3-c, 4-c, 5-b, 6-c, 7-b, 8-c, 9-c, 10-a

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાની ચાર મુખ્ય વિશેષતાઓ જણાવો.
2. એન્ટિજન અને એન્ટિજેનિસિટી વચ્ચે શું તફાવત છે?
3. એન્ટિબોડીઝના પાંચ મુખ્ય પ્રકારો અને તેમના કાર્યો જણાવો.
4. એન્ટિબોડીઝ દ્વારા રોગાણુઓના નાશ કરવાની ચાર પદ્ધતિઓ જણાવો.
5. 'B' કોષો અને '**T**' કોષો વચ્ચે મુખ્ય તફાવત શું છે?
6. MHC વર્ગ I અને MHC વર્ગ II વચ્ચે શું તફાવત છે?
7. એન્ટિજન-પ્રસ્તુત કોષો (APCs)ના ઉદાહરણો આપો.
8. '**T**' કોષ સક્રિયકરણ માટે કયા બે સંકેતો જરૂરી છે?
9. ઓપ્સોનાઇઝેશન એટલે શું?
10. હેપ્ટેન એટલે શું?

લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તેનું વિગતવાર વર્ણન કરી, જન્મજાત પ્રતિરક્ષા સાથે તેની સરખામણી કરો.
2. એન્ટિબોડીની રચના, પ્રકારો અને કાર્યોની વિસ્તૃત માહિતી આપી, એન્ટિબોડીઝ કેવી રીતે વિવિધતા પેદા કરે છે તે સમજાવો.
3. MHC વર્ગ I અને MHC વર્ગ II માર્ગો દ્વારા એન્ટિજન પ્રસ્તુતિની પ્રક્રિયા સમજાવી, આ પ્રક્રિયાઓમાં સામેલ વિવિધ કોષો અને અણુઓનો ઉલ્લેખ કરો.
4. '**T**' કોષ સક્રિયકરણની પ્રક્રિયાનું વિસ્તૃત વર્ણન કરી, તેમાં સામેલ બે સંકેતો અને કો-સ્ટિમ્યુલેટરી અણુઓની ભૂમિકા સમજાવો.
5. 'B' કોષો અને '**T**' કોષોના વિકાસ, પરિપક્વતા, કાર્યો અને તેમની વચ્ચેના સહકારનું વિગતવાર વર્ણન કરો.

‘B’ કોષો અને હ્યુમરલ ઇમ્યુનિટી

4

4.1 પ્રસ્તાવના

4.2 ‘B’ કોષ વિકાસ અને પરિપક્વતા

4.3 ‘B’ સેલ રિસેપ્ટર (BCR) અને તેની સંરચના

4.4 ‘B’ કોષ સક્રિયકરણ અને એન્ટિબોડી ઉત્પાદન

4.5 એન્ટિબોડીના કાર્યો : ન્યુટ્રલાઈઝેશન, ઓપ્સોનાઇઝેશન, કોમ્પ્લીમેન્ટ એક્ટિવેશન

4.6 ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન ક્લાસ સ્વિચિંગ

4.7 ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરી અને સેકન્ડરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ

4.8 સારાંશ

4.9 સ્વધ્યાય

4.1. પ્રસ્તાવના

આપણે બધા જાણીએ છીએ કે આપણું શરીર સતત સૂક્ષ્મ જીવો, વાયરસ અને અન્ય હાનિકારક પદાર્થોના હુમલા હેઠળ રહે છે. આ હુમલાઓનો સામનો કરવા માટે આપણા શરીરમાં એક શક્તિશાળી સુરક્ષા વ્યવસ્થા છે જેને ‘રોગપ્રતિકારક શક્તિ’ કહેવાય છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિના સેલ્યુલર ઇમ્યુનિટી અને હ્યુમરલ ઇમ્યુનિટી એમ બે મુખ્ય ભાગ છે. આ એકમમાં આપણે હ્યુમરલ ઇમ્યુનિટી પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જેમાં ‘B’ કોશિકાઓ મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે.

‘B’ કોશિકાઓ એક પ્રકારના શ્વેત રક્તકણો છે જે હાડકાંના મજ્જામાં ઉત્પન્ન થાય છે અને પરિપક્વ થાય છે. આ કોષોમાં ‘B’ સેલ રિસેપ્ટર્સ (BCR) નામના વિશિષ્ટ રીસેપ્ટર્સ હોય છે જે તેમને ચોક્કસ એન્ટિજેન્સ (હાનિકારક પદાર્થો)ને ઓળખવામાં મદદ કરે છે. જ્યારે BCR એન્ટિજેનને શોધી કાઢે છે, ત્યારે ‘B’ કોષ સક્રિય થાય છે અને એન્ટિબોડીઝ નામના પ્રોટીનનું ઉત્પાદન શરૂ કરે છે.

એન્ટિબોડીઝ એ વાય આકારના પ્રોટીન છે જે એન્ટિજેન્સ સાથે ચોક્કસ રીતે બંધાઈ શકે છે. એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજેન્સને ઘણા અલગ અલગ રીતે બેઅસર કરી શકે છે, જેમાં ન્યુટ્રલાઈઝેશન, ઓપ્સોનાઇઝેશન અને કોમ્પ્લીમેન્ટ એક્ટિવેશનનો સમાવેશ થાય છે. ન્યુટ્રલાઈઝેશન દ્વારા એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજેન્સને કોષોમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે. ઓપ્સોનાઇઝેશન દ્વારા એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજેન્સને ફેગોસાઇટ્સ દ્વારા શોધી કાઢવા અને નાશ કરવા માટે સરળ બનાવે છે. કોમ્પ્લીમેન્ટ એક્ટિવેશન એ પ્રોટીન કાસ્કેડ છે જે એન્ટિજેન્સના નાશમાં મદદ કરે છે.

'B' કોશિકાઓ ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન (Ig) ક્લાસ સ્વિચિંગ નામની પ્રક્રિયા દ્વારા વિવિધ પ્રકારના એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરી શકે છે. આ પ્રક્રિયા 'B' કોષને IgM (પ્રારંભિક એન્ટિબોડી)થી IgG, IgA, અથવા IgE જેવાં અન્ય એન્ટિબોડી પ્રકારોમાં બદલવાની મંજૂરી આપે છે. દરેક પ્રકારના એન્ટિબોડીનું પોતાનું વિશિષ્ટ કાર્ય હોય છે.

છેલ્લે, 'B' કોષો ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરી બનાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. જ્યારે 'B' કોષ એન્ટિજેનનો સામનો કરે છે, ત્યારે તે મેમરી 'B' કોષોમાં ફેરવાઈ શકે છે. મેમરી 'B' કોષો લાંબા સમય સુધી જીવિત રહે છે અને ભવિષ્યમાં તે જ એન્ટિજેનનો સામનો કરવા પર ઝડપથી અને વધુ અસરકારક રીતે પ્રતિક્રિયા આપી શકે છે. આ સેકન્ડરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ તરીકે ઓળખાય છે.

આ એકમમાં, આપણે 'B' કોષોના વિકાસ, પરિપક્વતા, બીસીઆરની સંરચના, 'B' કોષ સક્રિયકરણ, એન્ટિબોડી ઉત્પાદન, એન્ટિબોડી કાર્યો, ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન ક્લાસ સ્વિચિંગ અને ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરી વિશે વધુ વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

4.2. 'B' કોષ વિકાસ અને પરિપક્વતા (B Cell Development and Maturation) :

આપણે 'B' કોષોના વિકાસ અને પરિપક્વતા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું જે હ્યુમરલ ઇમ્યુનિટીમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આ પ્રક્રિયાને ઊંડાણપૂર્વક સમજીએ.

'B' કોષ વિકાસના તબક્કા :

'B' કોષોનો વિકાસ એ ગર્ભના યકૃતમાં શરૂ થતી બહુ-તબક્કાની પ્રક્રિયા છે અને જન્મ પછી મુખ્યત્વે અસ્થિમજ્જામાં ચાલુ રહે છે. આ પ્રક્રિયાને નીચેના મુખ્ય તબક્કામાં વહેંચી શકાય છે :

1. **સ્ટેમ કોષથી પ્રો - 'B' કોષ** : 'B' કોષ વિકાસ હેમેટોપોએટીક સ્ટેમ કોષો (HSCs) થી શરૂ થાય છે જે અસ્થિમજ્જામાં હાજર હોય છે. આ સ્ટેમ કોષોમાં સ્વ-નવીકરણ અને કોઈપણ રક્ત કોષ પ્રકારમાં પરિણમવાની ક્ષમતા હોય છે. ચોક્કસ સંકેતોના પ્રભાવ હેઠળ HSCs પ્રો-

‘B’ કોષોમાં ભિન્ન થાય છે. આ તબક્કે, કોષો 'B' કોષ વિકાસના માર્ગને અનુસરવા માટે નિર્ધારિત થાય છે.

2. **પ્રો – ‘B’ કોષથી પ્રિ – ‘B’ કોષ** : પ્રો –‘B’ કોષોમાં ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન (Ig) જનીન પુનર્ગઠનની પ્રક્રિયા શરૂ થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં વિવિધ જનીન સેગમેન્ટ્સ (V, D, અને J)ને ભેગા કરીને અનન્ય Ig જનીન બનાવવામાં આવે છે. સૌ પ્રથમ ભારે સાંકળ જનીનનું પુનર્ગઠન થાય છે. જો ભારે સાંકળનું પુનર્ગઠન સફળ થાય, તો કોષ પ્રિ –‘B’ કોષમાં વિકાસ પામે છે. પ્રિ – ‘B’ કોષ તેની સપાટી પર પ્રિ – ‘B’ સેલ રિસેપ્ટર (પ્રિ-BCR) વ્યક્ત કરે છે, જેમાં કાર્યાત્મક ભારે સાંકળ અને સરોગેટ હળવી સાંકળ હોય છે.
3. **પ્રિ – ‘B’ કોષથી અપરિપક્વ ‘B’ કોષ** : પ્રિ – ‘B’ કોષોમાં હળવી સાંકળ જનીનનું પુનર્ગઠન થાય છે. જો હળવી સાંકળનું પુનર્ગઠન સફળ થાય, તો પ્રિ – ‘B’ કોષ અપરિપક્વ ‘B’ કોષમાં પરિણમે છે. અપરિપક્વ ‘B’ કોષ તેની સપાટી પર સંપૂર્ણ કાર્યાત્મક BCR વ્યક્ત કરે છે, જેમાં કાર્યાત્મક ભારે સાંકળ અને હળવી સાંકળ હોય છે. આ BCR અનન્ય એન્ટિજેન ઓળખ ક્ષમતા ધરાવે છે.

પરિપક્વતા અને સહિષ્ણુતા :

અપરિપક્વ ‘B’ કોષો અસ્થિ મજ્જામાંથી બહાર નીકળીને બરોળ અને લસિકા ગાંઠો જેવાં ગૌણ લસિકા અંગોમાં જાય છે. આ અંગોમાં ‘B’ કોષો પરિપક્વ થવાની પ્રક્રિયા પૂર્ણ કરે છે. પરિપક્વતા દરમિયાન ‘B’ કોષો પોતાની જાત પ્રત્યે સહિષ્ણુતા કેળવે છે. આ પ્રક્રિયાને ‘સેન્ટ્રલ ટોલરન્સ’ કહેવામાં આવે છે. સેન્ટ્રલ ટોલરન્સ દરમિયાન જે ‘B’ કોષો શરીરના પોતાના કોષો અને પેશીઓ (સ્વ-એન્ટિજેન્સ)ને ઓળખે છે તે દૂર કરવામાં આવે છે અથવા નિષ્ક્રિય કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા સ્વ-પ્રતિરક્ષા અટકાવવામાં મદદ કરે છે, જેમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ શરીરના પોતાના કોષો પર હુમલો કરે છે. જે ‘B’ કોષો સેન્ટ્રલ ટોલરન્સમાંથી પસાર થાય છે તે પરિપક્વ ‘B’ કોષોમાં વિકાસ પામે છે. પરિપક્વ ‘B’ કોષો ગૌણ લસિકા અંગોમાં રહે છે અને એન્ટિજેન્સનો સામનો કરવા માટે તૈયાર હોય છે.

એન્ટિજેન એન્કાઉન્ટર અને સક્રિયકરણ :

જ્યારે પરિપક્વ ‘B’ કોષ એન્ટિજેનને ઓળખે છે જે તેના BCR સાથે બંધબેસે છે, ત્યારે તે સક્રિય થાય છે. ‘B’ કોષ સક્રિયકરણ માટે વધારાના સંકેતોની જરૂર હોય છે, જે સામાન્ય રીતે ‘T’ સહાયક કોષો દ્વારા પૂરા પાડવામાં આવે છે. સક્રિયકરણ પછી ‘B’ કોષો પ્રસાર પામે છે અને એન્ટિબોડી-સ્ત્રાવ કરતા કોષોમાં પરિણમે છે જેને પ્લાઝ્મા કોષો કહેવામાં આવે છે. પ્લાઝ્મા કોષો મોટી માત્રામાં એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરે છે જે એન્ટિજેનને બેઅસર કરવામાં મદદ કરે છે.

'B' કોષ મેમરી :

કેટલાંક સક્રિય 'B' કોષો પ્લાઝ્મા કોષો બનવાને બદલે મેમરી 'B' કોષો બની જાય છે. મેમરી 'B' કોષો લાંબા સમય સુધી જીવિત રહે છે અને ભવિષ્યમાં તે જ એન્ટિજેનનો સામનો કરવા પર ઝડપથી અને વધુ અસરકારક રીતે પ્રતિક્રિયા આપી શકે છે. આ સેકન્ડરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ તરીકે ઓળખાય છે.

આમ, 'B' કોષોનો વિકાસ અને પરિપક્વતા એ એક જટિલ અને ચુસ્તપણે નિયંત્રિત પ્રક્રિયા છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને એન્ટિજેન્સની વિશાળ શ્રેણીને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા સક્ષમ બનાવે છે, જ્યારે સ્વ-પ્રતિરક્ષા અટકાવે છે. આ પ્રક્રિયા હ્યુમરલ ઇમ્યુનિટી માટે આવશ્યક છે, જે આપણને ચેપ અને રોગોથી રક્ષણ આપે છે.

4.3. 'B' સેલ રિસેપ્ટર (BCR) અને તેની સંરચના (B Cell Receptor (BCR) and Its Structure) :

આપણે 'B' કોષોના વિકાસ અને પરિપક્વતા વિશે ચર્ચા કરી હતી, જેમાં આપણે જોયું કે કેવી રીતે આ કોષો એન્ટિજેનને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા માટે સજ્જ બને છે. હવે આપણે 'B' સેલ રિસેપ્ટર (BCR) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું જે 'B' કોષોને આ કાર્ય કરવા સક્ષમ બનાવે છે. આ રીસેપ્ટરની સંરચના અને કાર્યપદ્ધતિને વધુ ઊંડાણપૂર્વક સમજીએ.

BCR શું છે? - વિગતવાર સમજૂતી :

'B' સેલ રિસેપ્ટર (BCR) એ 'B' કોષોની સપાટી પર હાજર એક જટિલ ટ્રાન્સમેમ્બ્રેન પ્રોટીન સંકુલ છે. તે એન્ટિજેનને ઓળખવા અને 'B' કોષ સક્રિયકરણ શરૂ કરવા માટે જવાબદાર મુખ્ય રીસેપ્ટર છે. BCR બે મુખ્ય ઘટકોથી બનેલું છે :

1. **મેમ્બ્રેન-બાઉન્ડ ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન (mIg) :** આ એન્ટિજેન-બંધનકર્તા ભાગ છે. mIg એ એન્ટિબોડીનું એક વિશેષ સ્વરૂપ છે જે 'B' કોષની સપાટી પર લંગર કરેલું રહે છે. તેની રચના દ્રાવ્ય એન્ટિબોડી જેવી જ હોય છે અને તે બે ભારે સાંકળો અને બે હળવી સાંકળોથી બનેલું છે જે ડાઇસલ્ફાઇડ બોન્ડ દ્વારા એક'B'જા સાથે જોડાયેલી હોય છે. દરેક ભારે અને હળવી સાંકળમાં વેરિયેબલ (V) અને કોન્સ્ટન્ટ (C) પ્રદેશો હોય છે.
   - **વેરિયેબલ (V) પ્રદેશો** : આ પ્રદેશો એન્ટિજેન સાથે બંધાય છે અને દરેક 'B' કોષમાં અનન્ય હોય છે. આ અનન્યતા V(D)J પુનર્ગઠન નામની પ્રક્રિયા દ્વારા બનાવવામાં આવે છે જે 'B' કોષ વિકાસ દરમિયાન થાય છે. V(D)J પુનર્ગઠન ભારે

સાંકળ માટે V, D અને J જનીન સેગમેન્ટ્સ અને હળવી સાંકળ માટે V અને J જનીન સેગમેન્ટ્સને રેન્ડમ રીતે જોડે છે. આ પ્રક્રિયા જંક્શનલ વિવિધતા સાથે મળીને, BCRની વિશાળ વિવિધતા બનાવે છે, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને એન્ટિજેન્સની વિશાળ શ્રેણીને ઓળખવા દે છે.

  - **કોન્સ્ટન્ટ (C) પ્રદેશો** : આ પ્રદેશો એન્ટિબોડીના આઇસોટાઇપ (દા.ત., IgM, IgD, IgG, IgA, IgE) નક્કી કરે છે અને એફેક્ટર કાર્યોમાં સામેલ છે. mIgમાં કોન્સ્ટન્ટ પ્રદેશો ટ્રાન્સમેમ્બ્રેન ડોમેન ધરાવે છે જે mIgને ‘B’ કોષની સપાટી પર લંગર કરે છે.

2. **Ig-α/Ig-β હેટરોડાઇમર** : આ સિગ્નલ ટ્રાન્સડક્શન ભાગ છે. Ig-α અને Ig-β એ બે ટ્રાન્સમેમ્બ્રેન પ્રોટીન છે જે mIg સાથે બિન-સહસંયોજક રીતે સંકળાયેલા હોય છે. તેઓ ટૂંકા સાયટોપ્લાઝમિક ટેઇલ ધરાવે છે જેમાં ઇમ્યુનોરિસેપ્ટર ટાયરોસિન-આધારિત એક્ટિવેશન મોટિફ્સ (ITAMs) હોય છે. ITAMs એ ચોક્કસ એમિનો એસિડ ક્રમ છે જેમાં ટાયરોસિન અવશેષો હોય છે જે ફોસ્ફોરાયલેટેડ થઈ શકે છે.
  - **ITAMs અને સિગ્નલિંગ** : જ્યારે mIg એન્ટિજેન સાથે જોડાય છે, ત્યારે BCRનું ક્લસ્ટરિંગ થાય છે, જે Ig-α/Ig-βના ITAMsના ટાયરોસિન અવશેષોના ફોસ્ફોરાયલેશનનું કારણ બને છે. આ ફોસ્ફોરાયલેશન SH2 ડોમેન ધરાવતા સિગ્નલિંગ પ્રોટીનને ભરતી કરે છે અને સક્રિય કરે છે. આ પ્રોટીન જેમ કે Syk ટાયરોસિન કાઇનેઝ બદલામાં અન્ય સિગ્નલિંગ પ્રોટીનને સક્રિય કરે છે, જે અંતે સિગ્નલિંગ કાસ્કેડને સક્રિય કરે છે. આ સિગ્નલિંગ કાસ્કેડ વિવિધ ટ્રાન્સક્રિપ્શન પરિબળોના સક્રિયકરણ તરફ દોરી જાય છે જે ‘B’ કોષ પ્રસાર, ભિન્નતા અને એન્ટિબોડી ઉત્પાદન માટે જરૂરી જનીનોની અભિવ્યક્તિને પ્રેરિત કરે છે.

BCR કેવી રીતે કાર્ય કરે છે? - પગલા-દર-પગલાની પ્રક્રિયા :

BCRનું કાર્ય એન્ટિજેનને ઓળખવાનું અને ‘B’ કોષને સક્રિય કરવાનું છે. આ પ્રક્રિયા નીચે મુજબ થઈ શકે છે :

1. **એન્ટિજેન બંધન** : જ્યારે BCR ચોક્કસ એન્ટિજેનનો સામનો કરે છે જે તેના mIgના વેરિયેબલ પ્રદેશોના આકારને અનુરૂપ હોય છે, ત્યારે mIg એન્ટિજેન સાથે જોડાય છે. આ બંધન ઉચ્ચ એફિનિટી અને વિશિષ્ટતા ધરાવે છે.
2. **BCR ક્લસ્ટરિંગ અને સિગ્નલ ટ્રાન્સડક્શન** : એન્ટિજેન બંધન BCRના ક્લસ્ટરિંગ તરફ દોરી જાય છે. આ ક્લસ્ટરિંગ Ig-α/Ig-βના ITAMsના ટાયરોસિન અવશેષોના ફોસ્ફોરાયલેશનનું કારણ બને છે, જે સિગ્નલિંગ પ્રોટીનને ભરતી કરે છે અને સક્રિય કરે છે. આ પ્રક્રિયા સિગ્નલિંગ કાસ્કેડને સક્રિય કરે છે.
3. **‘B’ કોષ સક્રિયકરણ** : સિગ્નલિંગ કાસ્કેડ વિવિધ ટ્રાન્સક્રિપ્શન પરિબળોના સક્રિયકરણ તરફ દોરી જાય છે. આ ટ્રાન્સક્રિપ્શન પરિબળો ‘B’ કોષ પ્રસાર, ભિન્નતા (પ્લાઝમા કોષો

અને મેમરી ‘B’ કોષોમાં) અને એન્ટિબોડી ઉત્પાદન માટે જરૂરી જનીનોની અભિવ્યક્તિને પ્રેરિત કરે છે.

BCRની વિવિધતા - રોગપ્રતિકારક શક્તિનું શસ્ત્ર :

BCRની વિવિધતા એ રોગપ્રતિકારક શક્તિની એન્ટિજેન્સની વિશાળ શ્રેણીને ઓળખવાની ક્ષમતા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. આ વિવિધતા નીચેની પદ્ધતિઓ દ્વારા બનાવવામાં આવે છે :

1. **V(D)J પુનર્ગઠન** : ‘B’ કોષ વિકાસ દરમિયાન ભારે અને હળવી સાંકળ જનીનોમાં V, D અને J જનીન સેગમેન્ટ્સનું રેન્ડમ પુનર્ગઠન થાય છે. આ પ્રક્રિયા અબજો સંભવિત BCR સંયોજનો બનાવે છે.
2. **જંક્શનલ વિવિધતા** : V, D અને J સેગમેન્ટ્સના જોડાણ દરમિયાન ન્યુક્લિયોટાઇડ્સ ઉમેરવા (N અને P ન્યુક્લિયોટાઇડ્સ) અથવા કાઢી નાખવાથી વધુ વિવિધતા પેદા થાય છે.
3. **સોમેટિક હાઇપરમ્યુટેશન** : એન્ટિજેન એન્કાઉન્ટર પછી ‘B’ કોષો સક્રિય થાય છે અને તેમના mIgના વેરિયેબલ પ્રદેશ જનીનોમાં પરિવર્તનો દાખલ કરે છે. આ પ્રક્રિયા જેને એફિનિટી મેચ્યુરેશન કહેવામાં આવે છે, તે એન્ટિજેન માટે ઉચ્ચ એફિનિટી ધરાવતા BCR તરફ દોરી શકે છે.

આમ, BCR એ ‘B’ કોષો માટે એક આવશ્યક રીસેપ્ટર છે જે તેમને એન્ટિજેન્સને ઓળખવા, સક્રિય થવા અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરૂ કરવા સક્ષમ બનાવે છે. BCRની રચના અને કાર્યને સમજવું એ રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે સમજવા માટે અને રોગોની સારવાર માટે નવી દવાઓ વિકસાવવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

4.4. ‘B’ કોષ સક્રિયકરણ અને એન્ટિબોડી ઉત્પાદન (‘B’ Cell Activation and Antibody Production) :

અગાઉ ‘B’ કોષ વિકાસ, પરિપક્વતા અને ‘B’ સેલ રિસેપ્ટર (BCR)ની સંરચના વિશે ચર્ચા કરી હતી. હવે આપણે સમજીશું કે કેવી રીતે ‘B’ કોષો સક્રિય થાય છે અને એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન કરે છે, જે હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાનો મુખ્ય ઘટક છે.

‘B’ કોષ સક્રિયકરણ :

‘B’ કોષ સક્રિયકરણ એ એક જટિલ પ્રક્રિયા છે જે ત્યારે શરૂ થાય છે જ્યારે BCR એન્ટિજેનને ઓળખે છે. જોકે, માત્ર BCR દ્વારા એન્ટિજેનનું બંધન સામાન્ય રીતે ‘B’ કોષને સંપૂર્ણ રીતે સક્રિય કરવા માટે પૂરતું નથી હોતું. મોટાભાગના કિસ્સાઓમાં ‘B’ કોષ સક્રિયકરણ માટે બે સંકેતો જરૂરી હોય છે :

સંકેત 1 : એન્ટિજેન ઓળખ :

- જ્યારે BCR એન્ટિજેન સાથે જોડાય છે, ત્યારે BCR ક્લસ્ટરિંગ થાય છે, જે Ig-α/Ig-βના ITAMsના ફોસ્ફોરાયલેશન તરફ દોરી જાય છે.
- આ ફોસ્ફોરાયલેશન સિગ્નલિંગ પ્રોટીનને ભરતી કરે છે અને સક્રિય કરે છે, જે સિગ્નલિંગ કાસ્કેડ શરૂ કરે છે.
- આ પ્રારંભિક સંકેત 'B' કોષને સક્રિયકરણના બીજા સંકેત માટે તૈયાર કરે છે.

સંકેત 2 : સહાયક સંકેતો :

- **'T' કોષ-આધારિત સક્રિયકરણ (થાઇમસ-આધારિત એન્ટિજેન્સ માટે)** : મોટાભાગના એન્ટિજેન્સ ખાસ કરીને પ્રોટીન એન્ટિજેન્સ 'B' કોષોને સક્રિય કરવા માટે 'T' સહાયક કોષો (T helper cells)ની મદદની જરૂર પડે છે. જ્યારે 'B' કોષ એન્ટિજેન રજૂ કરતો કોષ (APC) તરીકે કાર્ય કરે છે અને MHC ક્લાસ II પર એન્ટિજેન પેપ્ટાઇડ્સને 'T' સહાયક કોષ સમક્ષ રજૂ કરે છે, ત્યારે 'T' સહાયક કોષ 'B' કોષને સહાયક સંકેતો પૂરા પાડે છે. આ સંકેતોમાં CD40 લિગાન્ડ (CD40L)નો સમાવેશ થાય છે જે 'B' કોષ પર CD40 સાથે જોડાય છે અને સાયટોકાઇન્સ જે 'B' કોષ પર ચોક્કસ રીસેપ્ટર્સ સાથે જોડાય છે.
- **'T' કોષ-સ્વતંત્ર સક્રિયકરણ (થાઇમસ-સ્વતંત્ર એન્ટિજેન્સ માટે)** : કેટલાંક એન્ટિજેન્સ જેમ કે, બેક્ટેરિયલ પોલિસેકરાઇડ્સ, 'T' કોષોની મદદ વગર સીધા જ 'B' કોષોને સક્રિય કરી શકે છે. આ એન્ટિજેન્સમાં સામાન્ય રીતે પુનરાવર્તિત એપિટોપ્સ હોય છે જે બહુવિધ BCRને એકસાથે જોડી શકે છે, જે મજબૂત સક્રિયકરણ સંકેત પૂરો પાડે છે.

'B' કોષ સક્રિયકરણના પરિણામો :

બે સંકેતો પ્રાપ્ત કર્યા પછી 'B' કોષ સક્રિય થાય છે અને નીચેના ફેરફારોમાંથી પસાર થાય છે :

- **પ્રસાર** : સક્રિય 'B' કોષો ઝડપથી વિભાજીત થાય છે અને ક્લોનલ વિસ્તરણમાંથી પસાર થાય છે, જેના પરિણામે સમાન એન્ટિજેન વિશિષ્ટતા ધરાવતા ઘણા 'B' કોષો ઉત્પન્ન થાય છે.
- **ભિન્નતા** : સક્રિય 'B' કોષો બે મુખ્ય પ્રકારના કોષોમાં ભિન્ન થઇ શકે છે :
    - **પ્લાઝ્મા કોષો** : આ ટૂંકાગાળાના કોષો છે જે મોટી માત્રામાં એન્ટિબોડીઝ સ્ત્રાવ કરે છે. પ્લાઝ્મા કોષો એન્ટિબોડી ફેક્ટરીઓ તરીકે કાર્ય કરે છે અને ચેપને દૂર કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

○ **મેમરી 'B' કોષો** : આ લાંબાગાળાના કોષો છે જે ભવિષ્યમાં તે જ એન્ટિજેનનો સામનો કરવા પર ઝડપથી અને વધુ અસરકારક રીતે પ્રતિક્રિયા આપવા માટે તૈયાર રહે છે. મેમરી 'B' કોષો લાંબાગાળાની રોગપ્રતિકારક મેમરી પ્રદાન કરે છે.

એન્ટિબોડી ઉત્પાદન :

પ્લાઝ્મા કોષો દ્વારા એન્ટિબોડી ઉત્પાદન એ હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાનો મુખ્ય કાર્ય છે. એન્ટિબોડીઝ એ 'Y'-આકારના પ્રોટીન છે જે ચોક્કસ એન્ટિજેન સાથે જોડાઇ શકે છે. એન્ટિબોડીઝના વિવિધ આઇસોટાઇપ્સ (IgM, IgG, IgA, IgE, IgD) હોય છે, જે દરેકનું પોતાનું વિશિષ્ટ કાર્ય હોય છે.

- **IgM :** એન્ટિજેન એન્કાઉન્ટર પછી ઉત્પન્ન થતો પ્રથમ એન્ટિબોડી આઇસોટાઇપ. તે પેન્ટામેરિક માળખું ધરાવે છે (પાંચ એન્ટિબોડી અણુઓ એકસાથે જોડાયેલા હોય છે) જે તેને એન્ટિજેન્સને અસરકારક રીતે જોડવા અને કોમ્પ્લીમેન્ટ સિસ્ટમને સક્રિય કરવા દે છે.
- **IgG :** સૌથી વધુ પ્રચલિત એન્ટિબોડી આઇસોટાઇપ. તે વાયરસ અને બેક્ટેરિયાને બેઅસર કરવા, ઓપ્સોનાઇઝેશન (ફેગોસાઇટોસિસને સરળ બનાવવા) અને કોમ્પ્લીમેન્ટ સક્રિયકરણમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- **IgA :** મુખ્યત્વે મ્યુકોસલ સપાટીઓ (દા.ત., શ્વસન માર્ગ, પાચન માર્ગ) પર જોવા મળે છે, જ્યાં તે પેથોજેન્સને પ્રવેશતા અટકાવે છે.
- **IgE :** એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓ અને પરોપજીવી ચેપ સામે રક્ષણમાં સામેલ છે.
- **IgD :** 'B' કોષોની સપાટી પર હાજર હોય છે અને 'B' કોષ સક્રિયકરણમાં ભૂમિકા ભજવી શકે છે, પરંતુ તેનું કાર્ય સંપૂર્ણપણે સ્પષ્ટ નથી.

ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન ક્લાસ સ્વિચિંગ :

પ્રારંભિક રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા દરમિયાન 'B' કોષો મુખ્યત્વે IgM ઉત્પન્ન કરે છે. જોકે, 'T' સહાયક કોષોના પ્રભાવ હેઠળ 'B' કોષો તેમના એન્ટિબોડીના આઇસોટાઇપને IgM થી IgG, IgA, અથવા IgEમાં બદલી શકે છે. આ પ્રક્રિયાને ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન ક્લાસ સ્વિચિંગ કહેવામાં આવે છે. ક્લાસ સ્વિચિંગ 'B' કોષને એન્ટિબોડીના વિવિધ આઇસોટાઇપ્સ ઉત્પન્ન કરવાની મંજૂરી આપે છે જે ચેપના પ્રકાર અને સ્થાન અનુસાર ચોક્કસ કાર્યો કરવા માટે વધુ યોગ્ય હોય છે.

એન્ટિબોડીઝના કાર્યો :

એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજેન્સને બેઅસર કરવા અને દૂર કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ નીચેની પદ્ધતિઓ દ્વારા કાર્ય કરે છે :

- **ન્યુટ્રલાઈઝેશન** : એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજેન્સ (દા.ત., વાયરસ, બેક્ટેરિયલ ટોક્સિન) સાથે જોડાઇ શકે છે અને તેમને કોષોમાં પ્રવેશતા અથવા તેમના ઝેરી અસરો પાડતા અટકાવી શકે છે.
- **ઓપ્સોનાઇઝેશન** : એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજેન્સને કોટ કરી શકે છે, જે તેમને ફેગોસાઇટ્સ (દા.ત., મેક્રોફેજ, ન્યુટ્રોફિલ્સ) માટે વધુ આકર્ષક બનાવે છે. ફેગોસાઇટ્સ પછી એન્ટિજેન-એન્ટિબોડી સંકુલને ઘેરી લે છે અને તેનો નાશ કરે છે.
- **કોમ્પ્લીમેન્ટ એક્ટિવેશન** : એન્ટિબોડીઝ કોમ્પ્લીમેન્ટ સિસ્ટમને સક્રિય કરી શકે છે, જે પ્રોટીનનો કાસ્કેડ છે જે એન્ટિજેન્સના નાશમાં અને બળતરાને પ્રોત્સાહન આપવામાં મદદ કરે છે.

આમ, 'B' કોષ સક્રિયકરણ અને એન્ટિબોડી ઉત્પાદન એ હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના આવશ્યક પાસા છે જે આપણને ચેપ અને રોગોથી રક્ષણ આપે છે.

4.5. એન્ટિબોડીના કાર્યો : ન્યુટ્રલાઈઝેશન, ઓપ્સોનાઇઝેશન, કોમ્પ્લીમેન્ટ એક્ટિવેશન :

'B' કોષ સક્રિયકરણ અને એન્ટિબોડી ઉત્પાદનનો અભ્યાસ કર્યો. હવે આપણે એન્ટિબોડીઝના વિશિષ્ટ કાર્યો પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જેમાં ન્યુટ્રલાઈઝેશન, ઓપ્સોનાઇઝેશન અને કોમ્પ્લીમેન્ટ એક્ટિવેશનનો સમાવેશ થાય છે. આ કાર્યો હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના મહત્ત્વપૂર્ણ પાસા છે જે આપણને ચેપ અને રોગોથી રક્ષણ આપે છે. ચાલો આ દરેક કાર્યને વધુ વિગતવાર સમજીએ.

1. ન્યુટ્રલાઈઝેશન (Neutralization) :

ન્યુટ્રલાઈઝેશન એ એન્ટિબોડીનું મુખ્ય કાર્ય છે જેમાં તે એન્ટિજેન્સ (દા.ત., વાયરસ, બેક્ટેરિયા, ઝેર)ને કોષોને સંક્રમિત કરતા અથવા નુકસાન કરતા અટકાવે છે. એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજેન્સના નિર્ણાયક ભાગો સાથે જોડાઈને તેમને બેઅસર કરે છે, જે તેમને તેમના લક્ષ્ય કોષો અથવા રીસેપ્ટર્સ સાથે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરતા અટકાવે છે. આ કાર્ય નીચેની રીતે થઇ શકે છે :

- **વાયરસ ન્યુટ્રલાઈઝેશન** : વાયરસને કોષોમાં પ્રવેશવા માટે તેમના સપાટી પરના પ્રોટીનનો ઉપયોગ કોષ સપાટીના રીસેપ્ટર્સ સાથે જોડવા માટે કરવો પડે છે. એન્ટિબોડીઝ આ વાયરલ સપાટી પ્રોટીન સાથે જોડાઇ શકે છે, જે વાયરસને કોષો સાથે જોડતા અને તેમને સંક્રમિત કરતા ભૌતિક રીતે અવરોધે છે. એન્ટિબોડી-વાયરસ સંકુલ પછી ફેગોસાઇટ્સ દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે.
- **બેક્ટેરિયલ ટોક્સિન ન્યુટ્રલાઈઝેશન** : ઘણા બેક્ટેરિયા ઝેર (ટોક્સિન) ઉત્પન્ન કરે છે જે કોષોને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે અથવા તેમની કામગીરીમાં દખલ કરી શકે છે. એન્ટિબોડીઝ આ ઝેર સાથે જોડાઇ શકે છે અને તેને તેના લક્ષ્ય કોષ રીસેપ્ટર્સ સાથે જોડતા

અટકાવી શકે છે. આ ઝેરની જૈવિક પ્રવૃત્તિને બેઅસર કરે છે અને પેશીઓને નુકસાન થતું અટકાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ડિપ્થેરિયા અને ટિટાનસ સામેની રસીઓ બેક્ટેરિયલ ઝેરને બેઅસર કરતા એન્ટિબોડીઝના ઉત્પાદનને પ્રેરિત કરે છે.

- **બેક્ટેરિયલ ન્યુટ્રલાઈઝેશન** : કેટલાંક કિસ્સાઓમાં એન્ટિબોડીઝ બેક્ટેરિયાની સપાટી પરના પ્રોટીન સાથે જોડાઇ શકે છે જે બેક્ટેરિયાને કોષો સાથે જોડવા અથવા પેશીઓમાં પ્રવેશવા માટે જરૂરી હોય છે. આ બેક્ટેરિયાના આક્રમણ અને ફેલાવાને અટકાવી શકે છે.

2. ઓપ્સોનાઇઝેશન (Opsonization) :

ઓપ્સોનાઇઝેશન એ એક પ્રક્રિયા છે જેમાં એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજેન્સને કોટ કરે છે, જે તેમને ફેગોસાઇટ્સ (દા.ત., મેક્રોફેજ અને ન્યુટ્રોફિલ્સ) માટે વધુ આકર્ષક અને સરળતાથી ઓળખી શકાય તેવા બનાવે છે. એન્ટિબોડીઝ ઓપ્સોનિન તરીકે કાર્ય કરે છે, જે ફેગોસાઇટોસિસની પ્રક્રિયાને સરળ બનાવે છે. આ પ્રક્રિયા નીચે મુજબ કાર્ય કરે છે :

- **એન્ટિજેન કોટિંગ** : એન્ટિબોડીઝ (મુખ્યત્વે IgG) એન્ટિજેનની સપાટી પર જોડાય છે, તેમના Fc પ્રદેશને બહારની તરફ ખુલ્લા કરે છે.
- **ફેગોસાઇટ ઓળખ** : ફેગોસાઇટ્સ પાસે Fc રીસેપ્ટર્સ (FcγR) હોય છે જે એન્ટિબોડીના Fc પ્રદેશ સાથે જોડાઈ શકે છે. આ રીસેપ્ટર્સ ફેગોસાઇટ્સને એન્ટિબોડી-કોટેડ એન્ટિજેન્સને ઓળખવા અને તેમની સાથે જોડવામાં મદદ કરે છે.
- **ફેગોસાઇટોસિસ** : જ્યારે ફેગોસાઇટ એન્ટિબોડી-કોટેડ એન્ટિજેનને ઓળખે છે અને તેની સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે એન્ટિજેન-એન્ટિબોડી સંકુલને ઘેરી લે છે અને તેને ફેગોસાઇટોસિસ નામની પ્રક્રિયા દ્વારા કોષની અંદર લઈ જાય છે. એન્ટિજેન એક વેસિકલ (ફેગોસોમ)ની અંદર ઘેરાયેલું રહે છે.
- **એન્ટિજેનનો નાશ** : ફેગોસોમ પછી લાયસોઝોમ્સ સાથે ફ્યુઝ થાય છે, જે પાચક ઉત્સેચકો અને અન્ય સૂક્ષ્મજીવનાશક પદાર્થો ધરાવે છે. આ ફેગોલાયસોઝોમ બનાવે છે, જ્યાં એન્ટિજેનનો નાશ થાય છે.

ઓપ્સોનાઇઝેશન એ એન્ટિજેન્સને દૂર કરવા માટે એક મહત્ત્વપૂર્ણ પદ્ધતિ છે, ખાસ કરીને બેક્ટેરિયા જે કેપ્સ્યુલ ધરાવે છે જે તેમને ફેગોસાઇટોસિસ માટે પ્રતિરોધક બનાવે છે. એન્ટિબોડી-કોટેડ બેક્ટેરિયા ફેગોસાઇટ્સ દ્વારા વધુ સરળતાથી ઓળખાય છે અને નાશ પામે છે.

3. કોમ્પ્લીમેન્ટ એક્ટિવેશન (Complement Activation) :

કોમ્પ્લીમેન્ટ સિસ્ટમ એ પ્લાઝ્મા પ્રોટીનનો સમૂહ છે જે એન્ટિજેન્સને દૂર કરવા, બળતરાને પ્રોત્સાહન આપવા અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રિત કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. એન્ટિબોડીઝ કોમ્પ્લીમેન્ટ સિસ્ટમને મુખ્યત્વે ક્લાસિકલ માર્ગ દ્વારા સક્રિય કરી શકે છે, પરંતુ વૈકલ્પિક માર્ગ અને લેક્ટિન માર્ગ દ્વારા પણ અમુક અંશે સક્રિય કરી શકે છે.

- **ક્લાસિકલ માર્ગ સક્રિયકરણ** : જ્યારે એન્ટિબોડી (મુખ્યત્વે IgM અને IgGના અમુક સબક્લાસ) એન્ટિજેન સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે C1 કોમ્પ્લીમેન્ટ પ્રોટીન સાથે જોડાઈ શકે છે. C1 એ એક પ્રોટીઝ સંકુલ છે જે C1q, C1r અને C1s પેટાએકમોથી બનેલું છે. C1q એન્ટિબોડીના Fc પ્રદેશ સાથે જોડાય છે, જે C1r અને C1s ને સક્રિય કરે છે.
- **કોમ્પ્લીમેન્ટ કાસ્કેડ** : સક્રિય C1r અને C1s પછી અન્ય કોમ્પ્લીમેન્ટ પ્રોટીનને ક્લીવ કરે છે અને સક્રિય કરે છે, જે કોમ્પ્લીમેન્ટ કાસ્કેડ નામના એન્ઝાઈમેટિક એમ્પ્લીફિકેશન પ્રતિક્રિયાઓની શ્રેણી શરૂ કરે છે.
- **પરિણામો** : કોમ્પ્લીમેન્ટ એક્ટિવેશન નીચેના પરિણામો તરફ દોરી જાય છે :
  - **એન્ટિજેન લાયસિસ** : કોમ્પ્લીમેન્ટ પ્રોટીન એન્ટિજેનની સપાટી પર મેમ્બ્રેન એટેક કોમ્પ્લેક્સ (MAC) બનાવી શકે છે, જે કોષ પટલમાં છિદ્રો બનાવે છે અને કોષ લાયસિસ (કોષ મૃત્યુ) તરફ દોરી જાય છે.
  - **ઓપ્સોનાઇઝેશન** : કોમ્પ્લીમેન્ટ પ્રોટીન C3b એન્ટિજેનની સપાટી પર જમા થઈ શકે છે, જે તેને ફેગોસાઇટ્સ માટે વધુ આકર્ષક બનાવે છે (C3b ઓપ્સોનિન તરીકે કાર્ય કરે છે). C3b કોષ સપાટી પર C3 રીસેપ્ટર્સ સાથે પણ જોડાઈ શકે છે, જે ફેગોસાઇટોસિસને વધારે છે.
  - **બળતરા** : કોમ્પ્લીમેન્ટ પ્રોટીન C3a અને C5a એનાફાયલાટોક્સિન્સ તરીકે કાર્ય કરે છે, જે રક્તવાહિનીઓની અભેધતામાં વધારો કરે છે અને કેમોટેક્ટિક પરિબળો તરીકે કાર્ય કરે છે, જે ચેપના સ્થળ પર વધુ રોગપ્રતિકારક કોષો (દા.ત., ન્યુટ્રોફિલ્સ)ને આકર્ષિત કરે છે. આ બળતરા પ્રતિભાવમાં ફાળો આપે છે.

ન્યુટ્રલાઈઝેશન, ઓપ્સોનાઇઝેશન અને કોમ્પ્લીમેન્ટ એક્ટિવેશન એ એન્ટિબોડીઝના મુખ્ય કાર્યો છે જે હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને એન્ટિજેન્સને દૂર કરવા અને ચેપ સામે રક્ષણ પૂરું પાડવા માટે સક્ષમ બનાવે છે. આ કાર્યો એક બીજા સાથે સંકલનમાં કાર્ય કરે છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને પેથોજેન્સ સામે લડવા માટે શક્તિશાળી શસ્ત્ર પ્રદાન કરે છે. એન્ટિબોડીઝના આ કાર્યોને સમજવાથી ચેપ, સ્વયંપ્રતિરક્ષા અને એલર્જી જેવાં રોગોને સમજવામાં અને તેની સારવાર વિકસાવવામાં મદદ મળે છે.

4.6. ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન ક્લાસ સ્વિચિંગ (Immunoglobulin Class Switching)

આપણે અગાઉ 'B' કોષ સક્રિયકરણ, એન્ટિબોડી ઉત્પાદન અને એન્ટિબોડીના કાર્યો વિશે ચર્ચા કરી છે. હવે આપણે એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું જે 'B' કોષોને વિવિધ પ્રકારના એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવા સક્ષમ બનાવે છે, જેને **ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન ક્લાસ સ્વિચિંગ** અથવા **આઇસોટાઇપ સ્વિચિંગ** કહેવામાં આવે છે.

ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન ક્લાસ સ્વિચિંગ શું છે અને તેનું મહત્ત્વ :

ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન ક્લાસ સ્વિચિંગ એ 'B' કોષોમાં થતી એક જૈવિક પ્રક્રિયા છે જે તેમને ઉત્પન્ન થતાં એન્ટિબોડીના **આઇસોટાઇપ** (વર્ગ)ને બદલવાની મંજૂરી આપે છે. આ પ્રક્રિયા એન્ટિબોડીના **ભારે સાંકળના કોન્સ્ટન્ટ (C) પ્રદેશ**માં ફેરફાર કરે છે, પરંતુ **વેરિયેબલ (V) પ્રદેશ** અને તેથી એન્ટિજેન વિશિષ્ટતા સમાન રહે છે. મતલબ કે, એન્ટિબોડી હજુ પણ સમાન એન્ટિજેનને ઓળખશે પરંતુ, તેના કાર્યો બદલાઈ જશે.

ક્લાસ સ્વિચિંગનું મહત્ત્વ એ છે કે તે રોગપ્રતિકારક શક્તિને ચેપના પ્રકાર અને સ્થાનને અનુરૂપ **યોગ્ય એન્ટિબોડી આઇસોટાઇપનો ઉપયોગ** કરવાની મંજૂરી આપે છે. દરેક એન્ટિબોડી આઇસોટાઇપ (IgM, IgG, IgA, IgE)ના પોતાના વિશિષ્ટ કાર્યો અને વિતરણ હોય છે :

- **IgM :** પ્રારંભિક રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયામાં ઉત્પન્ન થતો પ્રથમ એન્ટિબોડી. તે કોમ્પ્લીમેન્ટ સક્રિયકરણમાં ખૂબ અસરકારક હોય છે.
- **IgG :** સૌથી વધુ પ્રચલિત એન્ટિબોડી જે લોહીના પ્રવાહ અને પેશીઓમાં મળી આવે છે. તે ન્યુટ્રલાઈઝેશન, ઓપ્સોનાઇઝેશન અને કોમ્પ્લીમેન્ટ સક્રિયકરણમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તે પ્લેસેન્ટાને પાર કરી શકે છે.
- **IgA :** મુખ્યત્વે મ્યુકોસલ સપાટીઓ પર જોવા મળે છે, જે પેથોજેન્સના પ્રવેશને અટકાવે છે. તે સ્ત્રાવમાં પણ હાજર હોય છે.
- **IgE :** એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓ અને પરોપજીવી ચેપ સામે રક્ષણમાં સામેલ છે.
- **IgD :** 'B' કોષોની સપાટી પર હાજર હોય છે અને 'B' કોષ સક્રિયકરણમાં ભૂમિકા ભજવી શકે છે.

ક્લાસ સ્વિચિંગ કેવી રીતે થાય છે?

ક્લાસ સ્વિચિંગ એ **એક્ટિવેશન-પ્રેરિત સાયટીડિન ડિએમિનેઝ (AID)** નામના એન્ઝાઇમ પર આધારિત એક જટિલ પ્રક્રિયા છે જેમાં DNA પુનઃસંયોજનનો સમાવેશ થાય છે. આ પ્રક્રિયા નીચેના મુખ્ય પગલાંઓ દ્વારા થાય છે :

1. **AIDની ભૂમિકા** : AID સક્રિય 'B' કોષોમાં વ્યક્ત થાય છે અને ભારે સાંકળના કોન્સ્ટન્ટ પ્રદેશ જનીનમાં **સ્વિચ (S) પ્રદેશો**માં સાયટીડિનને યુરેસિલમાં રૂપાંતરિત કરે છે.
2. **સ્વિચ (S) પ્રદેશો** : દરેક આઇસોટાઇપ જનીન (દા.ત., μ, γ, α, ε) ની આગળ 'S' પ્રદેશો આવેલા હોય છે. આ 'S' પ્રદેશો પુનરાવર્તિત DNA ક્રમ ધરાવે છે જે AID માટે લક્ષ્ય તરીકે કાર્ય કરે છે.
3. **DNA લૂપિંગ, કાપ અને સમારકામ** : AID દ્વારા પ્રેરિત DNA ફેરફારો DNA ડબલ-સ્ટ્રાન્ડ બ્રેક્સ (DSBs) તરફ દોરી જાય છે. પ્રારંભિક અને લક્ષ્ય કોન્સ્ટન્ટ પ્રદેશ જનીન વચ્ચેના DNAને લૂપ આઉટ કરવામાં આવે છે અને કાપી નાખવામાં આવે છે. DNAના કપાયેલા

છેડાને **નોન-હોમોલોગસ એન્ડ જોઈનિંગ (NHEJ)** દ્વારા ફરીથી જોડવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા પ્રારંભિક કોન્સ્ટન્ટ પ્રદેશ જનીનને દૂર કરે છે અને લક્ષ્ય કોન્સ્ટન્ટ પ્રદેશ જનીનને VDJ પ્રદેશની બાજુમાં મૂકે છે.

ક્લાસ સ્વિચિંગનું નિયમન અને ક્લિનિકલ મહત્ત્વ :

ક્લાસ સ્વિચિંગનું નિયમન ચુસ્તપણે કરવામાં આવે છે અને તે '**T**' **સહાયક કોષોના સંકેતો (સાયટોકાઇન્સ)**, **CD40-CD40L ક્રિયાપ્રતિક્રિયા** અને **એન્ટિજેનનો પ્રકાર** જેવાં પરિબળોથી પ્રભાવિત થાય છે.

ક્લાસ સ્વિચિંગમાં ખામીઓ રોગપ્રતિકારક ઉણપ તરફ દોરી શકે છે, જેમ કે **હાયપર-IgM સિન્ડ્રોમ**, જેમાં IgMનું સ્તર ઊંચું હોય છે અને IgG, IgA અને IgEનું સ્તર ઓછું અથવા ગેરહાજર હોય છે.

નિષ્કર્ષ :

ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન ક્લાસ સ્વિચિંગ એ એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જે 'B' કોષોને વિવિધ કાર્યો અને વિતરણ સાથે એન્ટિબોડીઝના વિવિધ આઇસોટાઇપ્સ ઉત્પન્ન કરવા સક્ષમ બનાવે છે. આ પ્રક્રિયા રોગપ્રતિકારક શક્તિને ચેપના પ્રકાર અને સ્થાનને અનુરૂપ યોગ્ય એન્ટિબોડી પ્રતિભાવ આપવા દે છે. ક્લાસ સ્વિચિંગને સમજવાથી રોગપ્રતિકારક ઉણપ અને અન્ય રોગપ્રતિકારક વિકૃતિઓના નિદાન અને સારવારમાં મદદ મળે છે.

4.7. ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરી અને સેકન્ડરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ :

આપણે અગાઉ 'B' કોષ સક્રિયકરણ, એન્ટિબોડી ઉત્પાદન, એન્ટિબોડીના કાર્યો અને ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન ક્લાસ સ્વિચિંગ વિશે ચર્ચા કરી છે. હવે આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિના એક મહત્ત્વપૂર્ણ પાસા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. **ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરી** અને **સેકન્ડરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ** જે આપણને ચેપથી લાંબાગાળાનું રક્ષણ પૂરું પાડે છે.

ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરી શું છે?

ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરી એ રોગપ્રતિકારક શક્તિની એન્ટિજેનનો સામનો કર્યા પછી તેને 'યાદ' રાખવાની ક્ષમતા છે. આ મેમરી **મેમરી 'B' કોષો** અને **મેમરી** 'T' **કોષો** નામના વિશિષ્ટ કોષો દ્વારા જાળવવામાં આવે છે. આ કોષો લાંબા સમય સુધી જીવિત રહે છે અને ભવિષ્યમાં તે જ એન્ટિજેનનો ફરીથી સામનો થવા પર ઝડપી અને વધુ અસરકારક પ્રતિભાવ આપવા માટે સક્ષમ હોય છે.

પ્રાયમરી અને સેકન્ડરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ વચ્ચેનો તફાવત :

જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રથમ વખત કોઈ ચોક્કસ એન્ટિજેનનો સામનો કરે છે ત્યારે તેને **પ્રાયમરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ** કહેવામાં આવે છે. આ પ્રતિભાવ પ્રમાણમાં ધીમો હોય છે, જેમાં એન્ટિબોડી ઉત્પાદન શરૂ થવામાં અને પૂરતા સ્તરે પહોંચવામાં લગભગ 7-14 દિવસ લાગે છે. આ પ્રતિભાવ દરમિયાન મુખ્યત્વે IgM પ્રકારના એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન થાય છે.

જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ તે જ એન્ટિજેનનો બીજી વખત (અથવા ફરીથી) સામનો કરે છે, ત્યારે તેને **સેકન્ડરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ** કહેવામાં આવે છે. આ પ્રતિભાવ **ઝડપી, મજબૂત અને લાંબો** હોય છે. મેમરી 'B' કોષો ઝડપથી સક્રિય થાય છે અને મુખ્યત્વે IgG પ્રકારના મોટી માત્રામાં એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરે છે. સેકન્ડરી રિસ્પોન્સમાં એન્ટિબોડીનું સ્તર પ્રાયમરી રિસ્પોન્સ કરતા ઘણું વધારે પહોંચે છે અને લાંબા સમય સુધી ઊંચું રહે છે.

મેમરી 'B' કોષોની રચના :

પ્રાયમરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ દરમિયાન સક્રિય 'B' કોષો બે પ્રકારના કોષોમાં જેમાં **પ્લાઝ્મા કોષો** અને **મેમરી 'B' કોષો** ભિન્ન કોષો છે. પ્લાઝ્મા કોષો ટૂંકાગાળાના હોય છે અને મોટી માત્રામાં એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરે છે. મેમરી 'B' કોષો, બીજી તરફ લાંબા સમય સુધી જીવિત રહે છે (વર્ષો કે દાયકાઓ સુધી) અને એન્ટિબોડીઝનું ઓછું સ્તર જાળવી રાખે છે.

મેમરી 'B' કોષોની લાક્ષણિકતાઓ :

- **લાંબુ આયુષ્ય** : મેમરી 'B' કોષો નિષ્ક્રિય 'B' કોષો કરતા ઘણું લાંબુ આયુષ્ય ધરાવે છે.
- **ઝડપી સક્રિયકરણ** : એન્ટિજેનના પુનઃસંપર્કમાં મેમરી 'B' કોષો નિષ્ક્રિય 'B' કોષો કરતા ઘણી ઝડપથી સક્રિય થાય છે.
- **ઉચ્ચ એફિનિટી એન્ટિબોડીઝ** : મેમરી 'B' કોષો દ્વારા ઉત્પાદિત એન્ટિબોડીઝ ઘણીવાર સોમેટિક હાઇપરમ્યુટેશનને કારણે એન્ટિજેન માટે ઉચ્ચ એફિનિટી ધરાવે છે.
- **ક્લાસ સ્વિચ્ડ આઇસોટાઇપ્સ** : મેમરી 'B' કોષો મુખ્યત્વે IgG, IgA અથવા IgE જેવાં ક્લાસ સ્વિચ્ડ એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરે છે.

સેકન્ડરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સમાં મેમરી 'B' કોષોની ભૂમિકા :

જ્યારે તે જ એન્ટિજનનો ફરીથી સામનો થાય છે, ત્યારે મેમરી 'B' કોષો ત્વરિત પ્રતિક્રિયા આપે છે. તેઓ ઝડપથી સક્રિય થાય છે અને વિપુલ પ્રમાણમાં વિભાજીત થાય છે. આમાંથી મોટાભાગના મેમરી 'B' કોષો પ્લાઝ્મા કોષોમાં પરિપક્વ બને છે જે મોટી માત્રામાં ઉચ્ચ એફિનિટી ધરાવતા એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન કરે છે. આ ઝડપી અને પ્રબળ એન્ટિબોડી પ્રતિભાવ એન્ટિજનને નાબૂદ કરવામાં અને ચેપને નિયંત્રણમાં લેવામાં મદદ કરે છે.

ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરીનું મહત્ત્વ :

- **લાંબાગાળાનું રક્ષણ** : ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરી આપણને એવા ચેપથી લાંબા ગળાનું રક્ષણ પૂરું પાડે છે જેનો આપણે ભૂતકાળમાં સામનો કર્યો હોય.
- **રસીકરણ** : રસીકરણનો સિદ્ધાંત ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરી પર આધારિત છે. રસીઓ નબળા અથવા મૃત પેથોજેન્સ અથવા તેમના ઘટકો ધરાવે છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને ઉત્તેજિત કરે છે અને મેમરી કોષોની રચના તરફ દોરી જાય છે. આ મેમરી કોષો ભવિષ્યમાં વાસ્તવિક પેથોજેનના સંપર્કમાં આવવા પર ઝડપી અને અસરકારક પ્રતિભાવ આપવા માટે સક્ષમ હોય છે.
- **ઝડપી પ્રતિભાવ** : સેકન્ડરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ પ્રાયમરી રિસ્પોન્સ કરતા ઘણો ઝડપી હોવાથી તે ઘણીવાર ચેપના લક્ષણો દેખાય તે પહેલાં જ પેથોજેનને દૂર કરી શકે છે.

ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરી અને સેકન્ડરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ એ રોગપ્રતિકારક શક્તિના મહત્ત્વપૂર્ણ પાસાં છે જે આપણને ચેપથી લાંબાગાળાનું રક્ષણ પૂરું પાડે છે. મેમરી 'B' કોષો એન્ટિજેનના પુનઃસંપર્કમાં ઝડપી અને મજબૂત એન્ટિબોડી પ્રતિભાવ ઉત્પન્ન કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરીને સમજવાથી આપણને રસીકરણના મહત્ત્વ અને કાર્યપદ્ધતિને સમજવામાં મદદ મળે છે. આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ નવી અને વધુ અસરકારક રસીઓ વિકસાવવા માટે પણ થઈ શકે છે.

4.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે 'B' કોષો અને હ્યુમરલ ઇમ્યુનિટીનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કર્યો. આપણે જોયું કે 'B' કોષો એ શ્વેત રક્તકણો છે જે અસ્થિમજ્જામાં વિકાસ પામે છે અને હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયામાં કેન્દ્રિય ભૂમિકા ભજવે છે. 'B' કોષો 'B' સેલ રિસેપ્ટર (BCR) ધરાવે છે જે તેમને ચોક્કસ એન્ટિજેન્સને ઓળખવામાં મદદ કરે છે.

જ્યારે BCR એન્ટિજેન સાથે જોડાય છે, ત્યારે 'B' કોષ સક્રિય થાય છે અને બે સંકેતો પ્રાપ્ત કર્યા પછી, પ્રસાર અને ભિન્નતામાંથી પસાર થાય છે. આ ભિન્નતા પ્લાઝ્મા કોષો બનાવે છે, જે મોટી માત્રામાં એન્ટિબોડીઝ સ્ત્રાવ કરે છે, અને મેમરી 'B' કોષો બનાવે છે, જે લાંબાગાળાની રોગપ્રતિકારક મેમરી પ્રદાન કરે છે.

એન્ટિબોડીઝ એ વાય-આકારના પ્રોટીન છે જે એન્ટિજેન્સને બેઅસર કરે છે. આપણે એન્ટિબોડીઝના ત્રણ મુખ્ય કાર્યોનો અભ્યાસ કર્યો : **ન્યુટ્રલાઈઝેશન**, જેમાં એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજેન્સને કોષોને સંક્રમિત કરતા અટકાવે છે; **ઓપ્સોનાઇઝેશન**, જેમાં એન્ટિબોડીઝ

એન્ટિજેન્સને કોટ કરે છે, જે તેમને ફેગોસાઇટ્સ માટે વધુ આકર્ષક બનાવે છે; અને **કોમ્પ્લીમેન્ટ એક્ટિવેશન**, જેમાં એન્ટિબોડીઝ કોમ્પ્લીમેન્ટ સિસ્ટમને સક્રિય કરે છે, જે એન્ટિજેન્સના નાશમાં અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને ઉત્તેજન આપવામાં મદદ કરે છે.

આપણે **ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન ક્લાસ સ્વિચિંગ** વિશે પણ શીખ્યા, જે પ્રક્રિયા 'B' કોષોને વિવિધ પ્રકારના એન્ટિબોડીઝ (IgM, IgG, IgA, IgE) ઉત્પન્ન કરવા સક્ષમ બનાવે છે, જે દરેકના પોતાના વિશિષ્ટ કાર્યો હોય છે.

છેલ્લે, આપણે **ઇમ્યુનોલોજિકલ મેમરી** અને **સેકન્ડરી ઇમ્યુન રિસ્પોન્સ**નો અભ્યાસ કર્યો. મેમરી 'B' કોષો લાંબા સમય સુધી જીવિત રહે છે અને એન્ટિજેનના પુનઃસંપર્કમાં ઝડપી અને મજબૂત એન્ટિબોડી પ્રતિભાવ પૂરો પાડે છે, જે આપણને ચેપથી લાંબાગાળાનું રક્ષણ આપે છે.

4.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. નીચેનામાંથી કયું અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાનું લક્ષણ નથી?
   a) વિશિષ્ટતા b) વિવિધતા
   c) સ્મૃતિ d) બિન-વિશિષ્ટતા
2. એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન કયા કોષો દ્વારા થાય છે
   a) મેક્રોફેજ b) પ્લાઝ્મા કોષો
   c) સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો d) સહાયક 'T' કોષો
3. MHC વર્ગ I અણુઓ કયા પ્રકારના કોષો પર જોવા મળે છે?
   a) ફક્ત એન્ટિજન-પ્રસ્તુત કોષો b) ફક્ત 'B' કોષો
   c) મોટાભાગના કોષો d) ફક્ત 'T' કોષો
4. નીચેનામાંથી કયું એન્ટિબોડી ગર્ભનાળ (પ્લેસેન્ટા)ને પાર કરી શકે છે?
   a) IgA b) IgD c) IgG d) IgM
5. કયા પ્રકારના 'T' કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષોનો નાશ કરે છે?
   a) સહાયક 'T' કોષો b) સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો
   c) નિયામક 'T' કોષો d) મેમરી 'T' કોષો
6. એન્ટિજનના ટૂકડાઓ જે MHC અણુઓ સાથે જોડાય છે તેને શું કહેવામાં આવે છે?
   a) એપિટોપ્સ b) હેપ્ટેન્સ
   c) પેપ્ટાઇડ્સ d) એન્ટિબોડીઝ
7. 'T' કોષો ક્યાં પરિપક્વ થાય છે?
   a) અસ્થિ મજ્જા b) થાઇમસ
   c) લસિકા ગાંઠો d) બરોળ

8. પ્રાથમિક પ્રતિરક્ષા પ્રતિભાવમાં કયો એન્ટિબોડી સૌ પ્રથમ ઉત્પન્ન થાય છે?

   a) IgG b) IgA c) IgM d) IgE

9. એન્ટિબોડીઝ દ્વારા રોગાણુઓને એકઠા કરવાની પ્રક્રિયાને શું કહેવામાં આવે છે?

   a) તટસ્થીકરણ b) ઓપ્સોનાઇઝેશન

   c) એગ્ગ્લુટિનેશન d) પૂરક સક્રિયકરણ

10. કોષની અંદર ઉત્પન્ન થતાં એન્ટિજન કયા MHC માર્ગ દ્વારા પ્રસ્તુત થાય છે?

   a) MHC વર્ગ I માર્ગ b) MHC વર્ગ II માર્ગ

   c) બંને d) કોઈ પણ નહીં

જવાબો : 1-d, 2-b, 3-c, 4-c, 5-b, 6-c, 7-b, 8-c, 9-c, 10-a

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. અનુકૂલી પ્રતિરક્ષાની ચાર મુખ્ય વિશેષતાઓ જણાવો.
2. એન્ટિજન અને એન્ટિજેનિસિટી વચ્ચે શું તફાવત છે?
3. એન્ટિબોડીઝના પાંચ મુખ્ય પ્રકારો અને તેમના કાર્યો જણાવો.
4. એન્ટિબોડીઝ દ્વારા રોગાણુઓના નાશ કરવાની ચાર પદ્ધતિઓ જણાવો.
5. 'B' કોષો અને 'T' કોષો વચ્ચે મુખ્ય તફાવત શું છે?
6. MHC વર્ગ I અને MHC વર્ગ II વચ્ચે શું તફાવત છે?
7. એન્ટિજન-પ્રસ્તુત કોષો (APCs)ના ઉદાહરણો આપો.
8. 'T' કોષ સક્રિયકરણ માટે કયા બે સંકેતો જરૂરી છે?
9. ઓપ્સોનાઇઝેશન એટલે શું?
10. હેપ્ટેન એટલે શું?

લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. અનુકૂલી પ્રતિરક્ષા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તેનું વિગતવાર વર્ણન કરી, જન્મજાત પ્રતિરક્ષા સાથે તેની સરખામણી કરો.
2. એન્ટિબોડીની રચના, પ્રકારો અને કાર્યોની વિસ્તૃત માહિતી આપી, એન્ટિબોડીઝ કેવી રીતે વિવિધતા પેદા કરે છે તે સમજાવો.
3. MHC વર્ગ I અને MHC વર્ગ II માર્ગો દ્વારા એન્ટિજન પ્રસ્તુતિની પ્રક્રિયા સમજાવી, આ પ્રક્રિયાઓમાં સામેલ વિવિધ કોષો અને અણુઓનો ઉલ્લેખ કરો.
4. 'T' કોષ સક્રિયકરણની પ્રક્રિયાનું વિસ્તૃત વર્ણન કરી, તેમાં સામેલ બે સંકેતો અને કો-સ્ટિમ્યુલેટરી અણુઓની ભૂમિકા સમજાવો.
5. 'B' કોષો અને 'T' કોષોના વિકાસ, પરિપક્વતા, કાર્યો અને તેમની વચ્ચેના સહકારનું વિગતવાર વર્ણન કરો.

'T' કોષો અને કોષ-મધ્યસ્થ રોગપ્રતિકારક શક્તિ 5

5.1 પ્રસ્તાવના

5.2 'T' કોષ વિકાસ અને પરિપક્વતા

5.3 'T' સેલ રિસેપ્ટર (TCR) અને તેની રચના

5.4 'T' કોષ ઉપપ્રકારો

5.5 MHC પ્રતિબંધ અને 'T' કોષ સક્રિયકરણ

5.6 સાયટોકાઇન્સ અને તેમની ભૂમિકા

5.7 સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી દ્વારા સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોનો વિનાશ

5.8 સારાંશ

5.9 સ્વાધ્યાય

5.1. પ્રસ્તાવના

આપણું શરીર એક અદ્ભુત યંત્ર છે જે સતત બાહ્ય હુમલાઓ સામે લડતું રહે છે. આ લડાઈમાં મુખ્ય યોદ્ધા આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ છે, જે બે ભાગમાં વહેંચાયેલી છે : એક, જન્મજાત રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને બીજું, અનુકૂલિત રોગપ્રતિકારક શક્તિ. આ એકમમાં આપણે અનુકૂલિત રોગપ્રતિકારક શક્તિના એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ 'T' કોષો અને કોષ-મધ્યસ્થ રોગપ્રતિકારક શક્તિ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

કલ્પના કરો કે, તમારા શરીરની અંદર એક ગુપ્ત સૈન્ય છે, જેમાં અલગ-અલગ સૈનિકો પોતાના ખાસ કાર્ય માટે તૈનાત છે. 'T' કોષો આ સૈન્યના અગ્રણી સૈનિકો છે, જે ખાસ કરીને વાયરસ, બેક્ટેરિયા અને કેન્સર જેવાં ખતરનાક દુશ્મનોને ઓળખીને તેમનો નાશ કરવા માટે પ્રશિક્ષિત હોય છે. આ એકમમાં આપણે 'T' કોષોના વિકાસ, તેના વિવિધ પ્રકારો અને તેઓ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તેના ઊંડાણમાં ઉતરીશું.

આપણે 'T' કોષોના વિકાસ અને પરિપક્વતા વિશે જાણીશું, જે થાઇમસ ગ્રંથિમાં થાય છે. ત્યારબાદ 'T' કોષોના હથિયાર, 'T' સેલ રિસેપ્ટર (TCR) અને તેની જટિલ રચનાનો અભ્યાસ કરીશું. 'T' કોષોના વિવિધ પેટાપ્રકારો, જેમ કે હેલ્પર 'T' કોષો, સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો અને રેગ્યુલેટરી 'T' કોષો વિશે જાણીને આપણે તેમના વિશિષ્ટ કાર્યો સમજીશું.

'T' કોષો કેવી રીતે સક્રિય થાય છે અને MHC અણુઓ તેમાં કેવી ભૂમિકા ભજવે છે તે સમજવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે. આ સાથે સાયટોકીન્સ નામના રાસાયણિક સંદેશવાહકો કેવી રીતે 'T' કોષો અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષો વચ્ચે સંવાદ સાધે છે તે પણ સમજીશું. અંતમાં, કોષ-મધ્યસ્થ રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોનો નાશ કેવી રીતે થાય છે તે જોઇશું.

આ એકમ આપણને 'T' કોષોની દુનિયામાં એક રોમાંચક સફર પર લઈ જશે, જ્યાં આપણે શરીરના આ નાનકડા યોદ્ધાઓની શક્તિ અને ક્ષમતાથી પરિચિત થઈશું. આ સફર દરમિયાન આપણે એ પણ સમજીશું કે 'T' કોષો આપણા સ્વાસ્થ્ય અને સુખાકારીમાં કેટલી મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

પરિચય :

'T' કોષો જેને 'T' લિમ્ફોસાયટ્સ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, તે એક પ્રકારના શ્વેત રક્ત કોષો છે જે અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે તેને 'T' કોષો કહેવામાં આવે છે. કારણ કે તેઓ થાઇમસમાં પરિપક્વ થાય છે, જે છાતીમાં સ્થિત એક અંગ છે. 'T' કોષો કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિ માટે જવાબદાર છે, એટલે કે તેઓ સીધા ચેપગ્રસ્ત કોષો પર હુમલો કરે છે અથવા અન્ય રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોનું સંકલન કરવામાં મદદ કરે છે.

'T' કોષોની શોધ અને સમજણ એ એક ક્રમિક પ્રક્રિયા હતી, જેમાં ઘણા વૈજ્ઞાનિકોએ ફાળો આપ્યો હતો. 19મી સદીના અંતમાં અને 20મી સદીની શરૂઆતમાં **એલી મેક્નિકોફ** અને **એમિલ વોન બેહરિંગ** જેવાં વૈજ્ઞાનિકોએ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો પાયો નાખ્યો હતો. 1950 અને 1960ના દાયકામાં **જેમ્સ ગોવાન્સે** દર્શાવ્યું હતું કે, લિમ્ફોસાયટ્સ અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક શક્તિ માટે નિર્ણાયક છે.

1960ના દાયકામાં **જેક્સ મિલર** એ દર્શાવ્યું હતું કે, થાઇમસ લિમ્ફોસાયટ વિકાસમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. **મેક્સ કૂપર** અને **રોબર્ટ ગુડે** એ દર્શાવ્યું હતું કે, થાઇમસ અને બર્સા ઓફ ફેબ્રીસીયસ (પક્ષીઓમાં) લિમ્ફોસાયટ્સની વિશિષ્ટ વસ્તી (પાછળથી 'T' કોષો અને ' કોષો) વિકસાવવા માટે જવાબદાર હતા.

1970 ના દાયકામાં, હાર્વે કેન્ટોર અને એડવર્ડ બોયસે 'T' કોષોના બે મુખ્ય પ્રકારો, મદદગાર અને સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો, વચ્ચે ભેદ પાડતા વિવિધ સપાટી ઓળખકર્તાઓને (Markers) શોધી કાઢ્યા હતા. ત્યારબાદ, 1980 ના દાયકાની શરૂઆતમાં, જેમ્સ એલિસન, ટાક વાહ માક અને માર્ક ડેવિસે સ્વતંત્ર રીતે 'T' કોષ રીસેપ્ટર (TCR) ની શોધ કરી હતી.

1990ના દાયકાથી આજ સુધી 'T' કોષ જીવવિજ્ઞાન પર સંશોધન ચાલુ છે, જેમાં **શિમોન સાકાગુચી** દ્વારા નિયમનકારી 'T' કોષોની શોધ 'T' કોષ સક્રિયકરણની પદ્ધતિઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપીનો વિકાસ જેવાં મહત્ત્વપૂર્ણ કાર્યો શામેલ છે.

આમ, 'T' કોષો અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક શક્તિના આવશ્યક ઘટકો છે. તેમની શોધ અને કાર્યોની સમજણે રોગપ્રતિકારક શક્તિના ક્ષેત્રમાં ક્રાંતિ લાવી છે અને જીવનરક્ષક ઉપચારના વિકાસમાં ફાળો આપ્યો છે.

5.2. 'T' કોષ વિકાસ અને પરિપક્વતા ('T' Cell Development and Maturation) :

હવે આપણે 'T' કોષોના વિકાસ અને પરિપક્વતાની રસપ્રદ પ્રક્રિયા પર ઊંડાણપૂર્વક ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. જેમ સૈનિકોને તાલીમ કેન્દ્રમાં સખત તાલીમ આપવામાં આવે છે, તેમ 'T' કોષો પણ શરીરમાં વિશિષ્ટ તાલીમ કેન્દ્રમાંથી પસાર થાય છે. આ તાલીમ કેન્દ્ર છે થાઇમસ ગ્રંથિ, જે છાતીના વિસ્તારમાં હૃદયની ઉપર આવેલી એક નાની ગ્રંથિ છે. 'T' કોષો અસ્થિમજ્જા (bone marrow)માં રહેલા રક્ત બનાવનાર પૂર્વજ કોષોમાંથી ઉદ્ભવે છે અને ત્યારબાદ થાઇમસમાં સ્થળાંતર કરે છે. થાઇમસમાં પહોંચ્યા પછી આ કોષોને થાઇમોસાઇટ્સ કહેવામાં આવે છે.

થાઇમસમાં થાઇમોસાઇટ્સ વિકાસ અને પરિપક્વતાના ઘણા જટિલ તબક્કાઓમાંથી પસાર થાય છે. આ પ્રક્રિયાને થાઇમિક શિક્ષણ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે, જે સુનિશ્ચિત કરે છે કે ફક્ત યોગ્ય રીતે કાર્ય કરી શકે તેવા 'T' કોષો જ પરિભ્રમણમાં પ્રવેશે. આ પ્રક્રિયા બે મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગોમાં વહેંચાયેલી છે :

1. હકારાત્મક પસંદગી (Positive Selection) : આ તબક્કાનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય એ સુનિશ્ચિત કરવાનો છે કે થાઇમોસાઇટ્સ પોતાના શરીરના MHC (Major Histocompatibility Complex) અણુઓ સાથે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરી શકે. થાઇમસમાં રહેલાં એપિથેલિયલ કોષો (epithelial cells) MHC અણુઓ રજૂ કરે છે. જે થાઇમોસાઇટ્સ આ MHC અણુઓ સાથે યોગ્ય રીતે જોડાઇ શકે છે તેઓ જીવંત રહેવા માટેનો સંકેત મેળવે છે. જે થાઇમોસાઇટ્સ MHC અણુઓ સાથે નબળી રીતે જોડાય છે અથવા બિલકુલ જોડાઈ શકતા નથી, તેઓ એપોપ્ટોસિસ નામની પ્રક્રિયા દ્વારા નાશ પામે છે. આ પ્રક્રિયાને 'પ્રોગ્રામ્ડ સેલ ડેથ' પણ કહેવામાં આવે છે. આમ, ફક્ત એવા જ 'T' કોષો આગળ વધે છે જેઓ એન્ટિજેનને ઓળખવા માટે જરૂરી MHC અણુઓને ઓળખી શકે.

2. નકારાત્મક પસંદગી (Negative Selection) : આ તબક્કો એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે પરિપક્વ થનારા 'T' કોષો પોતાના શરીરના કોષો પર હુમલો ન કરે. થાઇમસમાં થાઇમોસાઇટ્સને પોતાના શરીરના વિવિધ એન્ટિજેન (self-antigens) રજૂ કરવામાં આવે છે. જે થાઇમોસાઇટ્સ આ સ્વ-એન્ટિજેન સાથે ખૂબ જ મજબૂત રીતે જોડાય છે, તેનો નાશ એપોપ્ટોસિસ દ્વારા કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા સ્વ-પ્રતિક્રિયાશીલ 'T' કોષોને દૂર કરે છે જે સ્વસ્થ કોષો પર હુમલો કરી શકે અને ઓટોઇમ્યુન રોગો તરફ દોરી શકે છે. જે થાઇમોસાઇટ્સ સ્વ-એન્ટિજેન સાથે નબળી રીતે જોડાય છે અથવા બિલકુલ જોડાતા નથી, તેઓ આ તબક્કામાંથી પસાર થાય છે અને પરિપક્વ થવાનું ચાલુ રાખે છે. આ બે મહત્ત્વપૂર્ણ પસંદગી પ્રક્રિયાઓ ઉપરાંત થાઇમોસાઇટ્સ તેમના વિકાસ દરમિયાન અન્ય ઘણા ફેરફારોમાંથી પસાર થાય છે. તેઓ CD4 અને CD8 નામના સહ-રિસેપ્ટર્સ (co-receptors) વ્યક્ત કરવાનું શરૂ કરે છે, જે તેમને બે મુખ્ય પ્રકારના 'T' કોષોમાં વિભાજિત કરે છે :

- **CD4+ 'T' કોષો (હેલ્પર 'T' કોષો) :** આ કોષો અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરવામાં અને તેમનું સંકલન કરવામાં મદદ કરે છે.

- **CD8+ 'T' કોષો (સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો) :** આ કોષો સીધા જ વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોનો નાશ કરે છે.

થાઇમિક શિક્ષણની આ કઠોર પ્રક્રિયામાંથી પસાર થયા પછી ફક્ત 2-5% થાઇમોસાઇટ્સ પરિપક્વ 'T' કોષો બનીને બહાર આવે છે જે ચેપ સામે લડવા માટે તૈયાર હોય છે. આ 'T' કોષો પછી થાઇમસ છોડી દે છે અને રુધિરાભિસરણ તંત્ર અને લસિકા તંત્ર દ્વારા સમગ્ર શરીરમાં ફેલાય છે, જ્યાં તેઓ પેશીઓ અને અવયવોમાં પેટ્રોલિંગ કરે છે અને બહારના આક્રમણકારોની શોધ કરે છે.

આમ, થાઇમસમાં 'T' કોષોનો વિકાસ અને પરિપક્વતા એ એક જટિલ અને અત્યંત નિયંત્રિત પ્રક્રિયા છે જે સુનિશ્ચિત કરે છે કે ફક્ત કાર્યક્ષમ અને સ્વ-સહિષ્ણુ 'T' કોષો જ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો ભાગ બને. આ પ્રક્રિયા શરીરને ચેપ સામે લડવા અને સ્વસ્થ રહેવા માટે સક્ષમ બનાવે છે.

આપણે જોયું કે, 'T' કોષો થાઇમસમાં કેવી રીતે વિકાસ પામે છે અને પરિપક્વ બને છે, જે એક જટિલ છતાં અતિ મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે. 'T' કોષોને કાર્ય કરવા માટે 'T' સેલ રિસેપ્ટર (TCR) નામનું વિશિષ્ટ રીસેપ્ટર આવશ્યક છે.

5.3. 'T' સેલ રિસેપ્ટર (TCR) અને તેની રચના :

આપણે અગાઉ 'T' કોષોના વિકાસ, પરિપક્વતા અને થાઇમસમાં થતાં તેના શિક્ષણ વિશે વાત કરી. હવે આપણે 'T' કોષોના સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગોમાંના એક 'T' સેલ રિસેપ્ટર (TCR) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. TCR એ 'T' કોષોની સપાટી પર જોવા મળતું એક વિશિષ્ટ રીસેપ્ટર છે જે તેને એન્ટિજેનને ઓળખવા અને તેની સાથે જોડાવાની ક્ષમતા આપે છે. આ જોડાણ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને શરૂ કરવા માટે જરૂરી પ્રથમ પગલું છે.

સરળ શબ્દોમાં કહીએ તો, TCR એ 'T' કોષોનું 'નાક' છે જે તેમને બહારના આક્રમણકારો, જેમ કે વાયરસ, બેક્ટેરિયા અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષો દ્વારા ઉત્પાદિત વિદેશી પ્રોટીનના ટૂકડા (એન્ટિજેન)ને ઓળખવા અને તેમની સાથે પ્રતિક્રિયા કરવામાં મદદ કરે છે. TCRની રચના એન્ટિબોડી (antibody) જેવી જ હોય છે, પરંતુ તે એન્ટિબોડીથી વિપરીત, કોષની બહાર મુક્ત થતી નથી અને લોહીના પ્રવાહમાં ફરતી નથી. તેના બદલે, તે 'T' કોષની કોષ પટલ (cell membrane) માં જડિત રહે છે અને એન્ટિજેન શોધવાનું કાર્ય કરે છે.

TCRની રચના નીચે મુજબ છે :

- **ડાઇસલ્ફાઇડ-લિંક્ડ હીટરોડાઇમર (Disulfide-linked heterodimer) :** TCR મુખ્યત્વે બે ગ્લાયકોપ્રોટીન સાંકળો (glycoprotein chains)નું બનેલું હોય છે, જેને આલ્ફા (α) અને બીટા (β) સાંકળ કહેવામાં આવે છે. આ બંને સાંકળો એકબીજા સાથે ડાઇસલ્ફાઇડ બંધ (disulfide bond) દ્વારા જોડાયેલી હોય છે અને હીટરોડાઇમર બનાવે છે. મોટાભાગના 'T' કોષો αβ TCR ધરાવે છે.

- **ચલ (Variable - V) અને સ્થિર (Constant - C) પ્રદેશો :** દરેક α અને β સાંકળમાં બે ભાગ હોય છે : એક ચલ (variable - V) પ્રદેશ અને એક સ્થિર (constant - C) પ્રદેશ.
  - **ચલ પ્રદેશ (V)**: એ TCR નો એ ભાગ છે જે એન્ટિજેન સાથે સીધો જોડાય છે. દરેક T કોષમાં અલગ-અલગ ચલ પ્રદેશ હોય છે, જે તે T કોષને અલગ-અલગ એન્ટિજેનને ઓળખવાની ક્ષમતા આપે છે. આ વિવિધતા જનીનોના પુનઃસંયોજન દ્વારા પ્રાપ્ત થાય છે જે T કોષોના વિકાસ દરમિયાન થાય છે. આ પ્રક્રિયાને V(D)J રીકોમ્બિનેશન કહેવામાં આવે છે અને તે રોગપ્રતિકારક શક્તિની વિવિધતા માટે જવાબદાર મુખ્ય પરિબળોમાંનું એક છે.
  - **સ્થિર પ્રદેશ (C) :** આ પ્રદેશ TCR ને 'T' કોષની કોષ પટલમાં લંગરવામાં (anchor) મદદ કરે છે અને સિગ્નલિંગમાં પણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- **પૂરક-નિર્ધારિત પ્રદેશો (Complementarity-Determining Regions - CDRs) :** ચલ પ્રદેશમાં ત્રણ અત્યંત ચલ લૂપ્સ (hypervariable loops) હોય છે જેને CDRs કહેવામાં આવે છે. આ CDRs એન્ટિજેન સાથે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરવા માટે સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગો છે. CDRsની રચના અને એમિનો એસિડ ક્રમ (amino acid sequence) એન્ટિજેન માટે TCRની વિશિષ્ટતા (specificity) નક્કી કરે છે.
- **ટ્રાન્સમેમ્બ્રેન પ્રદેશ (Transmembrane region) :** દરેક α અને β સાંકળમાં એક ટ્રાન્સમેમ્બ્રેન પ્રદેશ હોય છે જે 'T' કોષની કોષ પટલમાંથી પસાર થાય છે અને TCRને કોષ પટલમાં જકડી રાખે છે. આ પ્રદેશ હાઇડ્રોફોબિક એમિનો એસિડથી સમૃદ્ધ હોય છે જે તેને કોષ પટલના લિપિડ દ્વિસ્તર (lipid bilayer) સાથે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરવાની મંજૂરી આપે છે.
- **સાયટોપ્લાઝમિક ટેઇલ (Cytoplasmic tail) :** દરેક α અને β સાંકળમાં એક ટૂંકી સાયટોપ્લાઝમિક ટેઇલ હોય છે જે કોષની અંદર સિગ્નલિંગ (signaling)માં ભૂમિકા ભજવે છે. જ્યારે TCR એન્ટિજેન સાથે જોડાય છે, ત્યારે આ સાયટોપ્લાઝમિક ટેઇલ કોષની અંદરના અન્ય પ્રોટીન સાથે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરે છે અને સિગ્નલિંગ કાસ્કેડ શરૂ કરે છે, જે 'T' કોષને સક્રિય કરે છે.

TCR કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

TCR એ MHC (Major Histocompatibility Complex) અણુઓ દ્વારા રજૂ કરાયેલા પેપ્ટાઇડ એન્ટિજેન (peptide antigen)ને ઓળખે છે. MHC અણુઓ કોષોની સપાટી પર જોવા મળતા પ્રોટીન છે જે એન્ટિજેનના ટુકડાઓને 'T' કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે. જ્યારે TCR યોગ્ય એન્ટિજેન-MHC સંકુલ (antigen-MHC complex) સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે 'T' કોષની અંદર સિગ્નલિંગ કાસ્કેડ (signaling cascade) શરૂ કરે છે. આ સિગ્નલિંગ કાસ્કેડ 'T' કોષને સક્રિય કરે છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરૂ કરે છે, જેના પરિણામે સંક્રમિત કોષો અથવા કેન્સરગ્રસ્ત કોષોનો નાશ થાય છે.

$\gamma\delta$ TCR :

મોટાભાગના 'T' કોષો $\alpha\beta$ TCR વ્યક્ત કરે છે, પરંતુ 'T' કોષોનો એક નાનો સમૂહ **ગેમાડેલ્ટા** (**$\gamma\delta$ - gamma delta**) TCR વ્યક્ત કરે છે. **ગેમાડેલ્ટા** ($\gamma\delta$) TCRની રચના $\alpha\beta$ TCR જેવી જ હોય છે, પરંતુ તેમાં **ગેમા** (**γ - gamma**) અને **ડેલ્ટા** (**δ - delta**) સાંકળો હોય છે. **ગેમાડેલ્ટા** ($\gamma\delta$) 'T' કોષો $\alpha\beta$ 'T' કોષો કરતા ઓછા સમજી શકાય છે, પરંતુ તેઓ મ્યુકોસલ સપાટી (mucosal surfaces) જેમ કે આંતરડા અને ફેફસા પર રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે તેવું માનવામાં આવે છે. તેઓ ઝડપથી પ્રતિક્રિયા આપી શકે છે અને તેને સક્રિય થવા માટે MHC દ્વારા એન્ટિજેન રજૂઆતની જરૂર હોતી નથી.

આમ, TCR એ 'T' કોષોનું એક અત્યંત વિશિષ્ટ અને મહત્ત્વપૂર્ણ શસ્ત્ર છે જે તેમને ચેપ અને કેન્સર સામે લડવામાં મદદ કરે છે. TCRની રચના અને કાર્યને સમજવું એ રોગપ્રતિકારક શક્તિને સમજવા અને નવી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

આપણે જાણ્યું કે, TCR શું છે, તેની રચના કેવી હોય છે અને તે કેવી રીતે કાર્ય કરે છે. હવે આપણે 'T' કોષોના વિવિધ ઉપપ્રકારો, જેમ કે હેલ્પર 'T' કોષો (Helper T cells), સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો (Cytotoxic T cells) અને રેગ્યુલેટરી 'T' કોષો (Regulatory T cells) વિશે જાણીશું અને સમજીશું કે તેઓ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં શું ભૂમિકા ભજવે છે.

5.4. 'T' કોષ ઉપપ્રકારો : હેલ્પર 'T' કોષો, સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો, રેગ્યુલેટરી 'T' કોષો.

આપણે 'T' સેલ રિસેપ્ટર (TCR) અને તેની રચના વિશે ચર્ચા કરી. હવે આપણે 'T' કોષોના વિવિધ ઉપપ્રકારો વિશે ઊંડાણપૂર્વક જાણીશું જે રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં અલગ-અલગ ભૂમિકા ભજવે છે. થાઇમસમાં પરિપક્વ થયા પછી અને લોહીના પ્રવાહમાં પ્રવેશતાં પહેલા, 'T' કોષો મુખ્યત્વે બે ઉપપ્રકારોમાં વિભાજિત થાય છે : **હેલ્પર 'T' કોષો, સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો** અને ત્રીજો મહત્ત્વપૂર્ણ ઉપપ્રકાર **રેગ્યુલેટરી 'T' કોષો** છે, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને નિયંત્રણમાં રાખવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

1. હેલ્પર 'T' કોષો (Helper T cells - CD4+) :

- આ કોષોને 'મદદગાર' કહેવામાં આવે છે કારણ કે તેઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિના અન્ય કોષોને સક્રિય કરવામાં અને તેમનું સંકલન કરવામાં મદદ કરે છે. તેઓ સમગ્ર રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવના મુખ્ય સંચાલકો માંથી એક છે.
- તેઓ પોતાની સપાટી પર CD4 નામનું પ્રોટીન ધરાવે છે, તેથી તેમને CD4+ 'T' કોષો પણ કહેવામાં આવે છે. CD4 પ્રોટીન MHC વર્ગ II (MHC class II) અણુઓ સાથે જોડાવામાં મદદ કરે છે.
- હેલ્પર 'T' કોષો એન્ટિજેન-રજૂ કરનાર કોષો (Antigen-Presenting Cells - APCs), જેમ કે ડેન્ડ્રિટિક કોષો (dendritic cells), મેક્રોફેજ (macrophages) અને 'B' કોષો (B cells)

દ્વારા રજૂ કરાયેલા MHC વર્ગ II (MHC class II) અણુઓ સાથે જોડાયેલા એન્ટિજેનને ઓળખે છે. APCs એન્ટિજેનનો નાનો ટુકડો (પેપ્ટાઇડ) MHC વર્ગ II અણુ પર રજૂ કરે છે.

- જ્યારે હેલ્પર 'T' કોષનો TCR યોગ્ય એન્ટિજેન-MHC વર્ગ II સંકુલ સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે સક્રિય થાય છે. સક્રિય થયા પછી હેલ્પર 'T' કોષો સાયટોકાઇન્સ (cytokines) નામના અણુઓ મુક્ત કરે છે. સાયટોકાઇન્સ એ રાસાયણિક સંદેશવાહકો છે જે અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષો, જેમ કે 'B' કોષો (B cells) અને સાયટોટોક્સિક 'T' કોષોને સક્રિય કરે છે અને તેને કાર્ય કરવા માટે દિશામાન કરે છે.
- હેલ્પર 'T' કોષોને વધુ પેટા પ્રકારોમાં વિભાજિત કરી શકાય છે, જેમ કે Th1, Th2 અને Th17. આ પેટા પ્રકારો અલગ-અલગ સાયટોકાઇન્સ ઉત્પન્ન કરે છે અને અલગ-અલગ રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોમાં ભૂમિકા ભજવે છે.
    - **Th1 કોષો :** કોષ-મધ્યસ્થ પ્રતિરક્ષામાં ભૂમિકા ભજવે છે અને વાયરસ અને અંતઃકોષીય બેક્ટેરિયા સામે રક્ષણ માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.
    - **Th2 કોષો :** હ્યુમરલ પ્રતિરક્ષામાં ભૂમિકા ભજવે છે અને પરોપજીવીઓ સામે રક્ષણ અને એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓમાં મહત્ત્વપૂર્ણ છે.
    - **Th17 કોષો :** બહિષ્કોષીય બેક્ટેરિયા અને ફૂગ સામે રક્ષણ અને સ્વયંપ્રતિરક્ષામાં ભૂમિકા ભજવે છે.

2. સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો (Cytotoxic T cells - CD8+) :

- આ કોષોને 'મારક' કોષો પણ કહેવામાં આવે છે કારણ કે તેઓ સીધા જ વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોનો નાશ કરે છે. તેઓ શરીરના સંક્રમિત અથવા અસામાન્ય કોષોને દૂર કરવા માટે જરૂરી છે.
- તેઓ પોતાની સપાટી પર CD8 નામનું પ્રોટીન ધરાવે છે, તેથી તેમને CD8+ 'T' કોષો પણ કહેવામાં આવે છે. CD8 પ્રોટીન MHC વર્ગ I (MHC class I) અણુઓ સાથે જોડાવામાં મદદ કરે છે.
- સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો શરીરના લગભગ બધા કોષો (ન્યુક્લિએટેડ કોષો) દ્વારા રજૂ કરાયેલા MHC વર્ગ I (MHC class I) અણુઓ સાથે જોડાયેલા એન્ટિજેનને ઓળખે છે. જ્યારે કોષ વાયરસથી સંક્રમિત થાય છે અથવા કેન્સરગ્રસ્ત બને છે, ત્યારે તે કોષની અંદરના અસામાન્ય પ્રોટીનના ટૂકડાઓ MHC વર્ગ I અણુ પર રજૂ કરે છે.
- જ્યારે સાયટોટોક્સિક 'T' કોષનો TCR યોગ્ય એન્ટિજેન-MHC વર્ગ I સંકુલ સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે સક્રિય થાય છે. સક્રિય થયા પછી, સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો ગ્રાન્યુલ્સમાં સંગ્રહિત પ્રોટીન, જેમ કે પરફોરિન અને ગ્રાનઝાઇમ્સ મુક્ત કરે છે. પરફોરિન સંક્રમિત કોષની કોષ

પટલમાં છિદ્રો બનાવે છે અને ગ્રાનઝાઇમ્સ કોષની અંદર પ્રવેશીને કોષ મૃત્યુ શરૂ કરે છે. આ પ્રક્રિયા સંક્રમિત કોષનો નાશ કરે છે અને વાયરસના ફેલાવાને રોકવામાં મદદ કરે છે.

3. રેગ્યુલેટરી 'T' કોષો (Regulatory T cells - Tregs) :

- આ કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિના 'નિયમનકાર' છે. તેઓ રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને દબાવવામાં અને સ્વ-સહિષ્ણુતા (self-tolerance) જાળવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ સુનિશ્ચિત કરે છે કે રોગપ્રતિકારક શક્તિ વધુ પડતી સક્રિય ન થાય અને શરીરના પોતાના કોષો પર હુમલો ન કરે.
- તેઓ CD4+ 'T' કોષોનો એક ઉપસમૂહ છે જે CD25 (IL-2 રીસેપ્ટરનો આલ્ફા ભાગ) અને FoxP3 નામના ટ્રાંસ્ક્રિપ્શન ફેક્ટર પણ વ્યક્ત કરે છે. FoxP3 રેગ્યુલેટરી 'T' કોષોના વિકાસ અને કાર્ય માટે આવશ્યક છે.
- રેગ્યુલેટરી 'T' કોષો અન્ય 'T' કોષોની પ્રતિક્રિયાશીલતાને દબાવીને ઓટોઇમ્યુન રોગોને રોકવામાં મદદ કરે છે, જ્યાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ ભૂલથી પોતાના શરીરના કોષો પર હુમલો કરે છે.
- તેઓ બળતરાને નિયંત્રિત કરવામાં, ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન ગર્ભ પ્રત્યે સહિષ્ણુતા જાળવવામાં અને પેશીઓના સમારકામમાં પણ ભૂમિકા ભજવે છે.

આમ, 'T' કોષોના આ ત્રણ મુખ્ય ઉપપ્રકારો રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં અલગ-અલગ પરંતુ એકબીજા સાથે સંકળાયેલી ભૂમિકાઓ ભજવે છે. હેલ્પર 'T' કોષો રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવનું સંકલન કરે છે, સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો સંક્રમિત કોષોનો નાશ કરે છે અને રેગ્યુલેટરી 'T' કોષો રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને નિયંત્રિત કરે છે અને સ્વ-સહિષ્ણુતા જાળવે છે. આ ત્રણેય પ્રકારના 'T' કોષોનું સંતુલન સ્વસ્થ રોગપ્રતિકારક શક્તિ માટે ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

આગળ આપણે MHC પ્રતિબંધ અને 'T' કોષ સક્રિયકરણ વિશે વાત કરીશું, જે સમજાવશે કે 'T' કોષો કેવી રીતે એન્ટિજેનને ઓળખે છે અને સક્રિય થાય છે અને આ પ્રક્રિયામાં MHC અણુઓ શું ભૂમિકા ભજવે છે.

5.5. MHC પ્રતિબંધ અને 'T' કોષ સક્રિયકરણ (MHC Restriction and T Cell Activation) :

આપણે અગાઉના ભાગોમાં 'T' કોષોના વિવિધ ઉપપ્રકારો (હેલ્પર, સાયટોટોક્સિક અને રેગ્યુલેટરી 'T' કોષો) અને તેની ભૂમિકા વિશે ચર્ચા કરી. હવે આપણે 'T' કોષ સક્રિયકરણની પ્રક્રિયામાં એક મહત્ત્વપૂર્ણ ખ્યાલ **એમએચસી પ્રતિબંધ (MHC Restriction)** સમજીશું.

એમએચસી પ્રતિબંધ (MHC Restriction) શું છે?

સરળ શબ્દોમાં કહીએ તો, **MHC** પ્રતિબંધ એ 'T' કોષોની એન્ટિજેનને ઓળખવાની રીતનો ઉલ્લેખ કરે છે. 'T' કોષો મુક્ત એન્ટિજેનને સીધા જ ઓળખી શકતા નથી. તેના બદલે તેઓ ફક્ત

એન્ટિજેનના ટૂકડાને ઓળખી શકે છે જે **મુખ્ય હિસ્ટોકોમ્પેટિબિલિ 'T' કોમ્પ્લેક્સ (Major Histocompatibility Complex - MHC)** અણુઓ દ્વારા રજૂ કરવામાં આવે છે.

- **MHC અણુઓ** કોષોની સપાટી પર જોવા મળતા પ્રોટીન છે જે એન્ટિજેન પેપ્ટાઇડ્સને 'T' કોષો સમક્ષ રજૂ કરવાનું કાર્ય કરે છે.
- બે મુખ્ય પ્રકારના MHC અણુઓ છે : **MHC વર્ગ I (MHC class I)** અને **MHC વર્ગ II (MHC class II)**.

MHC વર્ગ I અણુઓ લગભગ બધા ન્યુક્લિએટેડ કોષો દ્વારા વ્યક્ત થાય છે અને મુખ્યત્વે અંતઃકોષીય એન્ટિજેનના ટુકડા રજૂ કરે છે, જેમ કે - વાયરસ દ્વારા ઉત્પાદિત પ્રોટીન.

MHC વર્ગ II અણુઓ ફક્ત એન્ટિજેન-રજૂ કરનાર કોષો (Antigen-Presenting Cells - APCs) જેમ કે ડેન્ડ્રિટિક કોષો, મેક્રોફેજ અને 'B' કોષો દ્વારા વ્યક્ત થાય છે અને મુખ્યત્વે બહિષ્કોષીય એન્ટિજેનના ટૂકડા રજૂ કરે છે, જેમ કે - બેક્ટેરિયા દ્વારા ઉત્પાદિત પ્રોટીન.

'T' કોષ સક્રિયકરણ (T Cell Activation) :

'T' કોષ સક્રિયકરણ એ એક જટિલ પ્રક્રિયા છે જેમાં ઘણા સંકેતો શામેલ છે. 'T' કોષ સક્રિય થવા માટે તેને બે મુખ્ય સંકેતો પ્રાપ્ત થવા જરૂરી છે :

1. **સંકેત 1 : એન્ટિજેન ઓળખ (Antigen Recognition) :** 'T' કોષ રીસેપ્ટર (TCR) એ MHC અણુ દ્વારા રજૂ કરાયેલા એન્ટિજેન પેપ્ટાઇડ સાથે જોડાય છે. 'T' કોષો ચોક્કસ MHC-એન્ટિજેન સંકુલને ઓળખવા માટે પ્રશિક્ષિત હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, CD8+ સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો MHC વર્ગ I સાથે રજૂ કરાયેલા એન્ટિજેનને ઓળખે છે, જ્યારે CD4+ હેલ્પર 'T' કોષો MHC વર્ગ II સાથે રજૂ કરાયેલા એન્ટિજેનને ઓળખે છે. આ વિશિષ્ટતાને **MHC પ્રતિબંધ** કહેવામાં આવે છે.
2. **સંકેત 2 : સહ-ઉત્તેજના (Co-stimulation) :** 'T' કોષની સપાટી પરના સહ-ઉત્તેજક અણુઓ એન્ટિજેન રજૂ કરનાર કોષ (APC)ની સપાટી પરના અણુઓ સાથે જોડાય છે. આ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા 'T' કોષને બીજો મહત્ત્વપૂર્ણ સંકેત પૂરો પાડે છે જે સક્રિયકરણ માટે જરૂરી છે. CD28 એ 'T' કોષો પરનું મુખ્ય સહ-ઉત્તેજક અણુ છે, જે APCs પર B7 પ્રોટીન (CD80/CD86) સાથે જોડાય છે.

આ બંને સંકેતો પ્રાપ્ત કર્યા પછી 'T' કોષ સક્રિય થાય છે અને કોષ વિભાજન અને સાયટોકાઇન ઉત્પાદન જેવી પ્રક્રિયાઓ શરૂ કરે છે. સક્રિય 'T' કોષો પછી ચેપ સામે લડવા અથવા રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને નિયંત્રિત કરવામાં તે ભૂમિકા ભજવે છે.

MHC પ્રતિબંધનું મહત્ત્વ :

- **સ્વ-સહિષ્ણુતા (Self-tolerance) :** એમએચસી પ્રતિબંધ એ સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરે છે કે 'T' કોષો ફક્ત વિદેશી એન્ટિજેનને જ પ્રતિભાવ આપે અને શરીરના પોતાના કોષો પર હુમલો ન કરે. થાઇમસમાં 'T' કોષોના વિકાસ દરમિયાન જે 'T' કોષો પોતાના MHC અણુઓ સાથે રજૂ કરાયેલા સ્વ-એન્ટિજેનને મજબૂત રીતે ઓળખે છે તેનો નાશ કરવામાં આવે છે (નકારાત્મક પસંદગી).

- **યોગ્ય રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ :** MHC પ્રતિબંધ એ સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરે છે કે યોગ્ય પ્રકારનો 'T' કોષ યોગ્ય પ્રકારના એન્ટિજેન સામે સક્રિય થાય. ઉદાહરણ તરીકે, વાયરસથી સંક્રમિત કોષો MHC વર્ગ I દ્વારા વાયરલ એન્ટિજેન રજૂ કરશે, જે CD8+ સાયટોટોક્સિક 'T' કોષોને સક્રિય કરશે જે સંક્રમિત કોષોનો નાશ કરી શકે.

આમ, MHC પ્રતિબંધ અને 'T' કોષ સક્રિયકરણ એ રોગપ્રતિકારક શક્તિના કાર્ય માટે કેન્દ્રિય પ્રક્રિયાઓ છે. તેઓ સુનિશ્ચિત કરે છે કે 'T' કોષો ફક્ત યોગ્ય સમયે અને યોગ્ય એન્ટિજેન સામે સક્રિય થાય, જેનાથી શરીરને ચેપ સામે અસરકારક રીતે લડવામાં મદદ મળે છે અને સ્વ-સહિષ્ણુતા જાળવી શકાય છે.

5.6. સાયટોકાઇન્સ અને તેમની ભૂમિકા (Cytokines and Their Role).

અગાઉના ભાગોમાં 'T' કોષ સક્રિયકરણ અને MHC પ્રતિબંધ વિશે ચર્ચા કરી. હવે આપણે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવતા **સાયટોકાઇન્સ** વિશે વાત કરીશું.

સાયટોકાઇન્સ (Cytokines) શું છે?

સાયટોકાઇન્સ એ નાના પ્રોટીન છે જે કોષો દ્વારા સ્ત્રાવિત થાય છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવમાં **રાસાયણિક સંદેશવાહકો** તરીકે કાર્ય કરે છે. તેઓ કોષો વચ્ચેના સંચાર માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને સક્રિય કરવા, વધારવા અને નિયંત્રિત કરવામાં મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે.

સાયટોકાઇન્સની ભૂમિકા :

સાયટોકાઇન્સ રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવના લગભગ દરેક પાસાને પ્રભાવિત કરે છે. તેમની મુખ્ય ભૂમિકાઓમાં શામેલ છે:

- **રોગપ્રતિકારક કોષોનો વિકાસ અને ભિન્નતા (Development and Differentiation) :** સાયટોકાઇન્સ રોગપ્રતિકારક કોષોના વિકાસ, પરિપક્વતા અને ભિન્નતાને નિયંત્રિત કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે ઇન્ટરલ્યુકિન-7 (IL-7) 'T' કોષોના વિકાસ માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે, જ્યારે ગ્રાન્યુલોસાઇટ-મેક્રોફેજ કોલોની-સ્ટિમ્યુલેટિંગ ફેક્ટર (GM-CSF) માયલોઇડ કોષોના વિકાસને ઉત્તેજિત કરે છે.

- **રોગપ્રતિકારક કોષોનું સક્રિયકરણ (Activation of Immune Cells) :** સાયટોકાઇન્સ 'T' કોષો, 'B' કોષો, મેક્રોફેજ અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે, તેને ચેપ સામે લડવા માટે તૈયાર કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઇન્ટરફેરોન-ગેમા (IFN-γ) મેક્રોફેજને સક્રિય કરે છે, તેને બેક્ટેરિયા અને અન્ય અંતઃકોષીય રોગાણુઓનો નાશ કરવાની ક્ષમતા પ્રદાન કરે છે.

- **બળતરા (Inflammation) :** સાયટોકાઇન્સ બળતરા પ્રતિક્રિયામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. બળતરા એ ચેપ અથવા પેશીઓને નુકસાન પ્રત્યે શરીરની કુદરતી પ્રતિક્રિયા છે. ટ્યુમર નેક્રોસિસ ફેક્ટર-આલ્ફા (TNF-α) અને ઇન્ટરલ્યુકિન-1 (IL-1) જેવાં સાયટોકાઇન્સ બળતરાના મુખ્ય મધ્યસ્થી (mediators) છે. તેઓ રક્તવાહિનીઓને ફેલાવવા, રોગપ્રતિકારક કોષોને ચેપના સ્થળે આકર્ષવા અને પેશીઓના સમારકામની શરૂઆત કરવાનું કારણ બને છે.

- **એન્ટિબોડી ઉત્પાદન (Antibody Production) :** અમુક સાયટોકાઇન્સ, જેમ કે ઇન્ટરલ્યુકિન-4 (IL-4) અને ઇન્ટરલ્યુકિન-21 (IL-21), 'B' કોષોને એન્ટિબોડી ઉત્પન્ન કરવા માટે ઉત્તેજિત કરે છે. એન્ટિબોડીઝ એ પ્રોટીન છે જે એન્ટિજેનને બાંધે છે અને તેમને નિષ્ક્રિય કરવામાં અથવા નાશ કરવા માટે ચિહ્નિત કરે છે.

- **કોષ મૃત્યુ (Cell Death) :** કેટલાંક સાયટોકાઇન્સ, જેમ કે TNF-α, સંક્રમિત કોષો અથવા કેન્સરગ્રસ્ત કોષોમાં એપોપ્ટોસિસ (apoptosis) નામની પ્રક્રિયા દ્વારા કોષ મૃત્યુને પ્રેરિત કરી શકે છે.

- **પેશીઓનું સમારકામ (Tissue Repair) :** સાયટોકાઇન્સ ઘા રૂઝાવવા અને પેશીઓના સમારકામની પ્રક્રિયામાં પણ ભૂમિકા ભજવે છે.

સાયટોકાઇન્સના પ્રકાર :

ઘણાં વિવિધ પ્રકારના સાયટોકાઇન્સ છે, જેને તેની રચના અને કાર્યના આધારે વર્ગીકૃત કરી શકાય છે. કેટલાંક મહત્ત્વપૂર્ણ સાયટોકાઇન્સના વર્ગોમાં શામેલ છે :

- **ઇન્ટરલ્યુકિન્સ (Interleukins - ILs) :** આ સાયટોકાઇન્સનું એક મોટું જૂથ છે જે રોગપ્રતિકારક કોષો વચ્ચેના સંચારમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **ઇન્ટરફેરોન્સ (Interferons - IFNs) :** આ સાયટોકાઇન્સ વાયરલ ચેપ સામે રક્ષણમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **ટ્યુમર નેક્રોસિસ ફેક્ટર્સ (Tumor Necrosis Factors - TNFs) :** આ સાયટોકાઇન્સ બળતરા અને કોષ મૃત્યુમાં ભૂમિકા ભજવે છે.

- **કેમોકાઇન્સ (Chemokines) :** આ સાયટોકાઇન્સ રોગપ્રતિકારક કોષોને ચેપ અથવા બળતરાના સ્થળે આકર્ષવા માટે જવાબદાર છે.

- **કોલોની-સ્ટિમ્યુલેટિંગ ફેક્ટર્સ (Colony-Stimulating Factors - CSFs) :** આ સાયટોકાઇન્સ રક્ત કોષોના ઉત્પાદનને ઉત્તેજિત કરે છે.

સાયટોકાઇન્સ અને રોગ :

સાયટોકાઇન્સ સામાન્ય રીતે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવમાં ફાયદાકારક ભૂમિકા ભજવે છે, પરંતુ તેનું અસંતુલન અથવા અતિશય ઉત્પાદન રોગમાં ફાળો આપી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, સાયટોકાઇન સ્ટોર્મ એ એક ગંભીર સ્થિતિ છે જેમાં સાયટોકાઇન્સનું મોટા પ્રમાણમાં અને અનિયંત્રિત ઉત્પાદન થાય છે, જે અંગને નુકસાન અને મૃત્યુ તરફ દોરી શકે છે. સાયટોકાઇન સ્ટોર્મ અમુક ચેપ, જેમ કે કોવિડ-19 અને અમુક પ્રકારની કેન્સર સારવાર સાથે સંકળાયેલ હોઈ શકે છે. વધુમાં, ક્રોનિક ઇન્ફ્લેમેટરી ડિસીઝ (chronic inflammatory diseases) જેમ કે રુમેટોઇડ આર્થરાઇટિસ (rheumatoid arthritis) અને ક્રોહન રોગ (Crohn's disease)માં પણ સાયટોકાઇન્સ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

આમ, સાયટોકાઇન્સ એ રોગપ્રતિકારક શક્તિના મહત્ત્વપૂર્ણ નિયમનકારો છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવના લગભગ દરેક પાસાને પ્રભાવિત કરે છે. તેઓ કોષો વચ્ચેના સંચાર માટે, રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરવા, બળતરાને પ્રોત્સાહન આપવા અને પેશીઓના સમારકામ માટે આવશ્યક છે. સાયટોકાઇન્સ અને તેમની ભૂમિકાને સમજવું એ રોગપ્રતિકારક શક્તિને સમજવા અને નવી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે. આગળ આપણે સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી દ્વારા ચેપગ્રસ્ત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોના વિનાશ વિશે અભ્યાસ કરીશું.

5.7. સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી દ્વારા સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોનો વિનાશ :

આપણે સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી (Cell-Mediated Immunity)ના મહત્ત્વપૂર્ણ કાર્ય, એટલે કે સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોના વિનાશ વિશે વાત કરીશું.

સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી (Cell-Mediated Immunity) :

સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી એ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો એક ભાગ છે જે એન્ટિબોડીઝને બદલે, **'T' કોષો (T cells)** જેવાં કોષો દ્વારા કાર્ય કરે છે. તે મુખ્યત્વે અંતઃકોષીય રોગાણુઓ, જેમ કે વાયરસ અને અમુક બેક્ટેરિયા અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષો સામે રક્ષણ માટે જવાબદાર છે.

સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોનો વિનાશ :

સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટીમાં **સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો (Cytotoxic T cells - CTLs)** મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે. આ કોષો સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોને ઓળખી શકે છે અને તેનો નાશ કરી શકે છે. આ પ્રક્રિયા નીચે મુજબ થાય છે :

1. **ઓળખ (Recognition) :** સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો પોતાના 'T' સેલ રિસેપ્ટર (TCR) દ્વારા સંક્રમિત કોષો અથવા કેન્સરગ્રસ્ત કોષોની સપાટી પર રજૂ કરાયેલા MHC વર્ગ I (MHC class I) અણુઓ સાથે જોડાયેલા એન્ટિજેન પેપ્ટાઇડ્સને ઓળખે છે. વાયરસથી સંક્રમિત

કોષો વાયરલ પ્રોટીનના ટૂકડાઓ MHC વર્ગ I પર રજૂ કરશે, જ્યારે કેન્સરગ્રસ્ત કોષો અસામાન્ય પ્રોટીન (જેમ કે પરિવર્તિત પ્રોટીન)ના ટુકડા રજૂ કરશે.

2. **સક્રિયકરણ (Activation) :** TCR અને MHC વર્ગ I-એન્ટિજેન સંકુલ વચ્ચેનું જોડાણ, સહ-ઉત્તેજક અણુઓની મદદથી સાયટોટોક્સિક 'T' કોષને સક્રિય કરે છે.

3. **વિનાશ (Destruction) :** સક્રિય સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો બે મુખ્ય પદ્ધતિઓ દ્વારા સંક્રમિત કોષો અથવા કેન્સરગ્રસ્ત કોષોનો નાશ કરે છે :

   - **ગ્રાન્યુલ એક્સોસાઇટોસિસ (Granule Exocytosis) :** સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો ગ્રાન્યુલ્સમાં સંગ્રહિત પ્રોટીન, જેમ કે **પરફોરિન** અને **ગ્રાનઝાઇમ્સ** મુક્ત કરે છે. પરફોરિન લક્ષ્ય કોષની કોષ પટલમાં છિદ્રો બનાવે છે અને ગ્રાનઝાઇમ્સ આ છિદ્રો દ્વારા કોષની અંદર પ્રવેશીને એપોપ્ટોસિસ નામની પ્રક્રિયા દ્વારા કોષ મૃત્યુ શરૂ કરે છે.

   - **Fas/FasL ક્રિયાપ્રતિક્રિયા (Fas/FasL Interaction) :** સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો પોતાની સપાટી પર Fas લિગાન્ડ (FasL) નામનો પ્રોટીન વ્યક્ત કરે છે. જ્યારે FasL લક્ષ્ય કોષની સપાટી પર Fas રીસેપ્ટર સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે લક્ષ્ય કોષમાં એપોપ્ટોસિસને પ્રેરિત કરે છે.

હેલ્પર 'T' કોષોની ભૂમિકા :

સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો ઉપરાંત **હેલ્પર 'T' કોષો (Helper T cells)** પણ સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટીમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ સાયટોકાઇન્સ મુક્ત કરે છે જે સાયટોટોક્સિક 'T' કોષોના સક્રિયકરણ અને કાર્યને વધારે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઇન્ટરફેરોન-ગેમા (IFN-γ) સાયટોટોક્સિક 'T' કોષોની કાર્યક્ષમતામાં વધારો કરે છે અને MHC વર્ગ I અણુઓની અભિવ્યક્તિ (expression) વધારે છે, જેનાથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોને ઓળખવામાં સરળતા રહે છે.

મહત્ત્વ :

સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી વાયરલ ચેપને નિયંત્રિત કરવા અને કેન્સર સામે રક્ષણ આપવા માટે ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે. તે એવા રોગાણુઓ સામે પણ રક્ષણ આપે છે જે કોષોની અંદર રહે છે અને એન્ટિબોડીઝથી સુરક્ષિત હોય છે.

સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી એ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે જે સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો દ્વારા સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોને ઓળખીને અને તેમનો નાશ કરીને કાર્ય કરે છે. આ પ્રક્રિયા શરીરને વાયરસ, અમુક બેક્ટેરિયા અને કેન્સર સામે રક્ષણ આપવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

આમ, આપણે જોયું કે કેવી રીતે સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી શરીરને સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોથી બચાવે છે. આ પ્રક્રિયા શરીરના સ્વાસ્થ્ય અને સુખાકારી માટે અત્યંત આવશ્યક છે.

5.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે અનુકૂલિત રોગપ્રતિકારક શક્તિના એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ, 'T' કોષો અને કોષ-મધ્યસ્થ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. 'T' કોષો, થાઇમસમાં પરિપક્વ થતાં શ્વેત રક્ત કોષો છે જે શરીરને વાયરસ, બેક્ટેરિયા અને કેન્સર જેવાં આંતરિક જોખમોથી બચાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

આપણે 'T' કોષોના વિકાસની પ્રક્રિયા જોઇ, જે થાઇમસમાં થાય છે, જ્યાં તેઓ હકારાત્મક અને નકારાત્મક પસંદગી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા સ્વ-સહિષ્ણુતા અને યોગ્ય કાર્યક્ષમતા સુનિશ્ચિત કરવા માટે કઠોર તાલીમમાંથી પસાર થાય છે. ત્યારબાદ, આપણે 'T' સેલ રિસેપ્ટર (TCR)ની રચના અને કાર્યનો અભ્યાસ કર્યો, જે 'T' કોષોને MHC અણુઓ દ્વારા રજૂ કરાયેલા એન્ટિજેન પેપ્ટાઇડ્સને ઓળખવામાં સક્ષમ બનાવે છે.

આપણે 'T' કોષોના વિવિધ ઉપપ્રકારો, જેમ કે હેલ્પર 'T' કોષો (CD4+), સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો (CD8+) અને રેગ્યુલેટરી 'T' કોષો (Tregs) વિશે જાણ્યું. હેલ્પર 'T' કોષો રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવનું સંકલન કરે છે, સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોનો નાશ કરે છે અને રેગ્યુલેટરી 'T' કોષો રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને નિયંત્રિત કરે છે અને સ્વ-સહિષ્ણુતા જાળવે છે.

આપણે MHC પ્રતિબંધ અને 'T' કોષ સક્રિયકરણની પ્રક્રિયા સમજી, જેમાં 'T' કોષોને સક્રિય થવા માટે એન્ટિજેન ઓળખ અને સહ-ઉત્તેજના એમ બે સંકેતોની જરૂર હોય છે. આપણે સાયટોકાઇન્સના મહત્ત્વ વિશે પણ ચર્ચા કરી, જે રાસાયણિક સંદેશવાહકો છે જે રોગપ્રતિકારક કોષોના વિકાસ, સક્રિયકરણ અને કાર્યને પ્રભાવિત કરે છે.

અંતે, આપણે સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી દ્વારા સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોના વિનાશની પ્રક્રિયા જોઇ, જેમાં સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો ગ્રાન્યુલ એક્સોસાઇટોસિસ અને Fas/FasL ક્રિયાપ્રતિક્રિયા દ્વારા આ કોષોનો નાશ કરે છે.

આમ, આ એકમ દ્વારા આપણે 'T' કોષો અને કોષ-મધ્યસ્થ રોગપ્રતિકારક શક્તિની જટિલ પ્રક્રિયાઓ અને તેમની શરીરના સંરક્ષણમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકાને સમજી શક્યા. આ જ્ઞાન રોગપ્રતિકારક શક્તિને વધુ સારી રીતે સમજવા અને નવી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

5.9. સ્વાધ્યાય

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQs) :

1. 'T' કોષો ક્યાં પરિપક્વ થાય છે?
   a) અસ્થિમજ્જા b) થાઇમસ
   c) બરોળ d) લસિકા ગાંઠો
2. 'T' સેલ રિસેપ્ટર (TCR)ની મુખ્યત્વે બનેલી બે ગ્લાયકોપ્રોટીન સાંકળો કઈ છે?
   a) આલ્ફા અને બીટા b) ગેમા અને ડેલ્ટા
   c) આલ્ફા અને ગેમા d) બીટા અને ડેલ્ટા
3. નીચેનામાંથી કયો 'T' કોષનો ઉપપ્રકાર નથી?
   a) હેલ્પર 'T' કોષો b) સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો
   c) મેક્રોફેજ d) રેગ્યુલેટરી 'T' કોષો
4. હેલ્પર 'T' કોષો કયા MHC વર્ગના અણુઓ સાથે જોડાયેલા એન્ટિજેનને ઓળખે છે?
   a) MHC વર્ગ I b) MHC વર્ગ II
   c) બંને MHC વર્ગ I અને II d) કોઈ પણ નહીં
5. સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો કયા પ્રોટીનની મદદથી સંક્રમિત કોષોમાં છિદ્રો બનાવે છે?
   a) ગ્રાનઝાઇમ્સ b) પરફોરિન
   c) ઇન્ટરફેરોન d) ઇન્ટરલ્યુકિન
6. કયો સાયટોકાઇન વાયરલ ચેપ સામે રક્ષણમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે?
   a) ઇન્ટરલ્યુકિન-4 b) ઇન્ટરફેરોન-ગેમા
   c) ટ્યુમર નેક્રોસિસ ફેક્ટર-આલ્ફા d) ઇન્ટરલ્યુકિન-1
7. 'T' કોષ સક્રિયકરણ માટે કયા બે સંકેતો આવશ્યક છે?
   a) એન્ટિજેન ઓળખ અને સાયટોકાઇન ઉત્પાદન
   b) એન્ટિજેન ઓળખ અને સહ-ઉત્તેજના
   c) સાયટોકાઇન ઉત્પાદન અને સહ-ઉત્તેજના
   d) એન્ટિજેન ઓળખ અને MHC પ્રતિબંધ
8. નીચેનામાંથી કયું સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટીનું કાર્ય નથી?
   a) વાયરસથી સંક્રમિત કોષોનો નાશ b) કેન્સરગ્રસ્ત કોષોનો નાશ
   c) એન્ટિબોડી ઉત્પાદન d) અંતઃકોષીય રોગાણુઓ સામે રક્ષણ
9. ગ્રાન્યુલોસાઇટ-મેક્રોફેજ કોલોની-સ્ટિમ્યુલેટિંગ ફેક્ટર (GM-CSF) કયા કોષોના વિકાસને ઉત્તેજિત કરે છે?
   a) 'T' કોષો b) 'B' કોષો
   c) માયલોઇડ કોષો d) ન્યુરોન્સ
10. 'T' કોષો એન્ટિજેનને કેવી રીતે ઓળખે છે?
    a) મુક્ત એન્ટિજેનને સીધા જ ઓળખીને
    b) એન્ટિબોડીઝ દ્વારા

c) MHC અણુઓ દ્વારા રજૂ કરાયેલા એન્ટિજેન પેપ્ટાઇડ્સને ઓળખીને

d) સાયટોકાઇન્સ દ્વારા

જવાબો : 1-b, 2-a, 3-c, 4-b, 5-b, 6-b, 7-b, 8-c, 9-c, 10-c

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. થાઇમસમાં 'T' કોષોના વિકાસના બે મુખ્ય તબક્કાઓ કયા છે?
2. 'T' સેલ રિસેપ્ટર (TCR)નું કાર્ય શું છે?
3. CD4+ અને CD8+ 'T' કોષો વચ્ચે શું તફાવત છે?
4. રેગ્યુલેટરી 'T' કોષોનું કાર્ય શું છે?
5. MHC પ્રતિબંધ શું છે?
6. 'T' કોષ સક્રિયકરણમાં સહ-ઉત્તેજનાની ભૂમિકા શું છે?
7. સાયટોકાઇન્સના ચાર મુખ્ય કાર્યો જણાવો.
8. ઇન્ટરફેરોન્સનું કાર્ય શું છે?
9. સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી કેવી રીતે સંક્રમિત કોષોનો નાશ કરે છે?
10. સાયટોકાઇન સ્ટોર્મ શું છે?

લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. થાઇમસમાં 'T' કોષોના વિકાસ અને પરિપક્વતાની પ્રક્રિયાનું વિગતવાર વર્ણન કરો. હકારાત્મક અને નકારાત્મક પસંદગીનો સમાવેશ કરો.
2. 'T' સેલ રિસેપ્ટર (TCR)ની રચનાનું ચિત્ર દોરો અને તેના વિવિધ ભાગોનું વર્ણન TCR કેવી રીતે એન્ટિજેનને ઓળખે છે તે સમજાવો.
3. 'T' કોષોના ત્રણ મુખ્ય ઉપપ્રકારો - હેલ્પર 'T' કોષો, સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો અને રેગ્યુલેટરી 'T' કોષોની ભૂમિકા અને કાર્યનું વર્ણન કરો.
4. MHC પ્રતિબંધ અને 'T' કોષ સક્રિયકરણની પ્રક્રિયા સમજાવો. 'T' કોષ સક્રિયકરણ માટે જરૂરી બે સંકેતો અને તેમાં શામેલ અણુઓનું વર્ણન કરો.
5. સેલ-મીડીએટેડ ઇમ્યુનિટી દ્વારા સંક્રમિત કોષો અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોના વિનાશની પ્રક્રિયાનું વિગતવાર વર્ણન કરો. સાયટોટોક્સિક 'T' કોષો અને હેલ્પર 'T' કોષોની ભૂમિકા શામેલ કરો.

સાયટોકિન્સ અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવનું નિયમન

6

6.1 પ્રસ્તાવના

6.2 સાયટોકિન્સનું વર્ગીકરણ અને ગુણધર્મો

6.3 સાયટોકિન્સના સ્ત્રોત અને લક્ષ્ય કોષો

6.4 સાયટોકિન્સના કાર્યો

6.5 સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ અને સિગ્નલિંગ માર્ગ

6.6 સાયટોકિન નેટવર્ક અને રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં સંતુલન

6.7 રોગોમાં સાયટોકિન્સની ભૂમિકા

6.8 સારાંશ

6. 9 સ્વાધ્યાય

6.1. પ્રસ્તાવના

આપણે બધા વાકેફ છીએ કે આપણું શરીર સતત બાહ્ય આક્રમણકારો - બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ - સામે લડત આપતું રહે છે. શું તમે ક્યારેય વિચાર્યું છે કે આ બધા હુમલાઓનો સામનો કરવા માટે આપણી અંદર કઈ અદભૂત વ્યવસ્થા કાર્યરત છે? જવાબ છે આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ, જે એક જટિલ, સુસંકલિત અને અતિ કુશળ સંરક્ષણ પ્રણાલી છે અને આ પ્રણાલીના અદ્રશ્ય નાયકો કોણ છે? સાયટોકિન્સ!

સાયટોકિન્સ એ નાના પ્રોટીન અણુઓ છે જે કોષો વચ્ચે ગુપ્ત સંદેશાવાહક તરીકે કાર્ય કરે છે. તેઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિના અદ્રશ્ય યોદ્ધાઓ જેવા છે, જે સતત શરીરમાં ભ્રમણ કરે છે, જોખમોને પારખે છે અને અન્ય કોષોને ચેતવણી આપવા માટે સંકેતો મોકલે છે.

આપણે શરૂઆત સાયટોકિન્સના વર્ગીકરણ અને તેમના વિશિષ્ટ ગુણધર્મોને સમજીને કરીશું. કયા કોષો આ અગત્યના અણુઓનું ઉત્પાદન કરે છે અને કયા કોષો તેમનો સંદેશો ઝીલે છે તે શોધીશું. સાયટોકિન્સ કેવી રીતે રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે, તેને પરિપક્વ થવામાં અને ગુણાકાર કરવામાં કેવી રીતે દોરવણી આપે છે, તે બાબતોનો પણ ઝીણવટપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું. શું

તમે જાણો છો કે સાયટોકિન્સ એકબીજા સાથે અને કોષો સાથે કેવી રીતે વાર્તાલાપ કરે છે? આપણે સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ અને તેમની સાથે સંકળાયેલા જટિલ સિગ્નલિંગ માર્ગોની તપાસ કરીશું.

તમારા મનમાં પ્રશ્ન થશે કે શું આ બધી જટિલ પ્રક્રિયાઓ સુમેળભરી રીતે ચાલે છે? શું સાયટોકિન્સ હંમેશા ફાયદાકારક હોય છે? આપણે શોધીશું કે રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં સાયટોકિન નેટવર્ક કેવી રીતે નાજૂક સંતુલન જાળવી રાખે છે અને વિવિધ રોગોમાં સાયટોકિન્સની હકારાત્મક અને નકારાત્મક ભૂમિકાઓ કઈ કઈ હોય છે.

સાયટોકિન્સની અદ્દભૂત કાર્યક્ષમતા અને તેના દ્વારા પ્રગટ થતાં રોગપ્રતિકારક શક્તિના રહસ્યોને ઉજાગર કરીએ અને આપણે માનવ શરીરની આંતરિક કાર્યપ્રણાલીની સમજ કેળવીએ.

પરિચય :

સાયટોકાઇન્સ એ નાના પ્રોટીન છે જે કોષો વચ્ચેના સંચારમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ મુખ્યત્વે રોગપ્રતિકારક કોષો દ્વારા સ્ત્રાવિત થાય છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરૂ કરવામાં, નિયમન કરવામાં અને સમાપ્ત કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સાયટોકાઇન્સ તરીકે કાર્ય કરે છે, જેનો અર્થ છે કે તેઓ રોગપ્રતિકારક તંત્રની પ્રવૃત્તિમાં વધારો કરે છે અથવા ઘટાડે છે.

સાયટોકાઇન્સની શોધ અને તેમના કાર્યોને સમજવામાં અનેક વૈજ્ઞાનિકોએ ફાળો આપ્યો છે. જેમ કે,
Stanley Cohen : તેઓએ 1950ના દાયકામાં એપિડર્મલ ગ્રોથ ફેક્ટર (EGF) અને નર્વ ગ્રોથ ફેક્ટર (NGF)ની શોધ કરી, જે સાયટોકાઇન્સના પ્રથમ ઉદાહરણો હતા.

Joost Oppenheim : તેઓને 'સાયટોકાઇન જીવવિજ્ઞાનના જનક' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. તેમણે ઇન્ટરલ્યુકિન-1 (IL-1)ની શોધ કરી અને સાયટોકાઇન સંશોધનના ક્ષેત્રમાં મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું.

Tadamitsu Kishimoto : તેમણે ઇન્ટરલ્યુકિન-6 (IL-6)ની શોધ કરી અને તેના કાર્યોને સમજવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવી.

Anthony Fauci : તેમણે HIV/AIDS અને અન્ય ચેપી રોગોના સંદર્ભમાં સાયટોકાઇન્સની ભૂમિકાનો અભ્યાસ કર્યો.

Charles Dinarello : તેને 'ઇન્ટરલ્યુકિન-1ના જનક' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. તેમણે IL-1ના કાર્યો અને બળતરામાં તેની ભૂમિકાનો અભ્યાસ કર્યો.

સાયટોકાઇન્સ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના મહત્ત્વપૂર્ણ નિયમનકાર છે. તેઓ રોગપ્રતિકારક કોષો વચ્ચેના સંચાર, રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાની શરૂઆત, નિયંત્રણ અને પેશીઓની મરામતમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સાયટોકાઇન સંશોધન રોગપ્રતિકારક તંત્રને વધુ સારી રીતે સમજવામાં અને રોગો માટે નવી સારવાર વિકસાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવી રહ્યું છે.

6.2. સાયટોકિન્સનું વર્ગીકરણ અને ગુણધર્મો

આપણે જોયું કે, સાયટોકિન્સ રોગપ્રતિકારક શક્તિના અદ્રશ્ય યોદ્ધાઓ છે, જે કોષો વચ્ચે સંદેશા વ્યવહારનું મહત્ત્વપૂર્ણ કાર્ય કરે છે. હવે, આપણે સાયટોકિન્સના વિવિધ પ્રકારો અને તેમના વિશિષ્ટ ગુણધર્મોને ઊંડાણપૂર્વક સમજીશું.

સાયટોકિન્સને તેમના કાર્ય, સંરચના અને સ્ત્રોતના આધારે વિવિધ જૂથોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે :

1. કાર્યના આધારે વર્ગીકરણ :

- **ઇન્ટરલ્યુકિન્સ (Interleukins - ILs) :** આ સાયટોકિન્સનું સૌથી મોટું જૂથ છે અને તેઓ મુખ્યત્વે શ્વેતકણો (લ્યુકોસાઇટ્સ) વચ્ચે સંચારનું કાર્ય કરે છે. અત્યાર સુધીમાં 35 થી વધુ ઇન્ટરલ્યુકિન્સ શોધાયા છે અને દરેકનું પોતાનું વિશિષ્ટ કાર્ય છે. ઉદાહરણ તરીકે, IL-1 બળતરા પ્રતિભાવને ઉત્તેજિત કરે છે, IL-2 'T' - કોષોના વિકાસ અને પ્રસારને ઉત્તેજિત કરે છે, જ્યારે IL-4 'B'- કોષોને એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવા માટે સક્રિય કરે છે.

- **ઇન્ટરફેરોન્સ (Interferons - IFNs) :** આ સાયટોકિન્સ વાયરલ સંક્રમણ સામે શરીરના સંરક્ષણમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ વાયરસના ગુણાકારને અવરોધે છે અને આસપાસના કોષોને વાયરલ હુમલા સામે ચેતવણી આપે છે. IFN-α અને IFN-β વાયરલ સંક્રમણના પ્રતિભાવમાં ઉત્પન્ન થાય છે, જ્યારે IFN-γ 'T'- કોષો અને પ્રાકૃતિક મારક કોષો (NK cells) દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને સક્રિય કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **ટ્યૂમર નેક્રોસિસ ફેક્ટર (Tumor Necrosis Factor - TNF) :** આ સાયટોકિન્સ બળતરા પ્રતિભાવો અને કોષ મૃત્યુ (એપોપ્ટોસિસ)ને નિયંત્રિત કરવામાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે. TNF-α મેક્રોફેજ અને 'T' - કોષો દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે અને તે બેક્ટેરિયલ સંક્રમણ સામે લડવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ છે. વધુ પડતા TNF-αનું ઉત્પાદન સેપ્ટિક શોક જેવી ગંભીર પરિસ્થિતિઓ તરફ દોરી શકે છે.

- **કેમોકિન્સ (Chemokines) :** આ નાના સાયટોકિન્સ રોગપ્રતિકારક કોષોને સંક્રમણ અથવા ઈજાના સ્થળે આકર્ષિત કરવાનું કાર્ય કરે છે. તેઓ 'કેમોટેક્સિસ' નામની પ્રક્રિયા દ્વારા કાર્ય કરે છે, જેમાં કોષો કેમોકિન્સના ઢાળને અનુસરીને ઊંચા સાંદ્રતાવાળા વિસ્તાર તરફ ગતિ કરે છે. કેમોકિન્સ બળતરા, ઘા રૂઝાવવા અને રોગપ્રતિકારક કોષોના પરિભ્રમણમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **ગ્રોથ ફેક્ટર (Growth Factors) :** આ સાયટોકિન્સ કોષોના વિકાસ, વિભાજન અને અસ્તિત્વને ઉત્તેજિત કરે છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિના સંદર્ભમાં કોલોની-સ્ટિમ્યુલેટિંગ ફેક્ટર (CSFs) અસ્થિમજ્જામાં રક્ત કોશિકાઓના ઉત્પાદનને ઉત્તેજિત કરે છે, જ્યારે ટ્રાન્સફોર્મિંગ ગ્રોથ ફેક્ટર-બીટા (TGF-β) રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને નિયંત્રિત કરવામાં અને પેશીઓના સમારકામમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

2. સંરચનાના આધારે વર્ગીકરણ :

સાયટોકિન્સને તેમની ત્રિ-પરિમાણીય સંરચનાના આધારે પણ વર્ગીકૃત કરી શકાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કેટલાક સાયટોકિન્સ 'હેલિકલ' સંરચના ધરાવે છે, જેમાં એમિનો એસિડ શ્રૃંખલા કુંતલ આકારમાં ગોઠવાયેલી હોય છે. અન્ય સાયટોકિન્સ 'બીટા-શીટ' સંરચના ધરાવે છે, જેમાં એમિનો એસિડ શ્રૃંખલા સમાંતર પટ્ટીઓ સ્વરૂપે ગોઠવાયેલી હોય છે. સંરચનાના આધારે વર્ગીકરણ સાયટોકિન્સના કાર્ય અને તેમના રિસેપ્ટર્સ સાથેની ક્રિયાપ્રતિક્રિયાને સમજવામાં મદદ કરે છે.

3. સાયટોકિન્સના સામાન્ય ગુણધર્મો :

- **પ્લીઓટ્રોપી (Pleiotropy) :** એક સાયટોકિન વિવિધ પ્રકારના કોષો પર વિવિધ અસરો કરી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, IL-4 'B' - કોષોને એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવા માટે સક્રિય કરે છે, પરંતુ તે 'T' - કોષોના પ્રસારને પણ અવરોધે છે.
- **રીડન્ડન્સી (Redundancy) :** ઘણા સાયટોકિન્સ સમાન કાર્યો કરી શકે છે. આનો અર્થ એ છે કે જો એક સાયટોકિન ગેરહાજર હોય અથવા યોગ્ય રીતે કાર્ય ન કરતું હોય, તો અન્ય સાયટોકિન્સ તેની ઉણપને અમુક અંશે પૂરી કરી શકે છે.
- **સિHepજી (Synergy) :** બે અથવા વધુ સાયટોકિન્સ એકસાથે મળીને એક શક્તિશાળી અસર પેદા કરી શકે છે, જે દરેક સાયટોકિનની સ્વતંત્ર અસરો કરતાં ઘણી વધારે હોય છે.
- **એન્ટાગોનિઝમ (Antagonism) :** એક સાયટોકિન બીજા સાયટોકિનની અસરને અવરોધી શકે છે. આ સંતુલન રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને યોગ્ય રીતે નિયંત્રિત કરવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

6.3. સાયટોકિન્સના સ્ત્રોત અને લક્ષ્ય કોષો (Sources and Target Cells of Cytokines) :

આપણે અગાઉ જોયું કે સાયટોકિન્સ એ પ્રોટીન અણુઓ છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિના મહત્ત્વપૂર્ણ સંકેતોનું વહન કરે છે. આપણે તેમના વર્ગીકરણ અને ગુણધર્મોનો પણ અભ્યાસ કર્યો. હવે, આપણે સમજીશું કે આ શક્તિશાળી અણુઓ ક્યાંથી ઉત્પન્ન થાય છે અને તેઓ કયા કોષો પર પોતાની અસર દર્શાવે છે.

સાયટોકિન્સના સ્ત્રોત (Sources of Cytokines) :

સાયટોકિન્સ વિવિધ પ્રકારના કોષો દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે, જેમાં મુખ્યત્વે રોગપ્રતિકારક કોષોનો સમાવેશ થાય છે. ચાલો જોઈએ કયા કોષો કયા પ્રકારના સાયટોકિન્સ ઉત્પન્ન કરે છે :

- **મેક્રોફેજ (Macrophages) :** આ કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિના 'સફાઈ કામદારો' છે, જે મૃત કોષો, બેક્ટેરિયા અને અન્ય બહારના કણોનો નાશ કરે છે. મેક્રોફેજ ઘણા મહત્ત્વપૂર્ણ સાયટોકિન્સ ઉત્પન્ન કરે છે, જેમાં IL-1, TNF-α, IL-6, IL-12 અને કેમોકિન્સનો સમાવેશ

થાય છે. આ સાયટોકિન્સ બળતરા પ્રતિભાવ શરૂ કરવામાં અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **ટી-કોષો (T-cells) :** આ કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિના ‘સેનાપતિ’ છે, જે ચોક્કસ રોગકારકોને ઓળખે છે અને તેનો નાશ કરવા માટે અન્ય કોષોને દિશાનિર્દેશ આપે છે. ‘T’ - કોષોના વિવિધ પ્રકારો વિવિધ સાયટોકિન્સ ઉત્પન્ન કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, સહાયક ‘T’ - કોષો (Helper T-cells) IL-2, IFN-γ, IL-4, IL-5, IL-10 અને IL-17 ઉત્પન્ન કરે છે, જે ‘B’ - કોષોને સક્રિય કરવા, મેક્રોફેજને સક્રિય કરવા અને બળતરા પ્રતિભાવને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે. સાયટોટોક્સિક ટી-કોષો (Cytotoxic T-cells) IFN-γ અને TNF-α ઉત્પન્ન કરે છે, જે વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સર કોષોને મારવામાં મદદ કરે છે.

- **‘B’ - કોષો (B-cells) :** આ કોષો એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરે છે, જે રોગકારકોને નિષ્ક્રિય કરવામાં અને તેને નાશ માટે ચિહ્નિત કરવામાં મદદ કરે છે. ‘B’ - કોષો IL-4, IL-6, IL-10 અને TNF-α જેવાં સાયટોકિન્સ પણ ઉત્પન્ન કરી શકે છે, જે સ્વયં-નિયમન અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષો સાથે વાતચીત કરવામાં મદદ કરે છે.

- **ડેન્ડ્રિટિક કોષો (Dendritic Cells) :** આ કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિના ‘સંત્રી’ છે, જે પેશીઓમાં પેટ્રોલિંગ કરે છે અને રોગકારકોને શોધી કાઢે છે. તેઓ IL-1, TNF-α, IL-6, IL-12 અને IFN-α જેવાં સાયટોકિન્સ ઉત્પન્ન કરે છે, જે ‘T’ - કોષોને સક્રિય કરવામાં અને અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ શરૂ કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **માસ્ટ કોષો (Mast Cells) :** આ કોષો એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓમાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ હિસ્ટામાઇન જેવાં અન્ય પદાર્થો ઉપરાંત, TNF-α, IL-4, IL-5, IL-6 અને કેમોકિન્સ જેવાં સાયટોકિન્સ પણ ઉત્પન્ન કરે છે.

- **એન્ડોથેલિયલ કોષો (Endothelial Cells) :** આ કોષો રુધિરવાહિનીઓની આંતરિક સપાટી બનાવે છે. તેઓ બળતરાના પ્રતિભાવમાં IL-1, IL-6, IL-8 અને કેમોકિન્સ જેવાં સાયટોકિન્સ ઉત્પન્ન કરી શકે છે, જે રુધિરવાહિનીઓમાંથી રોગપ્રતિકારક કોષોને બહાર નીકળવામાં અને સંક્રમણના સ્થળે પહોંચવામાં મદદ કરે છે.

- **ફાઇબ્રોબ્લાસ્ટ્સ (Fibroblasts) :** આ કોષો સંયોજક પેશીઓના મુખ્ય ઘટક છે અને ઘા રૂઝાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ IL-1, IL-6, કેમોકિન્સ અને ગ્રોથ ફેક્ટર જેવા સાયટોકિન્સ ઉત્પન્ન કરે છે.

સાયટોકિન્સના લક્ષ્ય કોષો (Target Cells of Cytokines) :

સાયટોકિન્સ તેના લક્ષ્ય કોષોની સપાટી પર સ્થિત વિશિષ્ટ રિસેપ્ટર્સ સાથે જોડાઇને કાર્ય કરે છે. દરેક સાયટોકિન તેના પોતાના વિશિષ્ટ રિસેપ્ટર સાથે જોડાય છે, જે કોષની અંદર સંકેતોની શ્રેણી શરૂ કરે છે અને કોષના વર્તનમાં ફેરફાર તરફ દોરી જાય છે.

સાયટોકિન્સના લક્ષ્ય કોષોમાં શામેલ છે :

- **રોગપ્રતિકારક કોષો :** સાયટોકિન્સ રોગપ્રતિકારક કોષોના વિકાસ, વિભેદન, સક્રિયકરણ અને કાર્યને નિયંત્રિત કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, IL-2 'T' - કોષોના પ્રસારને ઉત્તેજિત કરે છે, IFN-γ મેક્રોફેજને સક્રિય કરે છે, અને IL-4 'B' - કોષોને એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવા માટે ઉત્તેજિત કરે છે.

- **એન્ડોથેલિયલ કોષો :** સાયટોકિન્સ એન્ડોથેલિયલ કોષોને અસર કરે છે, જેના કારણે તેઓ વધુ પારગમ્ય બને છે અને રોગપ્રતિકારક કોષોને પેશીઓમાં પ્રવેશવાની મંજૂરી આપે છે. તેઓ એન્ડોથેલિયલ કોષોને સંલગ્ન અણુઓ (adhesion molecules) વ્યક્ત કરવા માટે પણ પ્રેરિત કરે છે, જે રોગપ્રતિકારક કોષોને રુધિરવાહિનીઓની દિવાલો સાથે જોડવામાં મદદ કરે છે.

- **ફાઇબ્રોબ્લાસ્ટ્સ :** સાયટોકિન્સ ફાઇબ્રોબ્લાસ્ટ્સના પ્રસાર અને કોલેજનના ઉત્પાદનને ઉત્તેજિત કરી શકે છે, જે ઘા રૂઝાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

- **હેમેટોપોએટિક કોષો (Hematopoietic Cells) :** અસ્થિમજ્જામાં રહેલા આ કોષો રક્ત કોષોના પૂર્વજ છે. સાયટોકિન્સ, જેમ કે કોલોની-સ્ટિમ્યુલેટિંગ ફેક્ટર (CSFs), વિવિધ પ્રકારના રક્ત કોષોના ઉત્પાદનને ઉત્તેજિત કરે છે.

આમ, આપણે જોયું કે સાયટોકિન્સ વિવિધ પ્રકારના કોષો દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે અને તે વિવિધ પ્રકારના કોષો પર પોતાની અસર દર્શાવે છે. સાયટોકિન્સ અને તેમના લક્ષ્ય કોષો વચ્ચેની ક્રિયાપ્રતિક્રિયા એ રોગપ્રતિકારક શક્તિના કાર્યની ચાવી છે.

6.4. સાયટોકિન્સના કાર્યો : રોગપ્રતિકારક કોષ સક્રિયકરણ, વિભેદન અને પ્રસાર :

આપણે સાયટોકિન્સ શું છે, તેમનું વર્ગીકરણ કેવી રીતે થાય છે, તેના સ્ત્રોત અને લક્ષ્ય કયા છે તે વિશે શીખ્યા. હવે આપણે સાયટોકિન્સના કાર્યો, રોગપ્રતિકારક કોષોનું સક્રિયકરણ, વિભેદન અને પ્રસાર પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું :

સાયટોકિન્સ એ રોગપ્રતિકારક શક્તિના મુખ્ય નિયમનકારો છે, જે રોગપ્રતિકારક કોષોના વિકાસ, કાર્ય અને જીવનકાળને સૂક્ષ્મ રીતે નિયંત્રિત કરે છે. તેના વિશે માહિતી મેળવીએ.

1. રોગપ્રતિકારક કોષ સક્રિયકરણ (Immune Cell Activation) :

- **વિશ્રામી અવસ્થામાંથી જાગૃતિ :** મોટાભાગના રોગપ્રતિકારક કોષો શરીરમાં શાંત, નિષ્ક્રિય અવસ્થામાં ફરે છે. જ્યારે કોઈ રોગકારક શરીરમાં પ્રવેશે છે, ત્યારે સાયટોકિન્સ આ કોષોને સક્રિય કરી, કાર્ય કરવા માટે તૈયાર કરે છે.

- **કાર્યક્ષમતામાં વધારો :** સાયટોકિન્સ સક્રિય થયેલા રોગપ્રતિકારક કોષોની કાર્યક્ષમતામાં વધારો કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, સક્રિય થયેલા મેક્રોફેજ વધુ સારી રીતે બેક્ટેરિયાનો નાશ કરી શકે છે અને સક્રિય થયેલા 'T' - કોષો વધુ અસરકારક રીતે વાયરસથી સંક્રમિત કોષોને મારી શકે છે.

- **અન્ય કોષોને સક્રિય કરવા :** સાયટોકિન્સ ફક્ત એક કોષને જ નહીં, પણ અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને પણ સક્રિય કરી શકે છે, જેનાથી રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ વધુ મજબૂત બને છે. ઉદાહરણ તરીકે, મેક્રોફેજ દ્વારા ઉત્પન્ન કરાયેલ IL-12 'T' - કોષોને સક્રિય કરે છે, જે બદલામાં IFN-γ ઉત્પન્ન કરે છે અને મેક્રોફેજને વધુ સક્રિય બનાવે છે. આ એક સકારાત્મક પ્રતિભાવ ચક્ર બનાવે છે જે રોગકારક સામે ઝડપી અને અસરકારક પ્રતિભાવ સુનિશ્ચિત કરે છે.

2. રોગપ્રતિકારક કોષ વિભેદન (Immune Cell Differentiation) :

- **પૂર્વજ કોષોમાંથી પરિપક્વ કોષો :** રોગપ્રતિકારક કોષો અસ્થિમજ્જામાં અપરિપક્વ પૂર્વજ કોષોમાંથી ઉદ્ભવે છે. સાયટોકિન્સ આ પૂર્વજ કોષોને ચોક્કસ પ્રકારના પરિપક્વ રોગપ્રતિકારક કોષોમાં વિભેદિત થવા માટે માર્ગદર્શન આપે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કોલોની-સ્ટિમ્યુલેટિંગ ફેક્ટર (CSFs) રક્ત કોષોના ઉત્પાદનને ઉત્તેજિત કરે છે, જ્યારે IL-7 ટી-કોષોના વિકાસમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **કાર્યાત્મક પેટાપ્રકારોમાં વિભેદન :** ઘણા રોગપ્રતિકારક કોષો વધુ વિશિષ્ટ પેટાપ્રકારોમાં વિભેદિત થઈ શકે છે, જે ચોક્કસ કાર્યો કરવા માટે સજ્જ હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, સહાયક 'T' - કોષો (Helper T-cells) વિવિધ સાયટોકિન્સના પ્રભાવ હેઠળ Th1, Th2, Th17 અને Treg જેવાં વિવિધ પેટાપ્રકારોમાં વિભેદિત થઈ શકે છે. દરેક પેટાપ્રકાર ચોક્કસ પ્રકારના રોગકારક સામે લડવા માટે વિશિષ્ટ સાયટોકિન્સનો સમૂહ ઉત્પન્ન કરે છે.

- **રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને અનુરૂપ બનાવવો :** સાયટોકિન્સ દ્વારા પ્રેરિત વિભેદન એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે રોગપ્રતિકારક શક્તિ ચોક્કસ પ્રકારના રોગકારક સામે યોગ્ય પ્રતિભાવ આપે છે. ઉદાહરણ તરીકે, વાયરલ સંક્રમણના પ્રતિભાવમાં IFN-γ Th1 કોષોના વિભેદનને પ્રોત્સાહન આપે છે, જે વાયરસનો નાશ કરવામાં મદદ કરે છે. પરોપજીવી સંક્રમણના પ્રતિભાવમાં, IL-4 Th2 કોષોના વિભેદનને પ્રોત્સાહન આપે છે, જે પરોપજીવીઓ સામે લડવામાં મદદ કરે છે.

3. રોગપ્રતિકારક કોષ પ્રસાર (Immune Cell Proliferation) :

- **ક્લોનલ વિસ્તરણ :** જ્યારે રોગપ્રતિકારક કોષ કોઈ રોગકારકને ઓળખે છે, ત્યારે સાયટોકિન્સ તે કોષના પ્રસારને ઉત્તેજિત કરે છે, જેના પરિણામે સમાન કોષોની સંખ્યામાં ઝડપથી વધારો થાય છે. આ પ્રક્રિયાને 'ક્લોનલ વિસ્તરણ' કહેવામાં આવે છે અને તે રોગકારક સામે અસરકારક પ્રતિભાવ આપવા માટે જરૂરી કોષોની સંખ્યા પૂરી પાડે છે.

- **રોગપ્રતિકારક કોષોની સંખ્યામાં વધારો :** સાયટોકિન્સ રોગપ્રતિકારક કોષોના ઉત્પાદનને ઉત્તેજિત કરીને તેમની સંખ્યામાં વધારો કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, IL-2 'T' - કોષોના પ્રસારને ઉત્તેજિત કરે છે, જ્યારે CSFs રક્ત કોષોના ઉત્પાદનમાં વધારો કરે છે.

- **રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ :** પ્રસાર પામેલા રોગપ્રતિકારક કોષોમાંથી કેટલાક 'મેમરી કોષો' તરીકે ઓળખાતા લાંબા સમય સુધી જીવતા કોષોમાં વિભેદિત થાય છે. આ કોષો ભવિષ્યમાં સમાન રોગકારકના સંક્રમણના કિસ્સામાં ઝડપી અને વધુ અસરકારક પ્રતિભાવ આપવા માટે સજ્જ હોય છે.

સાયટોકિન્સના અન્ય મહત્ત્વપૂર્ણ કાર્યો :

ઉપરોક્ત મુખ્ય કાર્યો ઉપરાંત, સાયટોકિન્સ અન્ય મહત્ત્વપૂર્ણ કાર્યો પણ કરે છે, જેમાં શામેલ છે :

- **બળતરા (Inflammation) :** સાયટોકિન્સ જેમ કે, IL-1, TNF-α અને IL-6, બળતરાના મુખ્ય મધ્યસ્થી છે. બળતરા એ રોગકારક સંક્રમણ અથવા ઈજાના પ્રતિભાવમાં શરીરની કુદરતી પ્રતિક્રિયા છે અને તે રોગપ્રતિકારક કોષોને સંક્રમણના સ્થળે આકર્ષિત કરવામાં અને પેશીઓના સમારકામમાં મદદ કરે છે.

- **એપોપ્ટોસિસ (Apoptosis) :** સાયટોકિન્સ જેમ કે, TNF-α, એપોપ્ટોસિસને પ્રેરિત કરી શકે છે, જે પ્રોગ્રામ કરેલ કોષ મૃત્યુની પ્રક્રિયા છે. એપોપ્ટોસિસ એ ક્ષતિગ્રસ્ત અથવા સંક્રમિત કોષોને દૂર કરવા અને પેશીઓના સ્વાસ્થ્યને જાળવવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

- **એન્જીયોજેનેસિસ (Angiogenesis) :** કેટલાંક સાયટોકિન્સ જેમ કે, વેસ્ક્યુલર એન્ડોથેલિયલ ગ્રોથ ફેક્ટર (VEGF), નવી રુધિરવાહિનીઓના નિર્માણને ઉત્તેજિત કરી શકે છે, જે ઘા રૂઝાવવા અને પેશીઓના સમારકામ માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

- **હિમેટોપોએસિસ (Hematopoiesis) :** સાયટોકિન્સ અસ્થિમજ્જામાં રક્ત કોષોના ઉત્પાદનને નિયંત્રિત કરે છે.

સાયટોકિન્સ એ રોગપ્રતિકારક શક્તિના શક્તિશાળી નિયમનકારો છે જે રોગપ્રતિકારક કોષોના સક્રિયકરણ, વિભેદન અને પ્રસારને નિયંત્રિત કરે છે. આ પ્રક્રિયાઓ રોગકારકો સામે અસરકારક પ્રતિભાવ આપવા અને શરીરના સ્વાસ્થ્યને જાળવવા માટે આવશ્યક છે. સાયટોકિન્સના કાર્યોની આપણી સમજણ સતત વધી રહી છે અને આ જ્ઞાન આપણને રોગો સામે લડવા માટે નવી અને વધુ અસરકારક ચિકિત્સક પદ્ધતિઓ વિકસાવવામાં મદદ કરશે.

6.5. સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ અને સિગ્નલિંગ માર્ગ

અગાઉ આપણે સાયટોકિન્સના કાર્યો, સ્ત્રોતો અને લક્ષ્ય કોષોને સમજ્યા. આપણે એ પણ શીખ્યા કે સાયટોકિન્સ કેવી રીતે રોગપ્રતિકારક કોષોના સક્રિયકરણ, વિભેદન અને પ્રસારમાં મહત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. પરંતુ સાયટોકિન્સ આ બધા કાર્યો કેવી રીતે પાર પાડે છે? આ પ્રશ્નનો જવાબ આપણને સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ અને સિગ્નલિંગ માર્ગો તરફ લઈ જશે."

સાયટોકિન્સ કોષોની સપાટી પર હાજર વિશિષ્ટ પ્રોટીન જેને **સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ** કહેવાય છે, તેની સાથે જોડાઈને પોતાનું કાર્ય કરે છે. આ રિસેપ્ટર્સ સાયટોકિન્સ માટેના 'લેન્ડિંગ પૅડ' જેવાં હોય છે. જ્યારે સાયટોકિન તેના રિસેપ્ટર સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે કોષની અંદર સિગ્નલિંગ અણુઓની શ્રેણીને સક્રિય કરે છે, જેને **સિગ્નલિંગ માર્ગ** કહેવામાં આવે છે. જેમ કે જનીન

અભિવ્યક્તિમાં ફેરફાર, કોષ વિભાજન અથવા અન્ય સાયટોકિન્સનું ઉત્પાદન આ સિગ્નલિંગ માર્ગો આખરે કોષના વર્તનમાં ફેરફાર તરફ દોરી જાય છે.

સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સના પ્રકાર (Types of Cytokine Receptors) :

સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સને તેની સંરચના અને સિગ્નલિંગ પદ્ધતિઓના આધારે પાંચ મુખ્ય કુટુંબોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે :

1. **ક્લાસ I સાયટોકિન રિસેપ્ટર કુટુંબ (Class I Cytokine Receptor Family) :** આ કુટુંબમાં ઘણા મહત્ત્વપૂર્ણ સાયટોકિન્સના રિસેપ્ટર્સનો સમાવેશ થાય છે, જેમ કે IL-2, IL-4, IL-6, IL-7, IL-13 અને GM-CSF. આ રિસેપ્ટર્સમાં 'સાયટોકિન રિસેપ્ટર હોમોલોજી ડોમેન' નામનો એક સામાન્ય બાહ્યકોષીય ડોમેન હોય છે.

2. **ક્લાસ II સાયટોકિન રિસેપ્ટર કુટુંબ (Class II Cytokine Receptor Family) :** આ કુટુંબમાં ઇન્ટરફેરોન્સ (IFN-α, IFN-β, IFN-γ) અને IL-10ના રિસેપ્ટર્સનો સમાવેશ થાય છે. આ રિસેપ્ટર્સમાં 'ફ્રાઇબ્રોનેક્ટીન ટાઇપ III ડોમેન' નામનો એક સામાન્ય બાહ્યકોષીય ડોમેન હોય છે.

3. **ટ્યૂમર નેક્રોસિસ ફેક્ટર (TNF) રિસેપ્ટર કુટુંબ (Tumor Necrosis Factor (TNF) Receptor Family) :** આ કુટુંબમાં TNF-α, CD40 લિગાન્ડ અને Fas લિગાન્ડ જેવાં સાયટોકિન્સના રિસેપ્ટર્સનો સમાવેશ થાય છે. આ રિસેપ્ટર્સમાં 'સિસ્ટીન-સમૃદ્ધ ડોમેન' નામનો એક સામાન્ય બાહ્યકોષીય ડોમેન હોય છે.

4. **ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન (Ig) સુપરફેમિલી રિસેપ્ટર કુટુંબ (Immunoglobulin (Ig) Superfamily Receptor Family) :** આ કુટુંબમાં IL-1 અને M-CSF જેવાં સાયટોકિન્સના રિસેપ્ટર્સનો સમાવેશ થાય છે. આ રિસેપ્ટર્સમાં ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન જેવો બાહ્યકોષીય ડોમેન હોય છે.

5. **કેમોકિન રિસેપ્ટર કુટુંબ (Chemokine Receptor Family) :** આ કુટુંબમાં કેમોકિન્સના રિસેપ્ટર્સનો સમાવેશ થાય છે. આ રિસેપ્ટર્સ સાત ટ્રાન્સમેમ્બ્રેન ડોમેન ધરાવે છે અને જી પ્રોટીન (G protein) સાથે જોડાયેલા હોય છે.

સાયટોકિન સિગ્નલિંગ માર્ગ (Cytokine Signaling Pathways) :

સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ સાથે જોડાયા પછી સાયટોકિન્સ વિવિધ સિગ્નલિંગ માર્ગોને સક્રિય કરે છે જે કોષની અંદર ફેરફારો તરફ દોરી જાય છે. અહીં કેટલાક મુખ્ય સિગ્નલિંગ માર્ગો છે તેનો અભ્યાસ કરીએ:

- **JAK-STAT માર્ગ (JAK-STAT Pathway) :** આ સિગ્નલિંગ માર્ગ ક્લાસ I અને ક્લાસ II સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાય છે. જ્યારે સાયટોકિન તેના રિસેપ્ટર સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે રિસેપ્ટર સાથે સંકળાયેલા JAK (Janus Kinase) નામના ટાયરોસિન

કાઇનેસને સક્રિય કરે છે. JAK પછી STAT (Signal Transducer and Activator of Transcription) નામના ટ્રાંસ્ક્રિપ્શન પરિબળોને ફોસ્ફોરાયલેટ કરે છે. ફોસ્ફોરાયલેટેડ STAT ડાયમરાઇઝ થાય છે અને ન્યુક્લિયસમાં સ્થાનાંતરિત થાય છે, જ્યાં તે ચોક્કસ જનીનોના ટ્રાંસ્ક્રિપ્શનને સક્રિય કરે છે.

- **MAPK માર્ગ (MAPK Pathway) :** આ સિગ્નલિંગ માર્ગ ઘણા સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાય છે, જેમાં ક્લાસ I, ક્લાસ II, TNF અને Ig સુપરફેમિલી રિસેપ્ટર્સનો સમાવેશ થાય છે. MAPK (Mitogen-Activated Protein Kinase) એ પ્રોટીન કાઇનેસનો એક પરિવાર છે જે કોષ વૃદ્ધિ, વિભેદન અને એપોપ્ટોસિસ સહિત વિવિધ કોષીય પ્રક્રિયાઓને નિયંત્રિત કરે છે. સાયટોકિન સિગ્નલિંગ MAPK માર્ગને સક્રિય કરે છે, જે બદલામાં ટ્રાંસ્ક્રિપ્શન પરિબળોને સક્રિય કરે છે જે ચોક્કસ જનીનોના ટ્રાંસ્ક્રિપ્શનને નિયંત્રિત કરે છે.

- **NF-κB માર્ગ (NF-κB Pathway) :** આ સિગ્નલિંગ માર્ગ TNF રિસેપ્ટર કુટુંબ અને IL-1 રિસેપ્ટર દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાય છે. NF-κB એ ટ્રાંસ્ક્રિપ્શન પરિબળોનો એક પરિવાર છે જે બળતરા અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સાયટોકિન સિગ્નલિંગ NF-κBને સક્રિય કરે છે, જે ન્યુક્લિયસમાં સ્થાનાંતરિત થાય છે અને બળતરા મધ્યસ્થીઓ સહિત વિવિધ જનીનોના ટ્રાંસ્ક્રિપ્શનને સક્રિય કરે છે.

- **PI3K-Akt માર્ગ (PI3K-Akt Pathway) :** આ સિગ્નલિંગ માર્ગ ઘણા સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાય છે અને કોષના અસ્તિત્વ, વૃદ્ધિ અને ચયાપચયમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સાયટોકિન સિગ્નલિંગ PI3K (Phosphoinositide 3-Kinase)ને સક્રિય કરે છે, જે બદલામાં Akt નામના પ્રોટીન કાઇનેસને સક્રિય કરે છે. Akt પછી વિવિધ લક્ષ્ય પ્રોટીનને ફોસ્ફોરાયલેટ કરે છે જે કોષના અસ્તિત્વ અને વૃદ્ધિને પ્રોત્સાહન આપે છે.

સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ અને સિગ્નલિંગ માર્ગો એ જટિલ પરમાણુ મશીનરી છે જે સાયટોકિન્સને રોગપ્રતિકારક કોષો અને અન્ય કોષો સાથે વાતચીત કરવા અને તેમના વર્તનને પ્રભાવિત કરવા સક્ષમ બનાવે છે. આ પ્રક્રિયાઓની આપણી સમજણ સતત વધી રહી છે અને આ જ્ઞાન આપણને રોગો સામે લડવા માટે નવી અને વધુ અસરકારક ચિકિત્સક પદ્ધતિઓ વિકસાવવામાં મદદ કરશે. જેમ જેમ આપણે સાયટોકિન સિગ્નલિંગની જટિલતાઓને ઉકેલીશું, તેમ તેમ આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિના રહસ્યોને વધુ સારી રીતે સમજી શકીશું અને માનવ સ્વાસ્થ્યને સુધારવા માટે તેનો ઉપયોગ કરી શકીશું.

6.6. સાયટોકિન નેટવર્ક અને રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં સંતુલન.

"આપણે સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ અને સિગ્નલિંગ કેવી રીતે કામ કરે છે તે શીખ્યા. આપણે એ પણ જોયું કે સાયટોકિન્સ રોગપ્રતિકારક કોષોને કેવી રીતે સક્રિય કરે છે, બદલે છે અને વધારે છે. પરંતુ રોગપ્રતિકારક શક્તિ એક જટિલ વ્યવસ્થા છે. દરેક સાયટોકિનનું પોતાનું કામ હોય છે. સારો

રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ મેળવવા માટે બધા સાયટોકિન્સે સાથે મળીને કામ કરવું પડે છે. આ ભાગમાં આપણે શીખીશું કે સાયટોકિન્સ કેવી રીતે એકબીજા સાથે જોડાઈને એક જાળું બનાવે છે અને આ જાળું રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે નિયંત્રણમાં રાખે છે."

સાયટોકિન નેટવર્કની જટિલતા (Complexity of the Cytokine Network) :

રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ દરમિયાન વિવિધ પ્રકારના કોષો દ્વારા વિવિધ પ્રકારના સાયટોકિન્સ ઉત્પન્ન થાય છે. આ સાયટોકિન્સ એકબીજા સાથે અને અન્ય કોષીય ઘટકો સાથે વિવિધ રીતે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરે છે, જે એક અત્યંત જટિલ અને ગતિશીલ નેટવર્ક બનાવે છે. આ નેટવર્કની મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ નીચે મુજબ છે :

- **પ્લીઓટ્રોપી (Pleiotropy) :** એક સાયટોકિન વિવિધ પ્રકારના કોષો પર વિવિધ અસરો કરી શકે છે, જે નેટવર્કની જટિલતામાં વધારો કરે છે.
- **રીડન્ડન્સી (Redundancy) :** ઘણા સાયટોકિન્સ સમાન કાર્યો કરી શકે છે, જે નેટવર્કને વધુ સ્થિતિસ્થાપક બનાવે છે અને એક સાયટોકિનની ઉણપને અમુક અંશે ભરપાઈ કરી શકે છે.
- **સિનર્જી (Synergy) :** બે અથવા વધુ સાયટોકિન્સ એકસાથે મળીને એક શક્તિશાળી અસર પેદા કરી શકે છે, જે દરેક સાયટોકિનની સ્વતંત્ર અસરો કરતાં ઘણી વધારે હોય છે. આ સહકાર નેટવર્કને ઝડપી અને મજબૂત પ્રતિભાવ આપવા સક્ષમ બનાવે છે.
- **એન્ટાગોનિઝમ (Antagonism) :** એક સાયટોકિન બીજા સાયટોકિનની અસરને અવરોધી શકે છે. આ વિરોધી ક્રિયાપ્રતિક્રિયા નેટવર્કને સંતુલિત રાખે છે અને અતિશય અથવા અનિયંત્રિત રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને રોકવામાં મદદ કરે છે.
- **પ્રતિભાવ લૂપ્સ (Feedback Loops) :** સાયટોકિન નેટવર્કમાં હકારાત્મક અને નકારાત્મક પ્રતિભાવ લૂપ્સ હોય છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવની તીવ્રતા અને સમયગાળાને નિયંત્રિત કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, અમુક સાયટોકિન્સ તેમના પોતાના ઉત્પાદનને ઉત્તેજિત કરી શકે છે (હકારાત્મક પ્રતિભાવ), જ્યારે અન્ય સાયટોકિન્સ તેમના પોતાના ઉત્પાદનને અવરોધી શકે છે (નકારાત્મક પ્રતિભાવ).

રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવમાં સંતુલન (Balance in Immune Response) :

રોગપ્રતિકારક શક્તિનું મુખ્ય કાર્ય શરીરને રોગકારકોથી બચાવવાનું છે, પરંતુ આ કાર્ય કરતી વખતે તેણે સ્વસ્થ પેશીઓને નુકસાન ન પહોંચે તેની ખાતરી કરવી પણ જરૂરી છે. આ માટે, રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોમાં ચુસ્ત સંતુલન જાળવવું આવશ્યક છે. સાયટોકિન નેટવર્ક આ સંતુલન જાળવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **પ્રો-ઇન્ફ્લેમેટરી વિરુદ્ધ એન્ટિ-ઇન્ફ્લેમેટરી સાયટોકિન્સ (Pro-inflammatory vs. Anti-inflammatory Cytokines) :** સાયટોકિન નેટવર્કમાં બે મુખ્ય પ્રકારના

સાયટોકિન્સ હોય છે : પ્રો-ઇન્ફ્લેમેટરી અને એન્ટિ-ઇન્ફ્લેમેટરી. પ્રો-ઇન્ફ્લેમેટરી સાયટોકિન્સ, જેમ કે TNF-α, IL-1 અને IL-6, બળતરાને પ્રોત્સાહન આપે છે, જે રોગકારકોને દૂર કરવા અને પેશીઓના સમારકામ માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. એન્ટિ-ઇન્ફ્લેમેટરી સાયટોકિન્સ, જેમ કે IL-10 અને TGF-β, બળતરાને દબાવે છે અને પેશીઓને નુકસાનથી બચાવે છે. આ બંને પ્રકારના સાયટોકિન્સ વચ્ચેનું સંતુલન રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવની તીવ્રતા અને સમયગાળાને નિર્ધારિત કરે છે.

- **Th1 વિરુદ્ધ Th2 પ્રતિભાવો (Th1 vs. Th2 Responses) :** સહાયક 'T' - કોષો (Helper T-cells) રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને નિયંત્રિત કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સાયટોકિન નેટવર્ક Th1 અને Th2 કોષોના વિભેદનને પ્રભાવિત કરે છે, જે બદલામાં વિવિધ પ્રકારના રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને પ્રોત્સાહન આપે છે. Th1 કોષો મુખ્યત્વે કોષ-મધ્યસ્થી રોગપ્રતિકારક શક્તિને પ્રોત્સાહન આપે છે, જે વાયરસ અને અંતઃકોષીય બેક્ટેરિયા સામે લડવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. Th2 કોષો મુખ્યત્વે હ્યુમરલ રોગપ્રતિકારક શક્તિને પ્રોત્સાહન આપે છે, જે એન્ટિબોડીઝના ઉત્પાદન દ્વારા એક્સ્ટ્રા સેલ્યુલર રોગકારકો સામે લડવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. Th1 અને Th2 પ્રતિભાવો વચ્ચેનું સંતુલન એ નિર્ધારિત કરે છે કે કયા પ્રકારનો રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ પ્રબળ રહેશે.
- **રોગપ્રતિકારક સહિષ્ણુતા (Immune Tolerance) :** સાયટોકિન નેટવર્ક સ્વ-પેશીઓ સામે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને રોકવામાં પણ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, જેને રોગપ્રતિકારક સહિષ્ણુતા કહેવામાં આવે છે. નિયામક 'T' - કોષો (Regulatory T-cells - Tregs) આ પ્રક્રિયામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. Tregs IL-10 અને TGF-β જેવાં એન્ટિ-ઇન્ફ્લેમેટરી સાયટોકિન્સ ઉત્પન્ન કરે છે જે અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોની પ્રવૃત્તિને દબાવે છે અને સ્વ-પેશીઓ પર હુમલો અટકાવે છે.

સાયટોકિન નેટવર્કમાં અસંતુલન અને રોગો (Imbalance in the Cytokine Network and Diseases) :

જ્યારે સાયટોકિન નેટવર્કમાં સંતુલન ખોરવાય છે, ત્યારે તે વિવિધ રોગો તરફ દોરી શકે છે.

- **અતિશય બળતરા (Excessive Inflammation) :** પ્રો-ઇન્ફ્લેમેટરી સાયટોકિન્સનું વધુ પડતું ઉત્પાદન અથવા એન્ટિ-ઇન્ફ્લેમેટરી સાયટોકિન્સનું અપૂરતું ઉત્પાદન અતિશય બળતરા તરફ દોરી શકે છે, જે સેપ્ટિક શોક, સંધિવા અને ક્રોહન રોગ જેવી પરિસ્થિતિઓમાં જોવા મળે છે.
- **સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો (Autoimmune Diseases) :** જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ શરીરના પોતાના કોષો અને પેશીઓ પર હુમલો કરે છે ત્યારે સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો થાય છે. સાયટોકિન નેટવર્કમાં અસંતુલન, જેમ કે Tregsની ખામી અથવા Th17 કોષોની અતિશય પ્રવૃત્તિ, સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોના વિકાસમાં ફાળો આપી શકે છે. ઉદાહરણોમાં મલ્ટિપલ સ્ક્લેરોસિસ, પ્રણાલીગત લ્યુપસ એરિથેમેટોસસ (SLE) અને સંધિવાનો સમાવેશ થાય છે.

- **એલર્જી (Allergies) :** એલર્જી એ હાનિકારક પદાર્થો જેને એલર્જન કહેવાય છે, પ્રત્યે અતિશયોક્તિપૂર્ણ રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ છે. સાયટોકિન નેટવર્કમાં અસંતુલન, જેમ કે Th2 કોષોની અતિશય પ્રવૃત્તિ અને IL-4 અને IL-5 જેવાં સાયટોકિન્સનું વધુ પડતું ઉત્પાદન, એલર્જીના વિકાસમાં ફાળો આપી શકે છે.
- **કેન્સર (Cancer) :** સાયટોકિન્સ કેન્સરના વિકાસ અને પ્રગતિમાં બેધારી તલવાર જેવી ભૂમિકા ભજવે છે. કેટલાંક સાયટોકિન્સ, જેમ કે TNF-α અને IFN-γ, કેન્સર કોષોના વિકાસને અવરોધી શકે છે, જ્યારે અન્ય સાયટોકિન્સ, જેમ કે IL-6 અને VEGF, કેન્સર કોષોના વિકાસ અને મેટાસ્ટેસિસને પ્રોત્સાહન આપી શકે છે.

સાયટોકિન નેટવર્ક એ એક જટિલ અને ગતિશીલ પ્રણાલી છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને સૂક્ષ્મ રીતે નિયંત્રિત કરે છે. આ નેટવર્કમાં સંતુલન જાળવવું એ રોગપ્રતિકારક શક્તિના યોગ્ય કાર્ય માટે અને રોગોને રોકવા માટે આવશ્યક છે. જેમ જેમ આપણે સાયટોકિન નેટવર્કની જટિલતાઓને વધુ સારી રીતે સમજીશું, તેમ તેમ આપણે આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ રોગોની સારવાર માટે નવી અને વધુ અસરકારક ચિકિત્સક પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે કરી શકીશું.

6.7. રોગોમાં સાયટોકિન્સની ભૂમિકા :

સાયટોકિન્સ રોગપ્રતિકારક શક્તિના મહત્ત્વપૂર્ણ અણુઓ છે જે રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે અને તેનું કાર્ય નિયંત્રિત કરે છે. સાયટોકિન્સ એક જટિલ નેટવર્ક બનાવે છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોમાં સંતુલન જાળવે છે. આ ભાગમાં આપણે સમજીશું કે કેવી રીતે સાયટોકિન નેટવર્કમાં અસંતુલન વિવિધ રોગો તરફ દોરી જાય છે.

સાયટોકિન્સ રોગોમાં બેધારી તલવાર જેવા છે. તે રોગકારકો સામે લડવા અને પેશીઓના સમારકામ માટે આવશ્યક છે, પરંતુ તેમનું અનિયંત્રિત ઉત્પાદન નુકસાનકારક બની શકે છે.

મુખ્ય રોગોમાં સાયટોકિન્સની ભૂમિકા :

1. ચેપી રોગો (Infectious Diseases) :

- **સેપ્ટિક શોક (Septic Shock) :** બેક્ટેરિયલ સંક્રમણમાં, વધુ પડતા સાયટોકિન્સ (સાયટોકિન સ્ટોર્મ) ઉત્પન્ન થાય છે, જે તીવ્ર બળતરા, અંગ નિષ્ફળતા અને મૃત્યુ તરફ દોરી જાય છે.
- **વાયરલ સંક્રમણ (Viral Infections) :** ઇન્ટરફેરોન્સ (IFNs) વાયરસના પ્રસારને રોકવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ છે, પરંતુ કેટલાંક વાયરસ સાયટોકિન પ્રતિભાવોને દબાવીને રોગ પેદા કરે છે.

2. સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો (Autoimmune Diseases) :

- **મલ્ટિપલ સ્ક્લેરોસિસ (Multiple Sclerosis - MS) :** મગજ અને કરોડરજ્જુના ચેતા કોષો પર હુમલો થાય છે. પ્રો-ઇન્ફ્લેમેટરી સાયટોકિન્સ (IFN-γ, TNF-α, IL-17) MSમાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે.
- **સંધિવા (Rheumatoid Arthritis - RA) :** સાંધાના આવરણ પર હુમલો થાય છે, જેના કારણે બળતરા અને સાંધાને નુકસાન થાય છે. TNF-α, IL-1 અને IL-6 એ RAમાં મુખ્ય બળતરા મધ્યસ્થી છે.
- **પ્રણાલીગત લ્યુપસ એરિથેમેટોસસ (Systemic Lupus Erythematosus - SLE) :** શરીરના વિવિધ પેશીઓ અને અવયવો પર હુમલો થાય છે. IFN-αનું વધુ પડતું ઉત્પાદન SLE માં ફાળો આપે છે.

3. એલર્જીક રોગો (Allergic Diseases) :

- **અસ્થમા (Asthma) :** શ્વસન માર્ગનો દીર્ઘકાલિન બળતરા રોગ. Th2 સાયટોકિન્સ (IL-4, IL-5, IL-13) શ્વાસનળીમાં બળતરા અને શ્વાસનળીના સંકોચનમાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે.
- **એલર્જિક નાસિકા પ્રદાહ (Allergic Rhinitis) :** નાકની શ્લેષ્મ પટલમાં બળતરા. Th2 સાયટોકિન્સ, ખાસ કરીને IL-4, આ પ્રતિક્રિયામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

4. કેન્સર (Cancer) :

- **કેન્સરનો વિકાસ અને પ્રગતિ :** કેટલાંક સાયટોકિન્સ (TNF-α, IFN-γ) કેન્સર કોષોના વિકાસને અવરોધે છે, જ્યારે અન્ય (IL-6, VEGF) કેન્સર કોષોના વિકાસ અને મેટાસ્ટેસિસને પ્રોત્સાહન આપે છે.
- **કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી (Cancer Immunotherapy) :** સાયટોકિન્સ (IFN-α, IL-2)નો ઉપયોગ કેન્સરની સારવાર માટે થાય છે. સાયટોકિન સિગ્નલિંગ માર્ગોને અવરોધિત કરતી દવાઓ પણ કેન્સરની સારવાર માટે વિકસાવવામાં આવી રહી છે.

5. અન્ય રોગો :

- **ક્રોહન રોગ (Crohn's Disease) અને અલ્સેરેટિવ કોલાઇટિસ (Ulcerative Colitis) :** આંતરડાના બળતરા રોગો જેમાં સાયટોકિન નેટવર્કમાં અસંતુલન મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- **સૉરાયિસસ (Psoriasis) :** ચામડીનો દીર્ઘકાલીન રોગ જેમાં સાયટોકિન્સ (TNF-α, IL-17, IL-23) ચામડીના કોષોના અતિશય પ્રસાર અને બળતરામાં ફાળો આપે છે.
- **હૃદયરોગ (Heart Disease) :** ક્રોનિક બળતરા એથરોસ્ક્લેરોસિસ અને હૃદયરોગના વિકાસમાં મહત્ત્વપૂર્ણ પરિબળ છે. સાયટોકિન્સ (TNF-α, IL-6) આ પ્રક્રિયામાં ફાળો આપે છે.

સાયટોકિન્સ રોગપ્રતિકારક શક્તિના મહત્ત્વપૂર્ણ નિયમનકારો છે જે સ્વાસ્થ્ય અને રોગ બંનેમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સાયટોકિન નેટવર્કમાં અસંતુલન અનેક રોગોના વિકાસ અને પ્રગતિમાં ફાળો આપે છે. સાયટોકિન્સ અને રોગોમાં તેની ભૂમિકાની આપણી સમજણ સતત વધી રહી છે, જે આ રોગોની સારવાર માટે નવી ચિકિત્સક પદ્ધતિઓ વિકસાવવામાં મદદ કરશે.

6.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં તેની મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકાનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે, સાયટોકિન્સ એ નાના પ્રોટીન અણુઓ છે જે રોગપ્રતિકારક કોષો દ્વારા સ્ત્રાવિત થાય છે અને કોષો વચ્ચે સંદેશવાહક તરીકે કાર્ય કરે છે.

આપણે સાયટોકિન્સનું વર્ગીકરણ તેના કાર્ય (ઇન્ટરલ્યુકિન્સ, ઇન્ટરફેરોન્સ, ટ્યૂમર નેક્રોસિસ ફેક્ટર, કેમોકિન્સ, ગ્રોથ ફેક્ટર), સંરચના અને સ્ત્રોતના આધારે કર્યું. આપણે એ પણ શીખ્યા કે સાયટોકિન્સમાં પ્લીઓટ્રોપી, રીડન્ડન્સી, સિનર્જી અને એન્ટાગોનિઝ્મ જેવાં ગુણધર્મો હોય છે.

સાયટોકિન્સના મુખ્ય સ્ત્રોતોમાં મેક્રોફેજ, 'T' - કોષો, 'B' - કોષો, ડેન્ડ્રિટિક કોષો, માસ્ટ કોષો, એન્ડોથેલિયલ કોષો અને ફાઇબ્રોબ્લાસ્ટ્સનો સમાવેશ થાય છે. સાયટોકિન્સ તેના લક્ષ્ય કોષોની સપાટી પર વિશિષ્ટ રિસેપ્ટર્સ સાથે જોડાઇને કાર્ય કરે છે, જેના પરિણામે કોષની અંદર સિગ્નલિંગ માર્ગો સક્રિય થાય છે અને કોષના વર્તનમાં ફેરફાર થાય છે.

સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સના પાંચ મુખ્ય કુટુંબો (ક્લાસ I, ક્લાસ II, TNF, Ig સુપરફેમિલી અને કેમોકિન રિસેપ્ટર કુટુંબો) અને JAK-STAT, MAPK, NF-κB અને PI3K-Akt જેવાં મુખ્ય સિગ્નલિંગ માર્ગોનો અભ્યાસ કર્યો.

સાયટોકિન્સ રોગપ્રતિકારક કોષોના સક્રિયકરણ, વિભેદન અને પ્રસારમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ એક જટિલ નેટવર્ક બનાવે છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોમાં સંતુલન જાળવે છે. આપણે પ્રો-ઇન્ફ્લેમેટરી વિરુદ્ધ એન્ટિ-ઇન્ફ્લેમેટરી સાયટોકિન્સ, Th1 વિરુદ્ધ Th2 પ્રતિભાવો અને રોગપ્રતિકારક સહિષ્ણુતા વિશે શીખ્યા.

સાયટોકિન નેટવર્કમાં અસંતુલન વિવિધ રોગો તરફ દોરી શકે છે, જેમાં ચેપી રોગો, સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો, એલર્જીક રોગો, કેન્સર અને અન્ય દીર્ઘકાલીન બળતરા રોગોનો સમાવેશ થાય છે. આપણે સેપ્ટિક શોક, મલ્ટિપલ સ્ક્લેરોસિસ, સંધિવા, પ્રણાલીગત લ્યુપસ એરિથેમેટોસસ, અસ્થમા, એલર્જિક નાસિકા પ્રદાહ, ક્રોહન રોગ, અલ્સેરેટિવ કોલાઇટિસ, સૉરાયિસસ અને હ્રદયરોગ જેવાં રોગોમાં સાયટોકિન્સની ભૂમિકાનો ટૂંકમાં અભ્યાસ કર્યો.

આ એકમના અંતે, આપણે સમજ્યા કે સાયટોકિન્સ એ રોગપ્રતિકારક શક્તિના આવશ્યક ઘટક છે જે સ્વાસ્થ્ય અને રોગ બંનેમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સાયટોકિન નેટવર્કની જટિલતાઓની આપણી સમજણ સતત વધી રહી છે, જે આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ રોગોની સારવાર માટે નવી અને વધુ અસરકારક ચિકિત્સક પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે કરશે.

6.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો)

1. સાયટોકિન્સ શું છે?
   a) કાર્બોહાઇડ્રેટ્સ b) લિપિડ્સ
   c) પ્રોટીન્સ d) ન્યુક્લિક એસિડ્સ
2. નીચેનામાંથી કયું સાયટોકિન નથી?
   a) ઇન્ટરલ્યુકિન b) ઇન્સ્યુલિન
   c) ઇન્ટરફેરોન d) ટ્યૂમર નેક્રોસિસ ફેક્ટર
3. કયા પ્રકારના કોષો મુખ્યત્વે સાયટોકિન્સ ઉત્પન્ન કરે છે?
   a) ચેતા કોષો b) સ્નાયુ કોષો
   c) રક્ત કોષો d) ઉપકલા કોષો
4. સાયટોકિન્સ કોષો પર કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
   a) કોષ પટલમાંથી પસાર થઇને b) વિશિષ્ટ રિસેપ્ટર્સ સાથે જોડાયને
   c) DNA સાથે જોડાયને d) કોષીય અંગિકાઓમાં પ્રવેશીને
5. નીચેનામાંથી કયું સાયટોકિન બળતરાને પ્રોત્સાહન આપે છે?
   a) IL-10 b) TGF-β c) TNF-α d) IL-4
6. કયું સાયટોકિન વાયરલ સંક્રમણ સામે મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે?
   a) ઇન્ટરલ્યુકિન-2 b) ઇન્ટરફેરોન-ગેમા
   c) ટ્યૂમર નેક્રોસિસ ફેક્ટર-આલ્ફા d) ઇન્ટરલ્યુકિન-4
7. JAK-STAT સિગ્નલિંગ માર્ગ કયા પ્રકારના સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાય છે?
   a) ક્લાસ I અને ક્લાસ II b) TNF
   c) ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન સુપરફેમિલી d) કેમોકિન
8. Th1 કોષો મુખ્યત્વે કયા પ્રકારની રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને પ્રોત્સાહન આપે છે?
   a) હ્યુમરલ b) કોષ-મધ્યસ્થી
   c) એલર્જિક d) આપેલ પૈકી કોઈ નહીં
9. કયા સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગમાં સાંધાના આવરણ પર હુમલો થાય છે?
   a) મલ્ટિપલ સ્ક્લેરોસિસ b) સંધિવા
   c) પ્રણાલીગત લ્યુપસ એરિથેમેટોસસ d) સૉરાયિસસ
10. કયા રોગમાં ‘સાયટોકિન સ્ટોર્મ’ ઘાતક બની શકે છે?
   a) અસ્થમા b) સૉરાયિસસ
   c) સેપ્ટિક શોક d) એલર્જિક નાસિકા પ્રદાહ

જવાબો : 1-c, 2-b, 3-c, 4-b, 5-c, 6-b, 7-a, 8-b, 9-b, 10-c

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions)

1. સાયટોકિન્સના મુખ્ય કાર્યો શું છે?
2. સાયટોકિન્સનું વર્ગીકરણ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે?
3. પ્લીઓટ્રોપી અને રીડન્ડન્સી એટલે શું?
4. સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સના મુખ્ય કુટુંબો કયા છે?
5. JAK-STAT સિગ્નલિંગ માર્ગ ટૂંકમાં સમજાવો.
6. સાયટોકિન નેટવર્કમાં સંતુલન જાળવવું શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે?
7. પ્રો-ઇન્ફ્લેમેટરી અને એન્ટિ-ઇન્ફ્લેમેટરી સાયટોકિન્સ વચ્ચે શું તફાવત છે?
8. Th1 અને Th2 પ્રતિભાવો વચ્ચે શું તફાવત છે?
9. સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોમાં સાયટોકિન્સની ભૂમિકા શું છે?
10. કેન્સરમાં સાયટોકિન્સની ભૂમિકા શું છે?

લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions)

1. સાયટોકિન્સ કેવી રીતે રોગપ્રતિકારક કોષોના સક્રિયકરણ, વિભેદન અને પ્રસારને નિયંત્રિત કરે છે? સમજાવો.
2. સાયટોકિન નેટવર્કની જટિલતા વિશે ઉદાહરણ સાથે વિસ્તૃત ચર્ચા કરો
3. સેપ્ટિક શોક, સંધિવા અને અસ્થમામાં સાયટોકિન્સની ભૂમિકાનું વિગતવાર વર્ણન કરો.
4. સાયટોકિન રિસેપ્ટર્સ અને સિગ્નલિંગ માર્ગોનું વિગતવાર વર્ણન કરો અને સમજાવો કે કેવી રીતે આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ રોગોની સારવાર માટે થઇ શકે છે.
5. સાયટોકિન નેટવર્કમાં અસંતુલન કેવી રીતે વિવિધ રોગો તરફ દોરી શકે છે તેની ચર્ચા કરો. ઉદાહરણો આપીને સમજાવો કે કેવી રીતે સાયટોકિન-આધારિત ઉપચાર પદ્ધતિઓ આ રોગોની સારવારમાં મદદરૂપ થઇ શકે છે.

પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા (Immune Tolerance)

7

7.1 પ્રસ્તાવના

7.2 કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા : થાઇમસ અને અસ્થિ મજ્જામાં 'T' અને 'B' કોષોની પસંદગી

7.3 પરિધીય સહિષ્ણુતા : એનર્જી, વિલોપન, પ્રતિરક્ષાત્મક અજ્ઞાનતા

7.4 નિયામક ટી કોષોની ભૂમિકા

7.5 ઓટોઇમ્યુનિટી : સહિષ્ણુતા તૂટવાના કારણો અને પરિણામો

7.6 મૌખિક સહિષ્ણુતા અને આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની ભૂમિકા

7.7 પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળ

7.8 સારાંશ

7.9 સ્વાધ્યાય

7.1. પ્રસ્તાવના

આપણે પ્રતિકારક શક્તિના રહસ્યો ઉઘાડા પાડીશું. આ યાત્રામાં આપણું ધ્યાન 'પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા' નામના એક મહત્ત્વપૂર્ણ પાસા પર કેન્દ્રિત થશે. આ એક એવી પ્રક્રિયા છે જેના દ્વારા આપણું શરીર પોતાના જ કોષો અને હાનિરહિત પદાર્થોને 'મિત્ર' તરીકે ઓળખે છે અને તેની સામે લડવાનું બંધ કરી દે છે. કલ્પના કરો, જો આપણી પ્રતિકારક શક્તિ સતત પોતાના જ શરીર પર હુમલો કરતી રહે તો શું થશે? આ ઓટોઇમ્યુન બીમારીઓને જન્મ આપી શકે છે, જે વિનાશક પરિણામો લાવી શકે છે.

આ અદ્ભુત યાત્રામાં આપણે કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતાની ઊંડાઈમાં ઉતરીશું, જ્યાં થાઇમસ અને અસ્થિ મજ્જામાં 'T' અને 'B' કોષો પોતાનું શિક્ષણ મેળવે છે. આપણે જાણીશું કે આ કોષો કેવી રીતે 'આત્મ' અને 'અનાત્મ' વચ્ચે ભેદ કરવાનું શીખે છે અને જે કોષો ભૂલથી 'આત્મ' પર હુમલો કરે છે તેને કેવી રીતે નાશ કરવામાં આવે છે. પછી આપણે પરિધીય સહિષ્ણુતા તરફ આગળ વધીશું, જ્યાં 'એનર્જી', 'વિલોપન' અને 'પ્રતિરક્ષાત્મક અજ્ઞાનતા' જેવી જટિલ પ્રક્રિયાઓ એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે પ્રતિકારક શક્તિ શાંત રહે અને બિનજરૂરી પ્રતિક્રિયા ન કરે.

આપણે નિયામક ‘T’ કોષોની ભૂમિકા પર પણ પ્રકાશ પાડીશું, જે ‘શાંતિદૂત’ની જેમ કામ કરે છે, અને પ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રિત કરે છે. જો આ નિયંત્રણ તંત્ર નિષ્ફળ જાય, તો ઓટોઇમ્યુનિટીનું જોખમ વધી જાય છે. આપણે એ પણ જાણીશું કે સહિષ્ણુતા કેવી રીતે તૂટે છે અને તેના શું પરિણામો આવી શકે છે.

આપણે મૌખિક સહિષ્ણુતા અને આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની ભૂમિકા પણ શોધીશું અને જાણીશું કે આપણે જે ખોરાક ખાઇએ છીએ અને આપણા પેટમાં રહેતા સૂક્ષ્મ જીવો આપણી પ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે અસર કરે છે. અંતે, આપણે ‘પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકારયુક્ત સ્થળ’ નામના ખાસ સ્થાનો પર એક નજર નાખીશું, જેમ કે મગજ અને આંખો, જ્યાં પ્રતિકારક શક્તિ જુદી રીતે કામ કરે છે.

પરિચય :

ઇમ્યુન ટોલરન્સ એ શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિની એવી સ્થિતિ છે જેમાં તે કોઇ ચોક્કસ પદાર્થ (એન્ટિજેન) સામે પ્રતિભાવ આપતી નથી, જે સામાન્ય રીતે રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજિત કરે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, ઇમ્યુન ટોલરન્સ એ શરીરની પોતાની કોશિકાઓ અને પેશીઓને વિદેશી પદાર્થો તરીકે ઓળખવાની અને તેના પર હુમલો ન કરવાની ક્ષમતા છે.

ઇમ્યુન ટોલરન્સનો વિચાર સૌપ્રથમ 20મી સદીની શરૂઆતમાં આવ્યો હતો. 1949માં ઓસ્ટ્રેલિયન વૈજ્ઞાનિક ફ્રેન્ક મેકફાર્લેન બર્નેટે એવી આગાહી કરી હતી કે, ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન ગર્ભના કોષોના સંપર્કમાં આવવાથી વ્યક્તિ પોતાની કોશિકાઓ પ્રત્યે ઇમ્યુન ટોલરન્સ વિકસાવે છે. આ આગાહીને ‘ક્લોનલ સિલેક્શન થિયરી’ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે અને તે ઇમ્યુન ટોલરન્સની સમજ માટે પાયાનો સિદ્ધાંત બની ગયો છે.

1953માં બ્રિટિશ જીવવિજ્ઞાની પીટર મેડાવર અને તેના સાથીઓએ બર્નેટની આગાહીને પ્રાયોગિક રીતે સાબિત કરી. તેમણે દર્શાવ્યું કે જો ઉંદરના ગર્ભને અન્ય જાતિના કોષો સાથે ઇન્જેક્ટ કરવામાં આવે, તો તે ઉંદર જ્યારે પુખ્ત થાય ત્યારે તે જાતિના કોષો પ્રત્યે ઇમ્યુન ટોલરન્સ વિકસાવે છે.

ઇમ્યુન ટોલરન્સના ક્ષેત્રમાં ઘણા વૈજ્ઞાનિકોએ મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું છે. જેમ કે, -

- **ફ્રેન્ક મેકફાર્લેન બર્નેટ :** ક્લોનલ સિલેક્શન થિયરી માટે જાણીતા.
- **પીટર મેડાવર :** પ્રાયોગિક રીતે ઇમ્યુન ટોલરન્સ સાબિત કરવા માટે જાણીતા.
- **જેક્સ મિલર :** થાઇમસ ગ્રંથિની ભૂમિકા શોધવા માટે જાણીતા, જે ઇમ્યુન ટોલરન્સ વિકસાવવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.
- **ગુસ્તાવ નોસલ :** ‘T’ - કોષ અને ‘B’ - કોષ ટોલરન્સની શોધ માટે જાણીતા.

આજે પણ ઇમ્યુન ટોલરન્સ એ સંશોધનનો સક્રિય ક્ષેત્ર છે. તો, ચાલો, આ રોમાંચક યાત્રા પર આગળ વધીએ, અને પ્રતિકારક સહિષ્ણુતાના રહસ્યોને ઉજાગર કરીએ, જે આપણા આરોગ્ય અને કલ્યાણ માટે અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે!

7.2. કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા : થાઇમસ અને અસ્થિ મજ્જામાં 'T' અને 'B' કોષોની પસંદગી (Central Tolerance : T and B Cell Selection in the Thymus and Bone Marrow)

આપણે પ્રસ્તાવનાનો અભ્યાસ કર્યો અને જાણ્યું કે તે આપણા શરીર માટે કેટલું મહત્ત્વનું છે. હવે આપણે કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતાની પ્રક્રિયાને વધુ ઊંડાણપૂર્વક સમજીશું, જે પ્રતિકારક સહિષ્ણુતાનો પાયો રચે છે.

કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા એ પ્રક્રિયા છે જે થાઇમસ ('T' કોષો માટે) અને અસ્થિ મજ્જા ('B' કોષો માટે)માં થાય છે. આ બંને અવયવો 'પ્રાથમિક લસિકા અંગો' (Primary Lymphoid Organs) તરીકે ઓળખાય છે, જ્યાં 'T' અને 'B' કોષો પરિપક્વ થાય છે અને 'આત્મ' અને 'અનાત્મ' વચ્ચે ભેદ કરવાનું શીખે છે. આ શિક્ષણ પ્રક્રિયા અત્યંત કડક અને સૂક્ષ્મ રીતે નિયંત્રિત હોય છે, જે સુનિશ્ચિત કરે છે કે ફક્ત યોગ્ય રીતે કાર્ય કરી શકતા અને પોતાના જ શરીરના કોષોને નુકસાન ન પહોંચાડતા કોષો જ પરિપક્વ થઈને રોગપ્રતિકારક શક્તિનો ભાગ બને.

થાઇમસમાં 'T' કોષોની પસંદગી (T Cell Selection in the Thymus) :

થાઇમસ ગ્રંથિ એ છાતીમાં આવેલી એક નાની ગ્રંથિ છે, જે 'T' કોષોના પરિપક્વ થવા માટેનું મુખ્ય સ્થાન છે. અપરિપક્વ 'T' કોષો જેને થાઇમોસાઇટ્સ કહેવામાં આવે છે, તે અસ્થિ મજ્જામાંથી થાઇમસમાં પ્રવેશે છે. થાઇમસમાં આ થાઇમોસાઇટ્સ વિવિધ પ્રકારના કોષો, જેવાં કે થાઇમિક એપિથેલિયલ કોષો (TECs), ડેન્ડ્રિટિક કોષો અને મેક્રોફેજેસના સંપર્કમાં આવે છે. આ કોષો થાઇમોસાઇટ્સ સમક્ષ વિવિધ પ્રકારના 'આત્મ' એન્ટિજેન્સ રજૂ કરે છે. થાઇમસમાં 'T' કોષોની પસંદગી મુખ્યત્વે બે તબક્કામાં થાય છે :

1. **હકારાત્મક પસંદગી (Positive Selection) :** આ પ્રક્રિયા થાઇમસના કોર્ટેક્સમાં થાય છે. આ તબક્કામાં થાઇમોસાઇટ્સનું પરીક્ષણ કરવામાં આવે છે કે શું તેઓ 'આત્મ' MHC (Major Histocompatibility Complex) અણુઓને ઓળખી શકે છે કે નહીં. MHC અણુઓ કોષોની સપાટી પર જોવા મળતા વિશિષ્ટ પ્રોટીન છે જે એન્ટિજેન્સ (પેપ્ટાઇડ્સના સ્વરૂપમાં)ને 'T' કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે. જે થાઇમોસાઇટ્સ MHC અણુઓ સાથે યોગ્ય રીતે એટલે કે મધ્યમ સ્તરની પ્રબળતા સાથે જોડાય શકે છે તેઓ જીવિત રહે છે અને તે આગળના તબક્કામાં આગળ વધે છે. જે થાઇમોસાઇટ્સ MHC અણુઓ સાથે બિલકુલ જોડાઈ શકતા નથી અથવા ખૂબ જ નબળી રીતે જોડાય છે, તેઓ એપોપ્ટોસિસ (પ્રોગ્રામ્ડ સેલ ડેથ) દ્વારા મૃત્યુ પામે છે. આ પ્રક્રિયા એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે પરિપક્વ 'T' કોષો ફક્ત MHC અણુઓ દ્વારા રજૂ કરાયેલા એન્ટિજેન્સને જ ઓળખી શકે.

2. **નકારાત્મક પસંદગી (Negative Selection) :** આ પ્રક્રિયા થાઇમસના મેડ્યુલામાં થાય છે. આ તબક્કામાં જે થાઇમોસાઇટ્સ 'આત્મ' પેપ્ટાઇડ્સ (પોતાના શરીરના ટૂકડાઓ) સાથે ખૂબ જ મજબૂત રીતે જોડાય છે, તેમને દૂર કરવામાં આવે છે. થાઇમિક મેડ્યુલરી એપિથેલિયલ કોષો (mTECs) અને ડેન્ડ્રિટિક કોષો થાઇમોસાઇટ્સને આત્મ' પેપ્ટાઇડ્સ રજૂ

કરે છે. જો કોઈ થાઇમોસાઇટ આ 'આત્મ' પેપ્ટાઇડ્સ સાથે ખૂબ જ મજબૂત રીતે જોડાય, તો તે એપોપ્ટોસિસ દ્વારા મૃત્યુ પામે છે. આ મહત્ત્વપૂર્ણ છે કારણ કે આવા કોષો પરિભ્રમણમાં પ્રવેશીને ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયા શરૂ કરી શકે છે, જ્યાં પ્રતિકારક શક્તિ ભૂલથી પોતાના જ શરીરના કોષો પર હુમલો કરે છે.

અસ્થિ મજ્જામાં 'B' કોષોની પસંદગી (B Cell Selection in the Bone Marrow) :

અસ્થિ મજ્જા એ હાડકાંની અંદર આવેલી નરમ પેશી છે, જ્યાં 'B' કોષોનું ઉત્પાદન અને પ્રારંભિક પરિપક્વતા થાય છે. થાઇમસમાં થતી 'T' કોષોની પસંદગીની જેમ અસ્થિ મજ્જામાં 'B' કોષો પણ નકારાત્મક પસંદગી પ્રક્રિયામાંથી પસાર થાય છે. આ પ્રક્રિયા દરમ્યાન વિકાસ પામતા 'B' કોષો વિવિધ 'આત્મ' એન્ટિજેન્સના સંપર્કમાં આવે છે જે સ્ટ્રોમલ કોષો અને અન્ય કોષો દ્વારા રજૂ કરવામાં આવે છે.

જે 'B' કોષોના રીસેપ્ટર્સ (જેને બી સેલ રીસેપ્ટર્સ અથવા BCR કહેવાય છે) 'આત્મ' એન્ટિજેન્સ સાથે ખૂબ જ મજબૂત રીતે જોડાય છે, તેમને કાં તો દૂર કરવામાં આવે છે અથવા તેનું રીસેપ્ટર બદલવામાં આવે છે. રીસેપ્ટર એડિટિંગ (Receptor Editing) નામની પ્રક્રિયામાં 'B' કોષો તેમના BCRના જનીનોમાં ફેરફાર કરે છે જેથી તેઓ 'આત્મ' એન્ટિજેન્સ સાથે પ્રતિક્રિયા ન કરે. જો રીસેપ્ટર એડિટિંગ નિષ્ફળ જાય, તો 'B' કોષ એપોપ્ટોસિસ દ્વારા મૃત્યુ પામે છે.

આમ, કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા, થાઇમસ અને અસ્થિ મજ્જામાં થતી આ કડક પસંદગી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે પરિભ્રમણમાં ફરતા મોટાભાગના 'T' અને 'B' કોષો 'આત્મ' સહિષ્ણુ હોય છે અને પોતાના શરીરના કોષો પર હુમલો કરતા નથી. આ પ્રક્રિયા ઓટોઇમ્યુનિટીને રોકવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

આપણે જોયું કે કેવી રીતે કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા થાઇમસ અને અસ્થિ મજ્જામાં 'T' અને 'B' કોષોને શિક્ષિત કરે છે. હવે આપણે પરિધીય સહિષ્ણુતાનો અભ્યાસ કરીશું, જ્યાં 'એનર્જી', 'વિલોપન' અને 'પ્રતિરક્ષાત્મક અજ્ઞાનતા' જેવી પદ્ધતિઓ દ્વારા પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા જાળવવામાં આવે છે.

7.3. પરિધીય સહિષ્ણુતા : એનર્જી, વિલોપન, પ્રતિરક્ષાત્મક અજ્ઞાનતા (Peripheral Tolerance : Anergy, Deletion, Immunological Ignorance) :

આપણે આગળ કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતાનો અભ્યાસ કર્યો, જ્યાં થાઇમસ અને અસ્થિ મજ્જામાં 'T' અને 'B' કોષોને 'આત્મ' અને 'અનાત્મ' વચ્ચે ભેદ કરવાનું શીખવવામાં આવે છે. જોકે, કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા સંપૂર્ણ નથી અને કેટલાંક 'આત્મ' -પ્રતિક્રિયાશીલ કોષો પરિભ્રમણમાં છટકી શકે છે. આ કોષોને નિયંત્રણમાં રાખવા માટે આપણી પાસે 'પરિધીય સહિષ્ણુતા' (Peripheral Tolerance) નામની એક બીજી સુરક્ષા પ્રણાલી છે.

પરિધીય સહિષ્ણુતા એ પ્રક્રિયાઓનો સમૂહ છે જે પરિપક્વ 'T' અને 'B' કોષોને પેરિફેરલ પેશીઓમાં એટલે કે થાઇમસ અને અસ્થિ મજ્જાની બહાર સક્રિય થતાં અટકાવે છે. આ પ્રક્રિયાઓ એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે 'આત્મ'- પ્રતિક્રિયાશીલ કોષો કાં તો નિષ્ક્રિય રહે, કાં તો દૂર કરવામાં આવે અથવા તેને પ્રતિક્રિયા કરતા અટકાવવામાં આવે. પરિધીય સહિષ્ણુતા જાળવવા માટે એનર્જી, વિલોપન અને પ્રતિરક્ષાત્મક અજ્ઞાનતા આ મુખ્યત્વે ત્રણ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે.

1. એનર્જી (Anergy) :

એનર્જી એ એવી સ્થિતિ છે જ્યાં 'T' અથવા 'B' કોષ 'આત્મ' એન્ટિજેનને ઓળખે તો પણ સક્રિય થવામાં નિષ્ફળ જાય છે. જ્યારે 'T' કોષ તેના 'T' સેલ રીસેપ્ટર (TCR) દ્વારા એન્ટિજેનને ઓળખે છે, ત્યારે તેને સક્રિય થવા માટે બે સંકેતોની જરૂર હોય છે. પ્રથમ સંકેત TCR દ્વારા એન્ટિજેન-MHC સંકુલની ઓળખ છે. બીજો સંકેત 'સહ-ઉત્તેજક' (Co-stimulatory) અણુઓ દ્વારા આપવામાં આવે છે, જેમ કે CD28, જે એન્ટિજેન રજૂ કરતા કોષ (APC) પર ઉપસ્થિત B7 અણુઓ સાથે જોડાય છે.

જો 'T' કોષને ફક્ત પ્રથમ સંકેત મળે એટલે કે એન્ટિજેન-MHC સંકુલની ઓળખ પરંતુ, સહ-ઉત્તેજક સંકેત ન મળે, તો તે એનર્જીની સ્થિતિમાં પ્રવેશે છે. એનર્જિક 'T' કોષો નિષ્ક્રિય રહે છે અને ભવિષ્યમાં પણ જ્યારે તેમને બંને સંકેતો મળે ત્યારે પણ યોગ્ય રીતે પ્રતિક્રિયા કરી શકતા નથી. 'B' કોષો પણ સમાન પ્રક્રિયા દ્વારા એનર્જિક બની શકે છે.

2. વિલોપન (Deletion) :

આ પ્રક્રિયામાં 'આત્મ' - પ્રતિક્રિયાશીલ 'T' અથવા 'B' કોષોને એપોપ્ટોસિસ (પ્રોગ્રામ્ડ સેલ ડેથ) દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે. વિલોપન ઘણી રીતે થઈ શકે છે :

- **એક્ટિવેશન-પ્રેરિત કોષ મૃત્યુ (Activation-Induced Cell Death - AICD) :** જ્યારે 'T' કોષો વારંવાર 'આત્મ' એન્ટિજેનના સંપર્કમાં આવે છે, ત્યારે તેઓ Fas નામનું એક મૃત્યુ રીસેપ્ટર વ્યક્ત કરવાનું શરૂ કરે છે. FasL નામના અણુ સાથે Fasનું જોડાણ 'T' કોષમાં એપોપ્ટોસિસ શરૂ કરે છે.
- **સક્રિયકરણનો અભાવ (Lack of Activation) :** જે 'T' કોષોને પૂરતા પ્રમાણમાં સહ-ઉત્તેજક સંકેતો મળતા નથી તેઓ ટકી શકતા નથી અને મૃત્યુ પામે છે.
- **નિયામક 'T' કોષો (Regulatory T Cells - Tregs) દ્વારા દમન :** Tregs એ વિશિષ્ટ પ્રકારના 'T' કોષો છે જે અન્ય 'T' કોષોની પ્રતિક્રિયાઓને દબાવવામાં ભૂમિકા ભજવે છે. Tregs 'આત્મ' - પ્રતિક્રિયાશીલ 'T' કોષોને સીધી રીતે મારી શકે છે અથવા સાયટોકાઇન્સ જેવા દમનકારી અણુઓ સ્ત્રાવ કરીને તેમને નિષ્ક્રિય કરી શકે છે.

3. પ્રતિરક્ષાત્મક અજ્ઞાનતા (Immunological Ignorance) :

આ સ્થિતિમાં 'આત્મ' - પ્રતિક્રિયાશીલ 'T' કોષો શારીરિક રીતે 'આત્મ' એન્ટિજેનથી અલગ રહે છે. કેટલાંક એન્ટિજેન્સ 'પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત' (Immune Privileged) સ્થળોમાં છૂપાયેલા હોય છે, જેમ કે મગજ, આંખો અને વૃષણ જ્યાં રોગપ્રતિકારક કોષો સામાન્ય રીતે પ્રવેશતા નથી. આ ઉપરાંત, કેટલાંક 'આત્મ' એન્ટિજેન્સ એટલી ઓછી માત્રામાં હાજર હોય છે કે તે 'T' કોષોને સક્રિય કરવા માટે પૂરતા નથી. આ રીતે, 'આત્મ' - પ્રતિક્રિયાશીલ 'T' કોષો 'અજ્ઞાની' રહે છે અને પ્રતિક્રિયા કરતા નથી.

પરિધીય સહિષ્ણુતા એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે 'આત્મ' - પ્રતિક્રિયાશીલ 'T' અને 'B' કોષો, જે કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતામાંથી છટકી ગયા હોય, તે કાં તો નિષ્ક્રિય રહે, કાં તો દૂર કરવામાં આવે અથવા તેમને પ્રતિક્રિયા કરતા અટકાવવામાં આવે. આ પ્રક્રિયાઓ ઓટોઇમ્યુનિટીને રોકવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

આપણે જોયું કે કેવી રીતે પરિધીય સહિષ્ણુતા 'એનર્જી', 'વિલોપન' અને 'પ્રતિરક્ષાત્મક અજ્ઞાનતા' જેવી પદ્ધતિઓ દ્વારા પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા જાળવે છે. હવે આપણે નિયામક 'T' કોષોની ભૂમિકાનો અભ્યાસ કરીશું, જે પરિધીય સહિષ્ણુતામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ ભજવે છે અને પ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે.

7.4. નિયામક 'T' કોષોની ભૂમિકા (Role of Regulatory T Cells)

આપણે અત્યાર સુધી કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા અને પરિધીય સહિષ્ણુતાની પદ્ધતિઓ જોઈ, જે 'આત્મ' અને 'અનાત્મ' વચ્ચે ભેદ પારખવામાં અને ઓટોઇમ્યુનિટીને રોકવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આ પ્રક્રિયાઓમાં નિયામક 'T' કોષો (Regulatory T Cells - Tregs) નામનાં વિશિષ્ટ પ્રકારના 'T' કોષો કેન્દ્રસ્થાને રહેલા છે. Tregs 'શાંતિ રક્ષકો' તરીકે કાર્ય કરે છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓને નિયંત્રિત કરે છે અને અતિશય સક્રિયતા અથવા 'આત્મ' પેશીઓ પર હુમલાને અટકાવે છે.

Tregs એ CD4+ 'T' કોષોનો એક વિશિષ્ટ પેટા સમૂહ છે જે ટ્રાંસ્ક્રિપ્શન ફેક્ટર Foxp3 વ્યક્ત કરે છે. Foxp3 એ Tregsના વિકાસ અને કાર્ય માટે આવશ્યક છે અને તેને 'માસ્ટર રેગ્યુલેટર' માનવામાં આવે છે. Tregs બે મુખ્ય પ્રકારના હોય છે :

1. **થાઇમસમાં ઉત્પન્ન થતાં Tregs (tTregs) :** આ Tregs થાઇમસમાં 'T' કોષોના વિકાસ દરમ્યાન ઉત્પન્ન થાય છે અને કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતામાં ભૂમિકા ભજવે છે.
2. **પરિઘમાં પ્રેરિત Tregs (iTregs) :** આ Tregs પરિપક્વ 'T' કોષોમાંથી પરિઘમાં ચોક્કસ પરિસ્થિતિઓમાં જેમ કે એન્ટિજેનના સંપર્કમાં આવવા પર ઉત્પન્ન થાય છે. iTregs પરિધીય સહિષ્ણુતા જાળવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

Tregs કેવી રીતે કાર્ય કરે છે? (Mechanisms of Treg Function) :

Tregs વિવિધ પદ્ધતિઓ દ્વારા રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓને દબાવે છે :

- **સંપર્ક-આધારિત દમન (Contact-Dependent Suppression) :** Tregs સીધા જ અન્ય 'T' કોષો ખાસ કરીને 'આત્મ' - પ્રતિક્રિયાશીલ 'T' કોષો સાથે ભૌતિક સંપર્ક દ્વારા તેને નિષ્ક્રિય કરી શકે છે. આ પ્રક્રિયામાં CTLA-4 અને LAG-3 જેવાં અણુઓ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, જે Tregsની સપાટી પર ઉપસ્થિત હોય છે અને સક્રિય 'T' કોષો પરના સહ-ઉત્તેજક અણુઓ સાથે જોડાઈને તેમને નિષ્ક્રિય સંકેતો આપે છે.

- **સાયટોકાઇન્સ દ્વારા દમન (Suppression by Cytokines) :** Tregs IL-10 અને TGF-β જેવાં દમનકારી સાયટોકાઇન્સ સ્ત્રાવ કરે છે, જે અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષો, જેમ કે 'T' કોષો, 'B' કોષો અને ડેન્ડ્રિટિક કોષોની પ્રવૃત્તિને અટકાવે છે. IL-10 બળતરા વિરોધી ગુણધર્મો ધરાવે છે અને 'T' કોષોના પ્રસાર અને કાર્યને અટકાવે છે. TGF-β પણ 'T' કોષોના પ્રસાર અને કાર્યને અટકાવે છે અને iTregsના વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે.

- **IL-2નો વપરાશ (IL-2 Deprivation) :** 'T' કોષોના પ્રસાર અને કાર્ય માટે IL-2 નામનું સાયટોકાઇન આવશ્યક છે. Tregs ઉચ્ચ સ્તરના IL-2 રીસેપ્ટર (CD25) વ્યક્ત કરે છે અને IL-2નો વપરાશ કરીને અન્ય 'T' કોષોને ઉપલબ્ધ IL-2ની માત્રા ઘટાડે છે, જેનાથી તેનો પ્રસાર અને કાર્ય મર્યાદિત થાય છે.

- **ડેન્ડ્રિટિક કોષો પર અસર (Effect on Dendritic Cells) :** Tregs ડેન્ડ્રિટિક કોષો (DCs)ની પરિપક્વતા અને કાર્યને પણ અસર કરી શકે છે. Tregs DCsને ઓછા સહ-ઉત્તેજક અણુઓ વ્યક્ત કરવા પ્રેરિત કરી શકે છે, જેનાથી 'T' કોષ સક્રિયકરણ ઘટે છે.

Tregsના કાર્યો (Functions of Tregs) :

- **ઓટોઇમ્યુનિટીનું નિવારણ (Prevention of Autoimmunity) :** Tregs 'આત્મ' - પ્રતિક્રિયાશીલ 'T' કોષોને દબાવીને ઓટોઇમ્યુન રોગોને રોકવામાં કેન્દ્રીય ભૂમિકા ભજવે છે. Tregsની ખામી અથવા કાર્યમાં ખલેલ ઓટોઇમ્યુન રોગો, જેમ કે ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસ, મલ્ટિપલ સ્ક્લેરોસિસ અને સંધિવાના વિકાસ તરફ દોરી શકે છે.

- **સંક્રમણ પ્રત્યે સહિષ્ણુતા (Tolerance to Commensal Microbes) :** આપણા શરીરમાં ખાસ કરીને આંતરડામાં મોટી સંખ્યામાં સહજીવન કરતા સૂક્ષ્મજીવો રહે છે. Tregs આ સૂક્ષ્મજીવો પ્રત્યે પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા જાળવવામાં મદદ કરે છે, જેનાથી બિનજરૂરી બળતરા અને પેશીઓને નુકસાન થતું અટકે છે.

- **એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓનું નિયંત્રણ (Control of Allergic Reactions) :** Tregs એલર્જન પ્રત્યે અતિશય પ્રતિક્રિયાઓને દબાવીને એલર્જીક રોગો, જેમ કે અસ્થમા અને ખરજવું બંનેને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે.

- **ગર્ભાવસ્થા દરમ્યાન સહિષ્ણુતા (Tolerance during Pregnancy) :** ગર્ભાવસ્થા દરમ્યાન ગર્ભ 'અર્ધ-અજાણ્યો' (semi-allogeneic) ગણાય છે કારણ કે તેમાં પિતાના

એન્ટિજેન્સ હોય છે. Tregs ગર્ભ પ્રત્યે માતાની પ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને દબાવીને ગર્ભાવસ્થા જાળવવામાં મદદ કરે છે.

- **કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી (Cancer Immunotherapy) :** કેન્સરના કોષો ઘણીવાર રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવા માટે Tregs નો ઉપયોગ કરે છે. કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપીમાં Tregsને નિશાન બનાવીને કેન્સર કોષો પ્રત્યે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને વધારવાનો પ્રયાસ કરવામાં આવે છે.

આમ, નિયામક 'T' કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિના સંતુલન જાળવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ 'શાંતિ રક્ષકો' તરીકે કાર્ય કરે છે જે 'આત્મ' પ્રત્યે સહિષ્ણુતા જાળવે છે, અતિશય પ્રતિક્રિયાઓને અટકાવે છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓને યોગ્ય રીતે નિયંત્રિત કરે છે. Tregsની ખામી અથવા કાર્યમાં ખલેલ વિવિધ રોગો તરફ દોરી શકે છે, જ્યારે તેમનું યોગ્ય કાર્ય સ્વસ્થ રોગપ્રતિકારક શક્તિ માટે આવશ્યક છે.

આપણે જોયું કે કેવી રીતે નિયામક 'T' કોષો રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાનું નિયમન કરે છે અને સંતુલન જાળવે છે. હવે આપણે ઓટોઇમ્યુનિટીનો અભ્યાસ કરીશું, જ્યાં પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા તૂટી જાય છે અને તેના પરિણામે 'આત્મ' પેશીઓ પર હુમલો થાય છે.

7.5. ઓટોઇમ્યુનિટી : સહિષ્ણુતા તૂટવાના કારણો અને પરિણામો (Autoimmunity : Causes and Consequences of Breakdown of Tolerance)

અત્યાર સુધી આપણે પ્રતિકારક સહિષ્ણુતાના વિવિધ પાસાઓનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા, પરિધીય સહિષ્ણુતા અને નિયામક 'T' કોષોની ભૂમિકા શામેલ છે. આ બધી પ્રક્રિયાઓ 'આત્મ' અને 'અનાત્મ' વચ્ચે ભેદ પારખવામાં અને પોતાના જ શરીરના કોષો અને પેશીઓ પર હુમલો થતો રોકવામાં મદદ કરે છે. પરંતુ જ્યારે આ સહિષ્ણુતા તૂટી જાય છે, ત્યારે ઓટોઇમ્યુનિટી નામની સ્થિતિ ઉદ્ભવે છે, જ્યાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ ભૂલથી પોતાના જ શરીરને 'શત્રુ' સમજીને તેના પર હુમલો કરે છે.

ઓટોઇમ્યુન રોગો એ રોગોનો એક સમૂહ છે જે ત્યારે થાય છે જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ 'આત્મ' એન્ટિજેન્સ પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાશીલ બને છે અને 'આત્મ' પેશીઓ પર હુમલો કરે છે. 80 થી વધુ પ્રકારના ઓટોઇમ્યુન રોગો છે, જે શરીરના વિવિધ અંગો અને પેશીઓને અસર કરી શકે છે. કેટલાંક સામાન્ય ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસ, મલ્ટિપલ સ્ક્લેરોસિસ (MS), રુમેટોઇડ આર્થરાઇટિસ (RA), પ્રણાલીગત લ્યુપસ એરિથેમેટોસસ (SLE) અને સોરાયિસસ શામેલ છે.

ઓટોઇમ્યુનિટીના કારણો (Causes of Autoimmunity) :

ઓટોઇમ્યુનિટી થવાના ચોક્કસ કારણો સંપૂર્ણપણે સમજી શકાયા નથી, પરંતુ એવું માનવામાં આવે છે કે તે આનુવંશિક, પર્યાવરણીય અને હોર્મોનલ પરિબળોના સંયોજનનું પરિણામ છે.

- **આનુવંશિક પરિબળો (Genetic Factors) :** ઓટોઇમ્યુન રોગો થવાની સંભાવના વ્યક્તિના જનીનો દ્વારા પ્રભાવિત થઈ શકે છે. અમુક જનીનો ખાસ કરીને MHC (Major Histocompatibility Complex) જનીનો, ઓટોઇમ્યુન રોગો થવાનું જોખમ વધારી શકે છે. જો પરિવારમાં કોઇને ઓટોઇમ્યુન રોગ હોય તો અન્ય સભ્યોને પણ તે થવાનું જોખમ વધારે હોય છે.

- **પર્યાવરણીય પરિબળો (Environmental Factors) :** અમુક પર્યાવરણીય પરિબળો જેમ કે ચેપ, અમુક દવાઓ, રસાયણો અને ઝેરી પદાર્થોના સંપર્કમાં આવવાથી ખાસ કરીને આનુવંશિક રીતે સંવેદનશીલ વ્યક્તિઓમાં ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયા શરૂ થઈ શકે છે.

    - **ચેપ (Infections) :** કેટલાંક વાયરસ અને બેક્ટેરિયાના ચેપ ઓટોઇમ્યુનિટીને ઉત્તેજિત કરી શકે છે. 'મોલેક્યુલર મિમિક્રી' (Molecular Mimicry) નામની પ્રક્રિયામાં અમુક સૂક્ષ્મ જીવોના એન્ટિજેન્સ 'આત્મ' એન્ટિજેન્સ જેવા દેખાય છે, જેના કારણે રોગપ્રતિકારક શક્તિ ભૂલથી 'આત્મ' પેશીઓ પર હુમલો કરી શકે છે.

    - **દવાઓ અને રસાયણો (Drugs and Chemicals) :** કેટલીક દવાઓ અને રસાયણો, જેમ કે પ્રોકેનામાઇડ અને હાઇડ્રેલેઝિન, ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયાને ઉત્તેજિત કરી શકે છે.

- **હોર્મોનલ પરિબળો (Hormonal Factors) :** સ્ત્રીઓમાં પુરુષો કરતાં ઓટોઇમ્યુન રોગો થવાની સંભાવના વધુ હોય છે, જે સૂચવે છે કે હોર્મોન્સ, ખાસ કરીને એસ્ટ્રોજન, ઓટોઇમ્યુનિટીમાં ભૂમિકા ભજવી શકે છે.

- **રોગપ્રતિકારક શક્તિની ખામીઓ (Immune System Defects) :** કેન્દ્રીય અથવા પરિધીય સહિષ્ણુતામાં ખામી, જેમ કે Tregs ની ખામી અથવા કાર્યમાં ખલેલ, ઓટોઇમ્યુનિટી તરફ દોરી શકે છે.

સહિષ્ણુતા તૂટવાના પરિણામો (Consequences of Breakdown of Tolerance) :

જ્યારે પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા તૂટી જાય છે, ત્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ 'આત્મ' એન્ટિજેન્સ પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાશીલ બને છે અને નીચે મુજબના પરિણામો આવી શકે છે :

- **'આત્મ'-પ્રતિક્રિયાશીલ 'T' કોષોનું સક્રિયકરણ (Activation of Autoreactive T Cells) :** 'આત્મ'-પ્રતિક્રિયાશીલ 'T' કોષો જે કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતામાંથી છટકી ગયા હોય તે પરિઘમાં 'આત્મ' એન્ટિજેન્સના સંપર્કમાં આવીને સક્રિય થઈ શકે છે. આ સક્રિય 'T' કોષો 'આત્મ' પેશીઓમાં બળતરા પેદા કરી શકે છે અને તેને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.

- **ઓટોએન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન (Production of Autoantibodies) :** 'આત્મ'-પ્રતિક્રિયાશીલ 'B' કોષો સક્રિય થઈને ઓટોએન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરી શકે છે. ઓટોએન્ટિબોડીઝ એ એન્ટિબોડીઝ છે જે 'આત્મ' એન્ટિજેન્સ સાથે જોડાય છે. આ ઓટોએન્ટિબોડીઝ 'આત્મ' પેશીઓ સાથે જોડાઇને તેને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે,

કોમ્પ્લીમેન્ટ સિસ્ટમને સક્રિય કરી શકે છે (જે બળતરામાં વધારો કરે છે) અથવા કોષોના કાર્યમાં ખલેલ પહોંચાડી શકે છે.

- **પેશીઓને નુકસાન અને બળતરા (Tissue Damage and Inflammation) :** 'આત્મ' -પ્રતિક્રિયાશીલ 'T' કોષો અને ઓટોએન્ટિબોડીઝ 'આત્મ' પેશીઓમાં બળતરા પેદા કરી શકે છે અને તેને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે. આ બળતરા અને પેશીઓને નુકસાન ઓટોઇમ્યુન રોગોના લક્ષણો માટે જવાબદાર છે.
- **અંગોની નિષ્ફળતા (Organ Failure) :** ગંભીર કિસ્સાઓમાં ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયાને કારણે અંગોને ગંભીર નુકસાન થઈ શકે છે અને તે નિષ્ફળ પણ થઈ શકે છે.

ઓટોઇમ્યુન રોગોનું નિદાન અને સારવાર (Diagnosis and Treatment of Autoimmune Diseases) :

ઓટોઇમ્યુન રોગોનું નિદાન શારીરિક પરીક્ષા, તબીબી ઇતિહાસ, લોહીના પરીક્ષણો (જેમ કે ઓટોએન્ટિબોડીઝ શોધવા માટે) અને અન્ય ઇમેજિંગ પરીક્ષણો (જેમ કે એક્સ-રે અને MRI)ના સંયોજન દ્વારા કરવામાં આવે છે.

ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને દબાવવાનો, બળતરા ઘટાડવાનો અને લક્ષણોને દૂર કરવાનો છે. સારવારમાં દવાઓ, જેમ કે કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ, ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ અને બાયોલોજિક એજન્ટ્સ શામેલ હોઈ શકે છે.

ઓટોઇમ્યુનિટી એ એક જટિલ સ્થિતિ છે જે ત્યારે થાય છે જ્યારે પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા તૂટી જાય છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ 'આત્મ' પેશીઓ પર હુમલો કરે છે. ઓટોઇમ્યુન રોગો ગંભીર સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓ તરફ દોરી શકે છે અને જીવનની ગુણવત્તાને નોંધપાત્ર રીતે અસર કરી શકે છે. ઓટોઇમ્યુનિટીના કારણો, પદ્ધતિઓ અને સારવારને વધુ સારી રીતે સમજવા માટે સંશોધન ચાલુ છે.

આપણે જોયું કે ઓટોઇમ્યુનિટી કેવી રીતે પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા તૂટવાનું પરિણામ છે. હવે આપણે મૌખિક સહિષ્ણુતા અને આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની ભૂમિકાનો અભ્યાસ કરીશું, જે પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા જાળવવા અને ઓટોઇમ્યુનિટીને રોકવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

7.6. મૌખિક સહિષ્ણુતા અને આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની ભૂમિકા (Oral Tolerance and the Role of Gut Microbiota) :

આપણે અત્યાર સુધી કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા, પરિધીય સહિષ્ણુતા, નિયામક 'T' કોષોની ભૂમિકા અને ઓટોઇમ્યુનિટી વિશે ચર્ચા કરી. હવે આપણે મૌખિક સહિષ્ણુતા અને આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની ભૂમિકા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા જાળવવા અને ઓટોઇમ્યુનિટીને રોકવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

મૌખિક સહિષ્ણુતા (Oral Tolerance) :

મૌખિક સહિષ્ણુતા એ એક એવી પ્રક્રિયા છે જેના દ્વારા રોગપ્રતિકારક શક્તિ મોં દ્વારા લેવામાં આવતા એન્ટિજેન્સ, જેમ કે ખોરાકના પ્રોટીન અને સહજીવન કરતા બેક્ટેરિયા પ્રત્યે સહિષ્ણુ બને છે. સરળ શબ્દોમાં કહીએ તો, તે એક એવી પ્રક્રિયા છે જે આપણને ખોરાક ખાવા અને આપણા આંતરડામાં રહેતા અબજો સૂક્ષ્મજીવો સાથે શાંતિપૂર્ણ રીતે જીવવા માટે સક્ષમ બનાવે છે.

મૌખિક સહિષ્ણુતા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે સંપૂર્ણપણે સમજી શકાયું નથી, પરંતુ એવું માનવામાં આવે છે કે તેમાં નીચેની પદ્ધતિઓ શામેલ છે :

- **આંતરડાના ઉપકલા કોષો (Intestinal Epithelial Cells - IECs) :** IECs આંતરડાની આંતરિક સપાટીને આવરી લે છે અને ભોજનમાંના એન્ટિજેન્સ અને રોગપ્રતિકારક કોષો વચ્ચે ભૌતિક અવરોધ બનાવે છે. IECs એન્ટિજેન્સને શોષી શકે છે અને તેમને પ્રક્રિયા કરીને નીચે આવેલા રોગપ્રતિકારક કોષો સમક્ષ રજૂ કરી શકે છે.
- **ડેન્ડ્રિટિક કોષો (Dendritic Cells - DCs) :** આંતરડામાં વિશિષ્ટ પ્રકારના DCs હોય છે જે એન્ટિજેન્સને પકડી શકે છે અને તેમને આંતરડાના લસિકા ગાંઠોમાં લઈ જઈ શકે છે. MLNsમાં, DCs એન્ટિજેન્સને 'T' કોષો સમક્ષ રજૂ કરે છે અને મૌખિક સહિષ્ણુતા પ્રેરિત કરવામાં મદદ કરે છે.
- **નિયામક 'T' કોષો (Regulatory T Cells - Tregs) :** મૌખિક સહિષ્ણુતા પ્રેરિત કરવામાં Tregs મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. એવું માનવામાં આવે છે કે આંતરડાના DCs એન્ટિજેન્સને એવી રીતે રજૂ કરે છે કે જે Tregsના વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે. આ Tregs પછી IL-10 અને TGF-β જેવાં દમનકારી સાયટોકાઇન્સ સ્ત્રાવ કરીને અન્ય 'T' કોષોની પ્રતિક્રિયાઓને દબાવે છે.
- **એનર્જી અને વિલોપન (Anergy and Deletion) :** મૌખિક સહિષ્ણુતા એન્ટિજેન-પ્રતિભાવ આપતા 'T' કોષોમાં એનર્જી (નિષ્ક્રિયતા) પ્રેરિત કરીને અથવા તેમને કાઢી નાખીને (વિલોપન) પણ કાર્ય કરી શકે છે.

આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની ભૂમિકા (Role of Gut Microbiota) :

આંતરડાનું માઇક્રોબાયોટા એ સૂક્ષ્મજીવોનો સમૂહ છે જે આપણા આંતરડામાં રહે છે, જેમાં બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ અને અન્ય સૂક્ષ્મજીવોનો સમાવેશ થાય છે. આ સૂક્ષ્મજીવો જેમાંથી મોટાભાગના બેક્ટેરિયા છે, તે આપણા સ્વાસ્થ્યમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, જેમાં પાચનમાં મદદ કરવા, વિટામિન્સનું ઉત્પાદન કરવા, રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો સામે રક્ષણ આપવા અને રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિકાસ અને કાર્યને પ્રભાવિત કરવાનો સમાવેશ થાય છે.

તાજેતરના સંશોધનો સૂચવે છે કે આંતરડાનું માઇક્રોબાયોટા મૌખિક સહિષ્ણુતા અને ઓટોઇમ્યુનિટીના નિયમન પર નોંધપાત્ર અસર કરે છે :

- **માઇક્રોબાયોટાની વિવિધતા (Microbiota Diversity) :** તંદુરસ્ત આંતરડાના માઇક્રોબાયોટામાં સૂક્ષ્મજીવોની વિશાળ વિવિધતા હોય છે. આ વિવિધતા રોગપ્રતિકારક શક્તિના યોગ્ય વિકાસ અને કાર્ય માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. માઇક્રોબાયોટાની વિવિધતામાં ઘટાડો ઓટોઇમ્યુન રોગો અને એલર્જી થવાનું જોખમ વધારી શકે છે.

- **ટૂંકા શૃંખલાવાળા ફેટી એસિડ્સ (Short-Chain Fatty Acids - SCFAs) :** આંતરડાના બેક્ટેરિયા આહારના રેસાનું આથવણ કરીને SCFAs, જેમ કે બ્યુટિરેટ, એસિટેટ અને પ્રોપિયોનેટ ઉત્પન્ન કરે છે. SCFAsમાં બળતરા વિરોધી ગુણધર્મો હોય છે અને તે Tregsના વિકાસ અને કાર્યને પ્રોત્સાહન આપી શકે છે.

- **માઇક્રોબાયોટા અને Tregs વચ્ચેનો સંવાદ (Crosstalk between Microbiota and Tregs) :** આંતરડાના બેક્ટેરિયા અને Tregs વચ્ચે દ્વિ-દિશ સંવાદ હોય છે. બેક્ટેરિયા Tregsના વિકાસ અને કાર્યને પ્રભાવિત કરી શકે છે, જ્યારે Tregs આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની રચના અને કાર્યને પ્રભાવિત કરી શકે છે.

- **ડિસબાયોસિસ (Dysbiosis) :** આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની રચના અને કાર્યમાં અસંતુલન જેને ડિસબાયોસિસ કહેવાય છે, તે ઓટોઇમ્યુન રોગો, એલર્જી અને અન્ય બળતરા સંબંધી રોગો સાથે સંકળાયેલું છે. ડિસબાયોસિસ મૌખિક સહિષ્ણુતાને નબળી પાડી શકે છે અને ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયાઓને ઉત્તેજિત કરી શકે છે.

આમ, મૌખિક સહિષ્ણુતા અને આંતરડાનું માઇક્રોબાયોટા પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા જાળવવા અને ઓટોઇમ્યુનિટીને રોકવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આંતરડાનું માઇક્રોબાયોટા રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિકાસ અને કાર્યને પ્રભાવિત કરે છે, તંદુરસ્ત આંતરડાનું માઇક્રોબાયોટા જાળવવું, જેમાં સૂક્ષ્મજીવોની વિશાળ વિવિધતા હોય અને જે SCFAs ઉત્પન્ન કરે, તે મૌખિક સહિષ્ણુતાને પ્રોત્સાહન આપવા અને ઓટોઇમ્યુન રોગો થવાનું જોખમ ઘટાડવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

આપણે જોયું કે કેવી રીતે મૌખિક સહિષ્ણુતા અને આંતરડાનું માઇક્રોબાયોટા પ્રતિકારક સહિષ્ણુતામાં ફાળો આપે છે. હવે આપણે 'પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળો'નો અભ્યાસ કરીશું, જ્યાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓ વિશિષ્ટ રીતે નિયંત્રિત થાય છે.

7.7. પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળ (Immune Privileged Sites) :

અત્યાર સુધી આપણે પ્રતિકારક સહિષ્ણુતાના વિવિધ પાસાઓ અને તેને જાળવવા માટેની પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો. હવે આપણે 'પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળ તરીકે ઓળખાતા શરીરના વિશિષ્ટ સ્થાનો પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જ્યાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓ સામાન્ય કરતાં જુદી રીતે નિયંત્રિત થાય છે.

પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળ એ શરીરના એવા ભાગો છે જ્યાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓ મર્યાદિત અથવા દબાયેલી હોય છે, જેથી તે સ્થાનોમાં નાજૂક પેશીઓને બળતરા અને નુકસાનથી

બચાવી શકાય. આ સ્થળોમાં મગજ, આંખો, વૃષણ, ગર્ભાશય (ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન) અને ગર્ભનો સમાવેશ થાય છે.

પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળોની લાક્ષણિકતાઓ (Characteristics of Immune Privileged Sites) :

આ સ્થળોને પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત બનાવે છે તેવા લક્ષણો નીચે મુજબ છે :

- **ભૌતિક અવરોધો (Physical Barriers) :**
    - **રક્ત-મગજ અવરોધ (Blood-Brain Barrier - BBB) :** મગજમાં BBB રુધિરવાહિનીઓની આસપાસ ચુસ્ત જોડાણો ધરાવતા એન્ડોથેલિયલ કોષોનો એક સ્તર છે જે મોટાભાગના રોગપ્રતિકારક કોષો અને અણુઓને મગજની પેશીઓમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે.
    - **રક્ત-રેટિના અવરોધ (Blood-Retinal Barrier - BRB) :** આંખમાં BRB રેટિનાના રુધિરકેશિકાઓના એન્ડોથેલિયલ કોષો અને રેટિનાના પિગમેન્ટ એપિથેલિયમ (RPE) દ્વારા રચાય છે, જે રોગપ્રતિકારક કોષો અને અણુઓને રેટિનામાં પ્રવેશતાં અટકાવે છે.
    - **રક્ત-વૃષણ અવરોધ (Blood-Testis Barrier - BTB) :** વૃષણમાં BTB સેરટોલી કોષો વચ્ચેના ચુસ્ત જોડાણો દ્વારા રચાય છે, જે શુક્રાણુઓને રોગપ્રતિકારક કોષોથી અલગ રાખે છે.
- **રોગપ્રતિકારક કોષોની ગેરહાજરી અથવા ઓછા પ્રમાણમાં હાજરી (Absence or Reduced Presence of Immune Cells) :** પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળોમાં સામાન્ય રીતે નિષ્ક્રિય 'T' કોષો અને 'B' કોષો ઓછા હોય છે, અને કેટલાંક સ્થળોમાં જેમ કે આંખના અગ્રવર્તી ખંડ, લસિકા વાહિનીઓ પણ હોતી નથી, જે રોગપ્રતિકારક કોષોના સ્થળાંતરને મર્યાદિત કરે છે.
- **દમનકારી અણુઓની હાજરી (Presence of Immunosuppressive Molecules) :** પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળોમાં કોષો ઘણીવાર દમનકારી અણુઓ, જેમ કે TGF-β, IL-10 અને FasL, સ્ત્રાવ કરે છે, જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓને દબાવવામાં મદદ કરે છે.
- **MHC અણુઓની ઓછી અભિવ્યક્તિ (Low Expression of MHC Molecules) :** પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળોના કોષો ઘણીવાર MHC વર્ગ I અને II અણુઓ ઓછા પ્રમાણમાં વ્યક્ત કરે છે, જેનાથી 'T' કોષો દ્વારા એન્ટિજેનની ઓળખ ઘટે છે.
- **કોમ્પ્લીમેન્ટ સિસ્ટમનું નિયંત્રણ (Regulation of Complement System) :** પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળોમાં કોમ્પ્લીમેન્ટ સિસ્ટમ, જે બળતરામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, તેને ચુસ્ત રીતે નિયંત્રિત કરવામાં આવે છે.

પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકારનું મહત્ત્વ (Importance of Immune Privilege) :

પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકાર નીચેના કારણોસર મહત્ત્વપૂર્ણ છે :

- **નાજૂક પેશીઓનું રક્ષણ (Protection of Delicate Tissues) :** મગજ, આંખો અને પ્રજનન અંગો જેવી નાજૂક પેશીઓ બળતરા અને રોગપ્રતિકારક હુમલા પ્રત્યે ખૂબ સંવેદનશીલ હોય છે. પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકાર આ પેશીઓને નુકસાન થતું અટકાવે છે અને તેના યોગ્ય કાર્યને જાળવવામાં મદદ કરે છે.
- **ગર્ભની સ્વીકૃતિ (Fetal Acceptance) :** ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન ગર્ભને 'અર્ધ-અજાણ્યો' ગણવામાં આવે છે કારણ કે તેમાં પિતાના એન્ટિજેન્સ હોય છે. ગર્ભાશય અને ગર્ભ પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળો બની જાય છે, જે માતાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને ગર્ભ પર હુમલો કરતા અટકાવે છે.
- **ચેપ સામે સંવેદનશીલતા (Susceptibility to Infections) :** પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકારનો નકારાત્મક પાસુ એ છે કે તે આ સ્થળોને અમુક ચેપ પ્રત્યે વધુ સંવેદનશીલ બનાવી શકે છે. કારણ કે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓ દબાયેલી હોય છે, તેથી રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો સરળતાથી પ્રવેશી શકે છે અને ચેપ લગાડી શકે છે.

પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકાર અને રોગો (Immune Privilege and Diseases) :

પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકારની જાળવણીમાં ખલેલ વિવિધ રોગો તરફ દોરી શકે છે :

- **ઓટોઇમ્યુન રોગો (Autoimmune Diseases) :** જો પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકાર તૂટી જાય તો રોગપ્રતિકારક કોષો પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળોમાં પ્રવેશી શકે છે અને 'આત્મ' એન્ટિજેન્સ પર હુમલો કરી શકે છે, જેનાથી ઓટોઇમ્યુન રોગો થઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, મલ્ટિપલ સ્ક્લેરોસિસ (MS)માં રોગપ્રતિકારક કોષો મગજમાં પ્રવેશે છે અને માયલિન આવરણ (myelin sheath) પર હુમલો કરે છે, જ્યારે યુવેઆઇટિસ (uveitis)માં રોગપ્રતિકારક કોષો આંખના યુવિયા (uvea) પર હુમલો કરે છે.
- **કેન્સર (Cancer) :** કેન્સરના કોષો ઘણીવાર પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળોમાં છૂપાઈ શકે છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચી શકે છે.
- **પ્રત્યારોપણ અસ્વીકાર (Transplant Rejection) :** પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળોમાં પ્રત્યારોપણ કરાયેલા અંગોને શરૂઆતમાં રોગપ્રતિકારક હુમલાથી થોડું રક્ષણ મળી શકે છે, પરંતુ લાંબાગાળે પ્રત્યારોપણ અસ્વીકાર હજી પણ થઈ શકે છે.

પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળો એ શરીરના વિશિષ્ટ ભાગો છે જ્યાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓ ચુસ્ત રીતે નિયંત્રિત થાય છે. આ સ્થળો નાજૂક પેશીઓને બળતરા અને નુકસાનથી બચાવવા અને ગર્ભ જેવી 'અજાણી' પેશીઓ પ્રત્યે સહિષ્ણુતા જાળવવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકારની જાળવણીમાં ખલેલ વિવિધ રોગો તરફ દોરી શકે છે.

7.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે પ્રતિકારક શક્તિના એક મહત્ત્વપૂર્ણ પાસાની એટલે કે, પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા એ પ્રક્રિયા છે જેના દ્વારા આપણું શરીર પોતાના કોષો અને હાનિરહિત પદાર્થોને 'મિત્ર' તરીકે ઓળખે છે અને તેની સામે લડવાનું બંધ કરે છે. આ પ્રક્રિયા ઓટોઇમ્યુન બીમારીઓને રોકવા માટે અત્યંત આવશ્યક છે.

આપણે જોયું કે, પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા મુખ્યત્વે બે રીતે કાર્ય કરે છે : કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા અને પરિધીય સહિષ્ણુતા. કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા થાઇમસ અને અસ્થિ મજ્જામાં 'T' અને 'B' કોષોના શિક્ષણ દ્વારા થાય છે, જ્યાં 'આત્મ' - પ્રતિક્રિયાશીલ કોષોને દૂર કરવામાં આવે છે. પરિધીય સહિષ્ણુતા 'એનર્જી', 'વિલોપન' અને 'પ્રતિરક્ષાત્મક અજ્ઞાનતા' જેવી પદ્ધતિઓ દ્વારા પેરિફેરલ પેશીઓમાં 'આત્મ'-પ્રતિક્રિયાશીલ કોષોને નિયંત્રણમાં રાખે છે.

નિયામક 'T' કોષો (Regulatory T Cells - Tregs) આ પ્રક્રિયામાં 'શાંતિ રક્ષકો' તરીકે મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓને નિયંત્રિત કરે છે અને અતિશય સક્રિયતા અટકાવે છે. જ્યારે આ સહિષ્ણુતા તૂટી જાય છે, ત્યારે ઓટોઇમ્યુનિટી નામની સ્થિતિ ઉદ્ભવે છે, જ્યાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ ભૂલથી પોતાના શરીર પર હુમલો કરે છે. ઓટોઇમ્યુનિટી આનુવંશિક, પર્યાવરણીય અને હોર્મોનલ પરિબળોના સંયોજનનું પરિણામ હોઈ શકે છે.

આપણે મૌખિક સહિષ્ણુતા અને આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની ભૂમિકા પણ જોઈ, જે પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા જાળવવા અને ઓટોઇમ્યુનિટીને રોકવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ છે. અંતે, આપણે 'પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળો' જેમ કે મગજ, આંખો અને વૃષણનો અભ્યાસ કર્યો, જ્યાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓ વિશિષ્ટ રીતે નિયંત્રિત થાય છે જેથી નાજૂક પેશીઓને બળતરા અને નુકસાનથી બચાવી શકાય.

આમ, પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા એ એક જટિલ અને ગતિશીલ પ્રક્રિયા છે જે આપણા આરોગ્ય અને કલ્યાણ માટે અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે. આ પ્રક્રિયાને સમજવાથી આપણને ઓટોઇમ્યુન રોગો અને અન્ય રોગપ્રતિકારક સંબંધિત સ્થિતિઓને વધુ સારી રીતે સમજવામાં અને તેની સારવાર વિકસાવવામાં મદદ મળી શકે છે.

7.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. પ્રતિકારક સહિષ્ણુતા એટલે શું?
   a) શરીરની રોગો સામે લડવાની ક્ષમતા
   b) શરીરની 'આત્મ' અને 'અનાત્મ' વચ્ચે ભેદ પારખવાની ક્ષમતા
   c) શરીરની એલર્જન પ્રત્યે પ્રતિક્રિયા
   d) શરીરની રસી પ્રત્યે પ્રતિક્રિયા

2. કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા ક્યાં થાય છે?
   a) થાઇમસ અને અસ્થિ મજ્જા   b) લસિકા ગાંઠો
   c) બરોળ   d) યકૃત
3. પરિધીય સહિષ્ણુતાની મુખ્ય પદ્ધતિ કઈ છે?
   a) એન્ટિબોડી ઉત્પાદન   b) બળતરા
   c) એનર્જી, વિલોપન અને પ્રતિરક્ષાત્મક અજ્ઞાનતા   d) ફેગોસાયટોસિસ
4. નિયામક 'T' કોષો (Tregs)નું મુખ્ય કાર્ય શું છે?
   a) એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન   b) રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓનું દમન
   c) એન્ટિજેન્સ રજૂ કરવું   d) બેક્ટેરિયાનો નાશ કરવો
5. ઓટોઇમ્યુનિટી ક્યારે થાય છે?
   a) જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ 'અનાત્મ' પર હુમલો કરે છે
   b) જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ 'આત્મ' પર હુમલો કરે છે
   c) જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી પડી જાય છે
   d) જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ અતિશય સક્રિય થાય છે
6. મૌખિક સહિષ્ણુતામાં કયા કોષો મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે?
   a) ન્યુટ્રોફિલ્સ   b) બેસોફિલ્સ
   c) આંતરડાના ઉપકલા કોષો અને ડેન્ડ્રિટિક કોષો   d) ઇઓસિનોફિલ્સ
7. આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાનું મુખ્ય કાર્ય શું છે?
   a) પાચનમાં મદદ કરે છે, વિટામિન્સનું ઉત્પાદન કરે છે, રોગકારક સૂક્ષ્મ જીવો સામે રક્ષણ આપે છે
   b) રક્ત ગાળણ
   c) હોર્મોન્સનું ઉત્પાદન
   d) ઓક્સિજનનું પરિવહન
8. પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળ ક્યાં જોવા મળે છે?
   a) ત્વચા   b) ફેફસા
   c) મગજ, આંખો, વૃષણ   d) હાડકાં
9. પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળો શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે?
   a) ચેપ સામે રક્ષણ માટે   b) નાજુક પેશીઓને બળતરા અને નુકસાનથી બચાવવા
   c) રક્ત ગાળણ માટે   d) હોર્મોન્સના ઉત્પાદન માટે
10. ડિસબાયોસિસ શું છે?
   a) આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની રચના અને કાર્યમાં અસંતુલન
   b) આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની ગેરહાજરી
   c) આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની વધુ પડતી વૃદ્ધિ
   d) આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાનું સ્થળાંતર

જવાબો : 1-b, 2-a, 3-c, 4-b, 5-b, 6-c, 7-a, 8-c, 9-b, 10-a

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. પ્રતિકારક સહિષ્ણુતાના બે મુખ્ય પ્રકાર શું છે?
2. થાઇમસમાં 'T' કોષોની પસંદગી કેવી રીતે થાય છે?
3. એનર્જી એટલે શું?
4. પ્રતિરક્ષાત્મક અજ્ઞાનતા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
5. Foxp3 શું છે?
6. ઓટોઇમ્યુન રોગોના ઉદાહરણ આપો.
7. મોલેક્યુલર મિમિક્રી એટલે શું?
8. SCFAs શું છે?
9. રક્ત-મગજ અવરોધ શું છે?
10. પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળોમાં કયા દમનકારી અણુઓ હાજર હોય છે?

લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. કેન્દ્રીય સહિષ્ણુતા અને પરિધીય સહિષ્ણુતા વચ્ચેનો તફાવત સમજાવો.
2. નિયામક 'T' કોષો કેવી રીતે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓને દબાવે છે તેનું વર્ણન કરો.
3. ઓટોઇમ્યુનિટી થવાના કારણો અને પરિણામોની ચર્ચા કરો.
4. મૌખિક સહિષ્ણુતા કેવી રીતે પ્રેરિત થાય છે અને આંતરડાના માઇક્રોબાયોટા તેમાં કેવી ભૂમિકા ભજવે છે તેનું વર્ણન કરો.
5. પ્રતિરક્ષા-વિશેષાધિકૃત સ્થળો શું છે, તેમની લાક્ષણિકતાઓ શું છે અને તે શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે તે સમજાવો.

અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓ (Hypersensitivity Reactions)

8

8.1 પ્રસ્તાવના

8.2 અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓનું વર્ગીકરણ : ટાઇપ I, II, III, IV

8.3 ટાઇપ I અતિસંવેદનશીલતા : એલર્જી અને એટોપી

8.4 ટાઇપ II અતિસંવેદનશીલતા : એન્ટિબોડી - મધ્યસ્થી સાયટોટોક્સિસિટી

8.5 ટાઇપ III અતિસંવેદનશીલતા : ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ - મધ્યસ્થી રોગો

8.6 ટાઇપ IV અતિસંવેદનશીલતા : વિલંબિત-પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા

8.7 અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓનું નિદાન અને સારવાર

8.8 સારાંશ

8.9 સ્વાધ્યાય

8.1. પ્રસ્તાવના

માનવ શરીર એક અદ્ભુત અને જટિલ તંત્ર છે, જે સતત બહારના હુમલાઓ સામે રક્ષણ આપે છે. આ રક્ષણ પદ્ધતિ જેને આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિ કહીએ છીએ, તે આપણને અનેક રોગોથી બચાવે છે. પરંતુ કેટલીક વાર આ જ રોગપ્રતિકારક શક્તિ અતિશય સક્રિય બનીને શરીરને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે. આ અતિશય સક્રિય પ્રતિક્રિયાઓને અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓ કહેવામાં આવે છે.

આ પ્રતિક્રિયાઓ વિવિધ પ્રકારના ઉત્તેજકો દ્વારા ઉદ્ભવી શકે છે, જેમાં ખોરાક, દવાઓ, ધૂળ, પરાગ, પ્રાણીઓના વાળ અને જંતુઓના ડંખનો સમાવેશ થાય છે. આ ઉત્તેજકો સામાન્ય રીતે શરીર માટે હાનિકારક હોતા નથી, પરંતુ કેટલાંક લોકોમાં તે અસાધારણ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા પેદા કરી શકે છે. આ પ્રતિક્રિયાઓના લક્ષણો હળવાથી લઇને જીવલેણ પણ હોઈ શકે છે અને તેમાં ચામડી પર ફોલ્લીઓ, ખંજવાળ, શ્વાસ લેવામાં તકલીફ, પેટમાં દુખાવો, ઉલટી અને આંચકીનો સમાવેશ થાય છે.

આ એકમમાં આપણે અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓના ઊંડાણમાં ઉતરીશું. સૌ પ્રથમ આપણે આ પ્રતિક્રિયાઓના ચાર મુખ્ય પ્રકારો (ટાઇપ I, II, III, અને IV) અને તેના વિશિષ્ટ

લક્ષણોનો અભ્યાસ કરીશું. ત્યારબાદ આપણે દરેક પ્રકારની પ્રતિક્રિયાના ઉદાહરણો જેમ કે એલર્જી, એટોપી, એન્ટિબોડી - મધ્યસ્થી સાયટોટોક્સિસિટી, ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ-મધ્યસ્થી રોગો અને વિલંબિત-પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું. અંતે, આપણે આ પ્રતિક્રિયાઓના નિદાન અને સારવારની વિવિધ પદ્ધતિઓ પર પ્રકાશ પાડીશું. અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓની જટિલ દુનિયામાં તમને માર્ગદર્શન આપવાનો છે, અને આ પ્રતિક્રિયાઓને કારણે થતી અગવડતા અને જોખમોને ઘટાડવામાં મદદ કરવાનો છે. ચાલો, આપણે આ મહત્ત્વપૂર્ણ વિષયના ઊંડાણમાં ઉતરીએ અને શરીરની આ અતિશય પ્રતિક્રિયાઓ વિશે વધુ શીખીએ.

પરિચય :

અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓ એવી અયોગ્ય અને હાનિકારક રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓ છે જે શરીરના સામાન્ય કોષોને નુકસાન પહોંચાડે છે. આ પ્રતિક્રિયાઓ શરીર દ્વારા બાહ્ય એન્ટિજેન (જેમ કે ખોરાક, પરાગ, દવાઓ વગેરે)ના સંપર્કમાં આવે ત્યારે થાય છે, જે મોટાભાગના લોકોમાં કોઈ પ્રતિક્રિયા પેદા કરતી નથી.

અતિસંવેદનશીલતા શબ્દ સૌપ્રથમ વાર 1906માં ક્લેમેન્સ વોન પિરકેટ અને બેલા શિક નામના વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા વાપરવામાં આવ્યો હતો. તેઓએ ડિપ્થેરિયા એન્ટિટોક્સિનના બીજા ઈન્જેક્શન પછી કેટલાંક દર્દીઓમાં ગંભીર પ્રતિક્રિયાઓનું અવલોકન કર્યું. તેમણે આ ઘટનાને **'એલર્જી'** નામ આપ્યું.

અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓના સંશોધનમાં ઘણા વૈજ્ઞાનિકોએ મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું છે. જે નીચે મુજબ છે :

- **ક્લેમેન્સ વોન પિરકેટ અને બેલા શિક :** 'એલર્જી' શબ્દ આપ્યો અને અતિસંવેદનશીલતાના પ્રારંભિક અભ્યાસનું નેતૃત્વ કર્યું.
- **ફિલિપ ગેલ્લ અને રોબિન કૂમ્બ્સ :** 1963માં અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓનું વર્ગીકરણ વિકસાવ્યું જે આજે પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. તેમણે આ પ્રતિક્રિયાઓને ચાર મુખ્ય પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી : પ્રકાર I, II, III અને IV.
- **કિમિશિગે ઇશિઝાકા અને તેરુકો ઇશિઝાકા :** 1966માં IgE એન્ટિબોડીની શોધ કરી, જે પ્રકાર I અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓમાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે.
- **બેરુજ બેનાસેરાફ, બાર્બરા બેન એસેરાફ અને જીન ડોસેટ :** રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવમાં મુખ્ય હિસ્ટોકોમ્પ્ટીબિલીટી કોમ્પ્લેક્સ (MHC)ની ભૂમિકા પર સંશોધન માટે 1980માં ફિઝિયોલોજી અથવા મેડિસિનમાં નોબેલ પુરસ્કાર જીત્યો.

આ વૈજ્ઞાનિકો અને બીજા ઘણા લોકોના સંશોધન દ્વારા અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓની સમજણમાં ઘણો વધારો થયો છે. આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ એલર્જી અને અન્ય અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓના નિદાન અને સારવાર માટે કરવામાં આવે છે.

8.2. અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓનું વર્ગીકરણ : ટાઇપ I, II, III, IV

આપણે પ્રસ્તાવનામાં જોયું અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓ એ શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિની અતિશય અને નુકસાનકારક પ્રતિક્રિયાઓ છે જે સામાન્ય રીતે હાનિકારક ન હોય તેવા ઉત્તેજકો પ્રત્યે થાય છે. આ પ્રતિક્રિયાઓને તેમના અંતર્ગત રોગપ્રતિકારક તંત્રના આધારે ચાર મુખ્ય પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે : ટાઇપ I, II, III, અને IV આ પ્રકારોને સમજવાથી આપણને વિવિધ અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓના કારણો અને લક્ષણોને વધુ સારી રીતે સમજી શકીશું.

(Type I Hypersensitivity) :

આ પ્રકારની પ્રતિક્રિયા સૌથી સામાન્ય છે અને તેને તાત્કાલિક પ્રતિક્રિયા તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. આ પ્રતિક્રિયાઓ એલર્જનના સંપર્કમાં આવ્યાના થોડી મિનિટોમાં જ ઉદ્ભવે છે. ટાઇપ I પ્રતિક્રિયામાં IgE એન્ટિબોડીઝ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. જ્યારે એલર્જન શરીરમાં પ્રવેશે છે, ત્યારે તે IgE એન્ટિબોડીઝ સાથે જોડાય છે જે માસ્ટ કોશિકાઓ અને બેસોફિલ્સ નામના કોષોની સપાટી પર સ્થિત હોય છે. આ જોડાણ આ કોષોને હિસ્ટામાઇન અને અન્ય રસાયણો મુક્ત કરવા માટે ઉત્તેજિત કરે છે, જે એલર્જીના લક્ષણોનું કારણ બને છે. ટાઇપ I પ્રતિક્રિયાઓના ઉદાહરણોમાં એલર્જિક નાસિકા પ્રદાહ (પરાગ જવર), ખાધ એલર્જી અને એનાફિલેક્સિસનો સમાવેશ થાય છે.

(Type II Hypersensitivity) :

આ પ્રકારની પ્રતિક્રિયાને એન્ટિબોડી-મધ્યસ્થી સાયટોટોક્સિસિટી તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. આ પ્રતિક્રિયાઓમાં IgG અને IgM એન્ટિબોડીઝ શરીરના પોતાના કોષો અથવા પેશીઓ પરના એન્ટિજેન્સ સાથે જોડાય છે. આ જોડાણ કોષોના વિનાશ તરફ દોરી જાય છે, જે કોમ્પ્લિમેન્ટ સિસ્ટમના સક્રિયકરણ અથવા એન્ટિબોડી-આધારિત સેલ્યુલર સાયટોટોક્સિસિટી (ADCC) નામની પ્રક્રિયા દ્વારા થાય છે. ટાઇપ II પ્રતિક્રિયાઓના ઉદાહરણોમાં રક્ત તબદિલી પ્રતિક્રિયાઓ નવજાત શિશુના હિમોલિટીક રોગ અને કેટલીક સ્વયંપ્રતિરક્ષા બિમારીઓનો સમાવેશ થાય છે.

(Type III Hypersensitivity) :

આ પ્રકારની પ્રતિક્રિયાને ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ-મધ્યસ્થી પ્રતિક્રિયા તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. આ પ્રતિક્રિયાઓમાં એન્ટિજેન્સ અને એન્ટિબોડીઝ વચ્ચેના સંકુલ (ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ) રચાય છે. સામાન્ય રીતે આ સંકુલ શરીર દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે, પરંતુ જ્યારે તે મોટા પ્રમાણમાં રચાય છે અથવા અસરકારક રીતે દૂર કરવામાં આવતા નથી, ત્યારે તે પેશીઓમાં જમા થઈ શકે છે અને બળતરા પેદા કરી શકે છે. ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓના ઉદાહરણોમાં સીરમ સિકનેસ, પ્રતિક્રિયાશીલ સંધિવા અને પ્રણાલીગત લ્યુપસ એરિથેમેટોસસ (SLE)નો સમાવેશ થાય છે.

(Type IV Hypersensitivity) :

આ પ્રકારની પ્રતિક્રિયાને વિલંબિત-પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. આ પ્રતિક્રિયાઓ T કોશિકાઓ દ્વારા મધ્યસ્થી કરવામાં આવે છે અને એલર્જનના સંપર્કમાં આવ્યાના 24 થી 72 કલાક પછી ઉદ્ભવે છે. જ્યારે T કોશિકાઓ એલર્જનના સંપર્કમાં આવે છે, ત્યારે તે સક્રિય

થાય છે અને સાયટોકાઇન્સ નામના રસાયણો મુક્ત કરે છે. આ સાયટોકાઇન્સ બળતરા પેદા કરે છે અને મેક્રોફેજ નામના અન્ય કોષોને સક્રિય કરે છે, જે પેશીઓને નુકસાન પહોંચાડે છે. ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયાઓના ઉદાહરણોમાં સંપર્ક ત્વચાનો સોજો (જેમ કે ઝેર આઇવી અથવા ધાતુની એલર્જીને કારણે), ટ્યુબરક્યુલિન ત્વચા પરીક્ષણ પ્રતિક્રિયા અને ક્રોહન રોગનો સમાવેશ થાય છે.

આપણે જોયું કે, અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓનું વર્ગીકરણ કેવી રીતે તેમની અંતર્ગત રોગપ્રતિકારક પ્રક્રિયાઓ પર આધારિત છે. ટાઇપ I પ્રતિક્રિયાઓ IgE એન્ટિબોડીઝ દ્વારા મધ્યસ્થી કરવામાં આવે છે, ટાઇપ II પ્રતિક્રિયાઓ IgG અને IgM એન્ટિબોડીઝ દ્વારા, ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓ ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ દ્વારા અને ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયાઓ T કોશિકાઓ દ્વારા મધ્યસ્થી કરવામાં આવે છે. દરેક પ્રકારની પ્રતિક્રિયાના વિશિષ્ટ લક્ષણો અને ઉદાહરણો પણ આપણે જોયા.

8.3. ટાઇપ I અતિસંવેદનશીલતા (Type I Hypersensitivity : Allergy and Atopy) :

ટાઇપ I અતિસંવેદનશીલતા જેને તાત્કાલિક અતિસંવેદનશીલતા તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, એ એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓનો સૌથી સામાન્ય પ્રકાર છે. આ પ્રતિક્રિયાઓ એલર્જનના સંપર્કમાં આવ્યાની મિનિટોમાં જ શરૂ થાય છે અને તે IgE એન્ટિબોડીઝ, માસ્ટ કોષો અને બેસોફિલ્સ દ્વારા મધ્યસ્થી કરવામાં આવે છે.

એલર્જી અને એટોપી વચ્ચેનો તફાવત :

- **એલર્જી :** કોઈપણ ટાઇપ I અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાને સૂચવે છે.
- **એટોપી :** IgE-મધ્યસ્થી એલર્જીક રોગો જેમ કે એલર્જિક રાઇનાઇટિસ, અસ્થમા અને એટોપિક ત્વચાકોપ (એક્ઝિમા) થવાની આનુવંશિક પ્રવૃત્તિ દર્શાવે છે. એટોપિક વ્યક્તિઓમાં એલર્જી થવાની સંભાવના વધુ હોય છે અને તેમના લોહીમાં IgEનું સ્તર ઊંચું હોય છે.

ટાઇપ I પ્રતિક્રિયાની ક્રિયાપ્રણાલી :

ટાઇપ I પ્રતિક્રિયા બે મુખ્ય તબક્કામાં થાય છે :

1. **સંવેદીકરણ (Sensitization) :**
    - પ્રથમ વખત એલર્જનના સંપર્કમાં આવવા પર, શરીર તેને હાનિકારક સમજીને તેની સામે IgE એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે.
    - એન્ટિજન-પ્રસ્તુત કોષો (APCs) જેમ કે ડેન્ડ્રિટિક કોષો એલર્જનને ગ્રહણ કરે છે, પ્રક્રિયા કરે છે અને તેને T હેલ્પર 2 (Th2) કોષોને રજૂ કરે છે.
    - Th2 કોષો સાયટોકાઇન્સ (દા.ત., IL-4, IL-13) મુક્ત કરે છે જે B કોષોને ઉત્તેજિત કરીને એલર્જન-વિશિષ્ટ IgE એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે.

- ઉત્પન્ન થયેલા IgE એન્ટિબોડીઝ માસ્ટ કોષો અને બેસોફિલ્સની સપાટી પરના ઉચ્ચ-સંલગ્નતા IgE રીસેપ્ટર્સ (FcεRI) સાથે જોડાય છે.
- આ તબક્કે, કોઈ લક્ષણો દેખાતા નથી, પરંતુ વ્યક્તિ એલર્જન પ્રત્યે ‘સંવેદનશીલ’ બને છે.

2. **અસરકારક પ્રતિક્રિયા (Effector Response) :**
   - સંવેદનશીલ વ્યક્તિ જ્યારે ફરીથી એ જ એલર્જનના સંપર્કમાં આવે છે, ત્યારે એલર્જન માસ્ટ કોષો અને બેસોફિલ્સની સપાટી પર પહેલેથી જ જોડાયેલા IgE એન્ટિબોડીઝ સાથે જોડાય છે (ક્રોસ-લિંકિંગ).
   - IgE ક્રોસ-લિંકિંગ માસ્ટ કોષો અને બેસોફિલ્સને સક્રિય કરે છે, જેનાથી તેઓ દાણાદાર (degranulation) પ્રક્રિયા કરે છે.
   - દાણાદાર પ્રક્રિયામાં કોષોની અંદર રહેલા દાણાદાર કોથળીઓ કોષ પટલ સાથે ભળી જાય છે અને તેમના રાસાયણિક મધ્યસ્થીઓ મુક્ત કરે છે.
   - મુક્ત કરાયેલા રાસાયણિક મધ્યસ્થીઓમાં **હિસ્ટામાઇન, લ્યુકોટ્રિએન્સ, પ્રોસ્ટાગ્લાન્ડિન્સ** અને સાયટોકાઇન્સનો સમાવેશ થાય છે.
   - આ મધ્યસ્થીઓ વિવિધ પેશીઓ અને અવયવો પર કાર્ય કરે છે, જેના પરિણામે **રક્તવાહિનીઓનું વિસ્તરણ, રક્તવાહિનીઓની પારદર્શિતામાં વધારો, શ્વસન માર્ગનું સંકોચન અને શ્લેષ્મ સ્ત્રાવમાં વધારો** થાય છે. આ પ્રતિક્રિયાઓ એલર્જીના લાક્ષણિક લક્ષણો તરફ દોરી જાય છે.

સામાન્ય એલર્જન :

- **પરાગ** (ઝાડ, ઘાસ, નીંદણ)
- **ધૂળના જીવાત**
- **પ્રાણીઓના ખોડો** (બિલાડીઓ, કૂતરા)
- **ખોરાક** (મગફળી, દૂધ, ઈંડા, સોયા, ઘઉં, માછલી, શેલફિશ)
- **જંતુના ડંખ** (મધમાખી, ભમરી)
- **દવાઓ** (પેનિસિલિન)
- **લેટેક્સ**

ટાઈપ I પ્રતિક્રિયાઓના સામાન્ય લક્ષણો :

- **ત્વચા :** ખંજવાળ, લાલાશ, ફોલ્લીઓ, સોજો (એન્જીયોએડીમા)

- **શ્વસનતંત્ર :** છીંક, વહેતું નાક, ખરજવું, ગળામાં ખંજવાળ, શ્વાસ લેવામાં તકલીફ, અસ્થમાના હુમલા
- **પાચનતંત્ર :** ઉબકા, ઉલટી, ઝાડા, પેટમાં દુખાવો, પેટમાં ખેંચાણ
- **આંખો :** ખંજવાળ, લાલાશ, આંસુ, સોજો
- **મૌખિક પોલાણ :** હોઠ, જીભ અને ગળામાં સોજો, ખંજવાળ
- **એનાફિલેક્સિસ :** ગંભીર, જીવલેણ પ્રતિક્રિયા જેમાં શ્વાસ લેવામાં તકલીફ, ગળામાં સોજો, બ્લડ પ્રેશરમાં ઘટાડો, ચક્કર આવવા, બેહોશી અને આંચકીનો સમાવેશ થાય છે. તાત્કાલિક તબીબી સારવારની જરૂર હોય છે.

ટાઇપ I પ્રતિક્રિયાઓના ઉદાહરણો :

- **એલર્જિક રાઇનાઇટિસ (પરાગ જવર) :** પરાગ, ધૂળના જીવાત વગેરે દ્વારા થતી નાકની બળતરા.
- **એલર્જિક અસ્થમા :** એલર્જનના કારણે શ્વસન માર્ગમાં બળતરા અને સંકોચન.
- **એટોપિક ત્વચાકોપ (ખરજવું) :** ચામડીની લાલાશ, ખંજવાળ અને સોજા દ્વારા વર્ગીકૃત થયેલ ક્રોનિક ત્વચાની સ્થિતિ.
- **ખાધ એલર્જી :** ખોરાક ખાવાથી થતી પ્રતિક્રિયા જે હળવાથી ગંભીર (એનાફિલેક્સિસ) હોઈ શકે છે.
- **એનાફિલેક્સિસ :** ગંભીર અને જીવલેણ એલર્જીક પ્રતિક્રિયા.

ટાઇપ I અતિસંવેદનશીલતા એ એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓનો સૌથી પ્રચલિત પ્રકાર છે. તેની ક્રિયાપ્રણાલી, સામાન્ય એલર્જન, ચિહ્નો અને ઉદાહરણોને સમજવાથી એલર્જી અને એટોપીનું વધુ સારી રીતે નિદાન અને વ્યવસ્થાપન કરવામાં મદદ મળે છે. આ જ્ઞાન એલર્જી ધરાવતા વ્યક્તિઓને એલર્જન ટાળવા અને યોગ્ય સારવાર મેળવવા માટે સશક્ત બનાવે છે.

8.4. ટાઇપ II અતિસંવેદનશીલતા (Type II Hypersensitivity Antibody-Mediated Cytotoxicity) :

ટાઇપ II અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓમાં IgG અને IgM એન્ટિબોડીઝ શરીરના પોતાના કોષો અથવા બાહ્યકોષીય આધાર પર રહેલા એન્ટિજેન્સ સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે. આ એન્ટિબોડીઝ કોષોને નુકસાન પહોંચાડે છે અથવા તેમના સામાન્ય કાર્યમાં દખલ કરે છે. ટાઇપ I પ્રતિક્રિયાઓથી વિપરીત જે IgE એન્ટિબોડીઝ અને માસ્ટ કોશિકાઓ/બેસોફિલ્સ દ્વારા મધ્યસ્થી કરવામાં આવે છે, ટાઇપ II પ્રતિક્રિયાઓ મુખ્યત્વે કોમ્પ્લિમેન્ટ સિસ્ટમના સક્રિયકરણ અને ફેગોસાયટીક કોષોની ભરતી દ્વારા કોષના વિનાશનું કારણ બને છે.

ટાઇપ II પ્રતિક્રિયાની ક્રિયાપ્રણાલી :

ટાઇપ II પ્રતિક્રિયાઓમાં એન્ટિબોડીઝ લક્ષ્ય કોષો અથવા પેશીઓ પરના એન્ટિજેન્સ સાથે જોડાય છે અને નીચેની પદ્ધતિઓ દ્વારા નુકસાન પહોંચાડે છે :

1. કોમ્પ્લિમેન્ટ-મધ્યસ્થી સાયટોટોક્સિસિટી (Complement-Mediated Cytotoxicity) :

- જ્યારે IgG અથવા IgM એન્ટિબોડીઝ કોષની સપાટી પરના એન્ટિજેન્સ સાથે જોડાય છે, ત્યારે તેઓ કોમ્પ્લિમેન્ટ સિસ્ટમને સક્રિય કરી શકે છે. કોમ્પ્લિમેન્ટ સિસ્ટમ એ રક્ત પ્લાઝ્મામાં રહેલા પ્રોટીનનો સમૂહ છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- કોમ્પ્લિમેન્ટ સક્રિયકરણ મેમ્બ્રેન એટેક કોમ્પ્લેક્સ (MAC)ની રચના તરફ દોરી જાય છે. MAC કોષ પટલમાં છિદ્રો બનાવે છે, જેના કારણે કોષમાં પાણી અને આયનોનો પ્રવાહ થાય છે અને અંતે કોષ ફૂલી જાય છે અને ફાટી જાય છે.

2. એન્ટિબોડી-આધારિત સેલ્યુલર સાયટોટોક્સિસિટી (Antibody-Dependent Cellular Cytotoxicity - ADCC) :

- આ પ્રક્રિયામાં નેચરલ કિલર (NK) કોષો જેવાં ફેગોસાયટીક કોષો એન્ટિબોડીઝના Fc ભાગ સાથે જોડાવા માટે તેમના સપાટી પર Fc રીસેપ્ટર્સ (FcγR) ધરાવે છે.
- જ્યારે કોષો IgG એન્ટિબોડીઝથી આવરી લેવામાં આવે છે, ત્યારે NK કોષો આ એન્ટિબોડીઝના Fc ભાગ સાથે જોડાઈ શકે છે અને લક્ષ્ય કોષનો નાશ કરવા માટે સાયટોટોક્સિક ગ્રેન્યુલ્સ (જેમ કે પરફોરિન અને ગ્રાનઝાઇમ્સ) મુક્ત કરે છે.

3. એન્ટિબોડી-મધ્યસ્થી સેલ્યુલર ડિસફંક્શન (Antibody-Mediated Cellular Dysfunction) :

- કેટલીક વાર એન્ટિબોડીઝ કોષનો નાશ કર્યા વિના તેના કાર્યમાં દખલ કરી શકે છે.
- ઉદાહરણ તરીકે ગ્રેવ્સ રોગમાં એન્ટિબોડીઝ થાઇરોઇડ-સ્ટિમ્યુલેટિંગ હોર્મોન (TSH) રીસેપ્ટરને ઉત્તેજિત કરે છે, જેના કારણે થાઇરોઇડ હોર્મોનનું વધુ પડતું ઉત્પાદન થાય છે.
- માયસ્થેનિયા ગ્રેવિસમાં એન્ટિબોડીઝ એસિટિલકોલાઇન રીસેપ્ટર્સને અવરોધે છે અથવા તેનો નાશ કરે છે, જેના કારણે સ્નાયુઓની નબળાઈ થાય છે.

ટાઇપ II પ્રતિક્રિયાઓના ઉદાહરણો :

- **રક્ત તબદિલી પ્રતિક્રિયાઓ (Transfusion Reactions) :** જ્યારે અસંગત રક્ત પ્રકાર ધરાવતી વ્યક્તિને રક્ત તબદિલી કરવામાં આવે છે, ત્યારે પ્રાપ્તકર્તાના શરીરમાં પહેલેથી જ હાજર રહેલા એન્ટિબોડીઝ દાતાના રક્ત કોશિકાઓ પરના એન્ટિજેન્સ સાથે પ્રતિક્રિયા કરી શકે છે. આ પ્રતિક્રિયા કોમ્પ્લિમેન્ટ-મધ્યસ્થી લાયસિસ દ્વારા લાલ રક્ત કોશિકાઓના

વિનાશનું કારણ બને છે, જેના કારણે તાવ, ઠંડી, પીઠનો દુખાવો અને કિડનીને નુકસાન જેવાં લક્ષણો દેખાય છે.

- **નવજાત શિશુનો હિમોલિટીક રોગ (Hemolytic Disease of the Newborn - HDN) :** જ્યારે Rh-નેગેટિવ માતા Rh-પોઝિટિવ ગર્ભ ધારણ કરે છે, ત્યારે માતાના શરીરમાં ગર્ભના લાલ રક્ત કોશિકાઓ પરના Rh એન્ટિજેન સામે એન્ટિબોડીઝ બની શકે છે. આ એન્ટિબોડીઝ પ્લેસેન્ટાને પાર કરી શકે છે અને ગર્ભના લાલ રક્ત કોશિકાઓનો નાશ કરી શકે છે, જેના કારણે એનિમિયા, કમળો અને ગંભીર કિસ્સાઓમાં ગર્ભ મૃત્યુ થઈ શકે છે.
- **ઓટોઇમ્યુન હિમોલિટીક એનિમિયા (Autoimmune Hemolytic Anemia) :** આ સ્થિતિમાં શરીર પોતાના જ લાલ રક્ત કોશિકાઓ પરના એન્ટિજેન્સ સામે એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે, જેના કારણે લાલ રક્ત કોશિકાઓનો નાશ થાય છે અને એનિમિયા થાય છે.
- **ગુડપાસ્ચર સિન્ડ્રોમ (Goodpasture's Syndrome) :** આ રોગમાં એન્ટિબોડીઝ કિડનીના ગ્લોમેરુલી અને ફેફસાના એલ્વિઓલીના બેઝમેન્ટ મેમ્બ્રેન પરના કોલેજન પ્રકાર IV સામે પ્રતિક્રિયા કરે છે, જેના કારણે કિડની અને ફેફસાને નુકસાન થાય છે.
- **દવા-પ્રેરિત હિમોલિટીક એનિમિયા (Drug-Induced Hemolytic Anemia) :** કેટલીક દવાઓ, જેમ કે પેનિસિલિન, લાલ રક્ત કોશિકાઓની સપાટી સાથે જોડાઈ શકે છે અને હેપ્ટેન્સ તરીકે કાર્ય કરી શકે છે. આ દવા-પ્રોટીન સંકુલ એન્ટિબોડી પ્રતિભાવને ઉત્તેજિત કરી શકે છે, જેના કારણે લાલ રક્ત કોશિકાઓનો નાશ થાય છે.
- **ગ્રેવ્સ રોગ (Graves' Disease) :** આ સ્વયંપ્રતિરક્ષા બિમારીમાં એન્ટિબોડીઝ થાઇરોઇડ-સ્ટિમ્યુલેટિંગ હોર્મોન (TSH) રીસેપ્ટરને ઉત્તેજિત કરે છે, જેના કારણે થાઇરોઇડ ગ્રંથિ વધુ પડતા થાઇરોઇડ હોર્મોન્સ ઉત્પન્ન કરે છે.
- **માયસ્થેનિયા ગ્રેવિસ (Myasthenia Gravis) :** આ સ્વયંપ્રતિરક્ષા બિમારીમાં એન્ટિબોડીઝ ન્યુરોમસ્ક્યુલર જંકશન પર એસિટિલકોલાઇન રીસેપ્ટર્સને અવરોધે છે અથવા તેનો નાશ કરે છે, જેના કારણે સ્નાયુઓની નબળાઈ અને થાક થાય છે.

ટાઇપ II પ્રતિક્રિયાઓનું નિદાન :

ટાઇપ II પ્રતિક્રિયાઓનું નિદાન તબીબી ઇતિહાસ, શારીરિક તપાસ અને પ્રયોગશાળા પરીક્ષણોના સંયોજન પર આધારિત છે. પ્રયોગશાળા પરીક્ષણોમાં શામેલ હોઈ શકે છે :

- **ડાયરેક્ટ કોમ્બ્સ ટેસ્ટ (Direct Coombs Test) :** આ પરીક્ષણ લાલ રક્ત કોશિકાઓની સપાટી પર એન્ટિબોડીઝ અથવા કોમ્પ્લિમેન્ટ પ્રોટીનની હાજરી શોધે છે અને તેનો ઉપયોગ ઓટોઇમ્યુન હિમોલિટીક એનિમિયા અને HDNના નિદાન માટે થાય છે.

- **ઇનડાયરેક્ટ કોમ્બ્સ ટેસ્ટ (Indirect Coombs Test) :** આ પરીક્ષણ દર્દીના સીરમમાં એન્ટિ-RBC એન્ટિબોડીઝ શોધે છે અને તેનો ઉપયોગ રક્ત તબદિલી પહેલાં એન્ટિબોડી સ્ક્રિનિંગ માટે થાય છે.
- **વિશિષ્ટ એન્ટિબોડી પરીક્ષણો :** ચોક્કસ ઓટોએન્ટિબોડીઝને શોધવા માટે વિવિધ પરીક્ષણો ઉપલબ્ધ છે, જેમ કે ગ્રેવ્સ રોગમાં TSH રીસેપ્ટર એન્ટિબોડીઝ અને માયસ્થેનિયા ગ્રેવિસમાં એસિટિલકોલાઇન રીસેપ્ટર એન્ટિબોડીઝ.

ટાઇપ II પ્રતિક્રિયાઓની સારવાર :

ટાઇપ II પ્રતિક્રિયાઓની સારવાર અંતર્ગત કારણ અને પ્રતિક્રિયાની તીવ્રતા પર આધારિત છે. સારવારના વિકલ્પોમાં શામેલ હોઈ શકે છે :

- **દવાઓ બંધ કરવી :** જો પ્રતિક્રિયા દવાને કારણે થતી હોય તો દવા બંધ કરવી જરૂરી છે.
- **કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ :** આ દવાઓ બળતરા ઘટાડવામાં અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવવામાં મદદ કરે છે.
- **ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ :** આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવે છે અને તેનો ઉપયોગ ગંભીર કિસ્સાઓમાં થઈ શકે છે.
- **પ્લાઝ્માફેરેસિસ :** આ પ્રક્રિયા લોહીમાંથી એન્ટિબોડીઝને દૂર કરે છે અને તેનો ઉપયોગ ગંભીર કિસ્સાઓમાં થઈ શકે છે, જેમ કે ગુડપાસ્ચર સિન્ડ્રોમ.
- **સહાયક સંભાળ :** ગંભીર પ્રતિક્રિયાઓ માટે હોસ્પિટલમાં દાખલ થવાની અને સહાયક સંભાળ, જેમ કે રક્ત તબદિલી અને શ્વસન સહાયની જરૂર પડી શકે છે.

આપણે ટાઇપ II અતિસંવેદનશીલતાની વિસ્તૃત ચર્ચા કરી, જેમાં તેની ક્રિયાપ્રણાલી, ઉદાહરણો, નિદાન અને સારવારનો સમાવેશ થાય છે

8.5. ટાઇપ III અતિસંવેદનશીલતા (Type III Hypersensitivity : Immune Complex-Mediated Diseases)

ટાઇપ III અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓ ત્યારે થાય છે જ્યારે એન્ટિજેન-એન્ટિબોડી સંકુલ (ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ) પેશીઓમાં જમા થાય છે અને બળતરા પેદા કરે છે. આ પ્રતિક્રિયાઓમાં એન્ટિજેન અને એન્ટિબોડી (સામાન્ય રીતે IgG) એકબીજા સાથે જોડાઇને મોટા જાળીદાર સંરચનાઓ બનાવે છે જેને ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ કહેવામાં આવે છે. સામાન્ય સંજોગોમાં આ સંકુલ ફેગોસાયટીક કોષો દ્વારા શરીરમાંથી દૂર કરવામાં આવે છે. જો કે, જ્યારે આ સંકુલ મોટા પ્રમાણમાં બને છે અથવા અસરકારક રીતે દૂર કરવામાં આવતા નથી, ત્યારે તે રક્તવાહિનીઓની દિવાલો અને અન્ય પેશીઓમાં જમા થઈ શકે છે અને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.

ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાની ક્રિયાપ્રણાલી :

ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓમાં નીચેના મુખ્ય પગલાં શામેલ છે :

1. ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સની રચના (Formation of Immune Complexes) :

- પ્રથમ એન્ટિજેન શરીરમાં પ્રવેશે છે અને એન્ટિબોડી ઉત્પાદનને ઉત્તેજિત કરે છે.
- પછી, એન્ટિજેન અને એન્ટિબોડી (મુખ્યત્વે IgG, પણ ક્યારેક IgM) એકબીજા સાથે જોડાઈને ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ બનાવે છે.

2. ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સનું જમા થવું (Deposition of Immune Complexes) :

- નાના ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ સામાન્ય રીતે રેટિક્યુલોએન્ડોથેલિયલ સિસ્ટમ (RES) દ્વારા શરીરમાંથી દૂર કરવામાં આવે છે.
- જોકે, મધ્યમ કદના ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ જે મોટા પ્રમાણમાં બને છે અથવા અસરકારક રીતે દૂર કરવામાં આવતા નથી, તે રક્તવાહિનીઓની દિવાલોમાં ખાસ કરીને જ્યાં રક્ત પ્રવાહમાં વધુ અશાંતિ હોય છે, ત્યાં જમા થવાનું વલણ ધરાવે છે.
- આ સ્થાનોમાં કિડનીના ગ્લોમેરુલી, સાંધા, ચામડી અને ફેફસાનો સમાવેશ થાય છે.

3. કોમ્પ્લિમેન્ટ સિસ્ટમનું સક્રિયકરણ (Activation of Complement System) :

- પેશીઓમાં જમા થયેલા ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ કોમ્પ્લિમેન્ટ સિસ્ટમને સક્રિય કરે છે.
- કોમ્પ્લિમેન્ટ સક્રિયકરણ બળતરા મધ્યસ્થીઓ, જેમ કે C3a અને C5a, ઉત્પન્ન કરે છે, જે ન્યુટ્રોફિલ્સ જેવાં બળતરા કોષોને આકર્ષિત કરે છે.
- C5a ન્યુટ્રોફિલ્સને સક્રિય પણ કરે છે, જેના કારણે તેઓ લાઇસોસોમલ ઉત્સેચકો મુક્ત કરે છે.

4. બળતરા અને પેશીઓને નુકસાન (Inflammation and Tissue Damage) :

- આકર્ષિત ન્યુટ્રોફિલ્સ પેશીઓમાં પ્રવેશે છે અને લાઇસોસોમલ ઉત્સેચકો અને રિએક્ટિવ ઓક્સિજન સ્પીસીઝ (ROS) મુક્ત કરે છે, જે પેશીઓને નુકસાન પહોંચાડે છે.
- કોમ્પ્લિમેન્ટ સક્રિયકરણ અને ન્યુટ્રોફિલ્સ દ્વારા થતી બળતરા રક્તવાહિનીઓની પારદર્શિતામાં વધારો, સોજો અને રક્તસ્રાવ તરફ દોરી શકે છે.

ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓના ઉદાહરણો :

ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓ વિવિધ રોગોનું કારણ બની શકે છે, જે ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ જમા થવાના સ્થાન પર આધારિત છે. કેટલાક ઉદાહરણોમાં શામેલ છે :

- **સીરમ સિકનેસ (Serum Sickness) :** આ પ્રતિક્રિયા પ્રાણીના સીરમ (જેમ કે એન્ટિટોક્સિન અથવા એન્ટિવેનિન) ના ઇન્જેક્શન પછી થઈ શકે છે. દર્દીના શરીરમાં પ્રાણીના પ્રોટીન સામે એન્ટિબોડીઝ બને છે અને ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ રચાય છે. આ સંકુલ રક્તવાહિનીઓમાં જમા થઈ શકે છે, જેના કારણે તાવ, સાંધામાં દુખાવો, ફોલ્લીઓ અને કિડનીને નુકસાન જેવાં લક્ષણો દેખાય છે.

- **આર્થસ પ્રતિક્રિયા (Arthus Reaction) :** આ એક સ્થાનિક પ્રતિક્રિયા છે જે એન્ટિજેનના ઇન્જેક્શન પછી ત્વચામાં થાય છે, એવા જ વ્યક્તિના શરીરમાં તે એન્ટિજેન સામે પહેલેથી જ ઉચ્ચ સ્તરના એન્ટિબોડીઝ હોય છે. ઇન્જેક્શન સાઇટ પર ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ રચાય છે અને તીવ્ર બળતરા, સોજો અને પેશીઓના નેક્રોસિસનું કારણ બને છે.

- **પ્રણાલીગત લ્યુપસ એરિથેમેટોસસ (Systemic Lupus Erythematosus - SLE) :** આ એક સ્વયંપ્રતિરક્ષા બિમારી છે જેમાં શરીર પોતાના કોષોના ન્યુક્લિક એસિડ અને પ્રોટીન જેવાં ઘટકો સામે એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે. આ એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજેન્સ સાથે જોડાઈને ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ બનાવે છે જે વિવિધ પેશીઓમાં જમા થઈ શકે છે, જેના કારણે ચામડી, સાંધા, કિડની, રક્તવાહિનીઓ અને અન્ય અવયવોને નુકસાન થાય છે.

- **પોસ્ટ-સ્ટ્રેપ્ટોકોકલ ગ્લોમેરુલોનેફ્રાઇટિસ (Post-streptococcal Glomerulonephritis) :** આ કિડનીની બળતરા સ્ટ્રેપ્ટોકોકસ બેક્ટેરિયાના ચેપ પછી થઈ શકે છે. બેક્ટેરિયલ એન્ટિજેન્સ અને એન્ટિબોડીઝ વચ્ચે રચાયેલા ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ કિડનીના ગ્લોમેરુલીમાં જમા થાય છે, જેના કારણે બળતરા અને કિડનીને નુકસાન થાય છે.

- **રુમેટોઇડ સંધિવા (Rheumatoid Arthritis) :** આ એક દીર્ઘકલીન સ્વયંપ્રતિરક્ષા બિમારી છે જે મુખ્યત્વે સાંધાને અસર કરે છે. સાંધામાં ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ જમા થાય છે, જેના કારણે બળતરા, દુખાવો, સોજો અને સાંધાના કાર્યમાં ઘટાડો થાય છે.

- **પોલિઆર્ટરાઇટિસ નોડોસા (Polyarteritis Nodosa) :** આ એક એવી સ્થિતિ છે જેમાં મધ્યમ કદની ધમનીઓની દિવાલોમાં ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ જમા થાય છે, જેના કારણે ધમનીઓની બળતરા અને નુકસાન થાય છે.

ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓનું નિદાન :

ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓનું નિદાન તબીબી ઇતિહાસ, શારીરિક તપાસ અને પ્રયોગશાળા પરીક્ષણોના સંયોજન પર આધારિત છે. પ્રયોગશાળા પરીક્ષણોમાં શામેલ હોઈ શકે છે :

- **સીરમ કોમ્પ્લિમેન્ટ સ્તર :** ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓમાં કોમ્પ્લિમેન્ટ પ્રોટીનનો ઉપયોગ થતો હોવાથી, C3 અને C4 જેવાં કોમ્પ્લિમેન્ટ ઘટકોનું સ્તર ઘટી શકે છે.

- **ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ શોધ :** રુધિરાભિસરણમાં ફરતા ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સને શોધવા માટે વિવિધ પરીક્ષણો ઉપલબ્ધ છે.

- **પેશી બાયોપ્સી :** અસરગ્રસ્ત પેશીની બાયોપ્સી ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સના જમા થવા અને બળતરાના પુરાવા બતાવી શકે છે.
- **વિશિષ્ટ એન્ટિબોડી પરીક્ષણો :** ચોક્કસ ઓટોએન્ટિબોડીઝને શોધવા માટે વિવિધ પરીક્ષણો ઉપલબ્ધ છે, જેમ કે SLEમાં એન્ટિન્યુક્લિયર એન્ટિબોડીઝ (ANA).

ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓની સારવાર :

ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓની સારવાર અંતર્ગત કારણ અને પ્રતિક્રિયાની તીવ્રતા પર આધારિત છે. સારવારના વિકલ્પોમાં શામેલ હોઈ શકે છે :

- **બળતરા વિરોધી દવાઓ :** નોનસ્ટીરોઇડલ એન્ટી-ઇન્ફ્લેમેટરી ડ્રગ્સ (NSAIDs) અને કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ બળતરા ઘટાડવામાં મદદ કરી શકે છે.
- **ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ :** આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવે છે જેમ કે SLEનો ઉપયોગ ગંભીર કિસ્સાઓમાં થઈ શકે છે.
- **પ્લાઝમાફેરેસિસ :** આ પ્રક્રિયા લોહીમાંથી ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સને દૂર કરે છે જેમ કે ગંભીર સીરમ સિકનેસનો ઉપયોગ ગંભીર કિસ્સાઓમાં થઈ શકે છે.
- **એન્ટિહિસ્ટામાઇન્સ :** આ સીરમ સિકનેસમાં ખંજવાળ અને ફોલ્લીઓ જેવી એલર્જીક પ્રતિક્રિયાના લક્ષણોને દૂર કરવામાં મદદ કરી શકે છે.
- **સહાયક સંભાળ :** પ્રવાહી અને ઇલેક્ટ્રોલાઇટ્સનું સંચાલન ગંભીર પ્રતિક્રિયાઓ માટે હોસ્પિટલમાં દાખલ થવાની અને સહાયક સંભાળની જરૂર પડી શકે છે.

આપણે ટાઇપ III અતિસંવેદનશીલતાની વિસ્તૃત ચર્ચા કરી, જેમાં તેની ક્રિયાપ્રણાલી, ઉદાહરણો, નિદાન અને સારવારનો સમાવેશ થાય છે.

8.6. ટાઇપ IV અતિસંવેદનશીલતા : વિલંબિત-પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા (Type IV Hypersensitivity : Delayed-Type Hypersensitivity)

ટાઇપ IV અતિસંવેદનશીલતા જેને કોષ-મધ્યસ્થી પ્રતિક્રિયા તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, તે અગાઉના ત્રણ પ્રકારોથી અલગ પડે છે કારણ કે તે એન્ટિબોડીઝને બદલે T કોશિકાઓ દ્વારા સંચાલિત થાય છે. આ પ્રતિક્રિયા એન્ટિજેનના સંપર્કમાં આવ્યાના 24 થી 72 કલાક પછી તેની ટોચ પર પહોંચે છે, તેથી તેને 'વિલંબિત' કહેવામાં આવે છે. DTH પ્રતિક્રિયાઓમાં સંવેદનશીલ T કોશિકાઓ (મુખ્યત્વે CD4+ Th1 કોશિકાઓ, પણ ક્યારેક CD8+ કોશિકાઓ) એન્ટિજેનના સંપર્કમાં આવવા પર સક્રિય થાય છે અને સાયટોકાઇન્સ મુક્ત કરે છે, જે બળતરા અને પેશીઓને નુકસાન પહોંચાડે છે.

ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયાની ક્રિયાપ્રણાલી :

ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયા બે તબક્કામાં થાય છે : **સંવેદનશીલતા તબક્કો** અને **અસરકારક તબક્કો**.

1. સંવેદનશીલતા તબક્કો (Sensitization Phase) :

- જ્યારે એન્ટિજેન શરીરમાં પ્રવેશે છે (દા.ત., ત્વચા દ્વારા) ત્યારે તેને એન્ટિજન-પ્રસ્તુત કોષો (Antigen-Presenting Cells - APCs), જેમ કે લેંગરહાન્સ કોષો (ત્વચામાં રહેલા ડેન્ડ્રિટિક કોષો) દ્વારા ગ્રહણ કરવામાં આવે છે.
- APCs એન્ટિજેનને પ્રક્રિયા કરે છે અને તેને નાના પેપ્ટાઇડ્સમાં તોડી નાખે છે.
- આ પેપ્ટાઇડ્સ પછી APCsની સપાટી પર MHC વર્ગ II અણુઓ સાથે જોડાઈને નજીકના લસિકા ગાંઠોમાં રહેલા નિષ્કપટ (naive) CD4+ T કોશિકાઓને રજૂ કરવામાં આવે છે.
- જે T કોશિકાઓના રીસેપ્ટર્સ આ એન્ટિજેન-MHC સંકુલને ઓળખે છે તે સક્રિય થાય છે અને Th1 કોશિકાઓમાં વિભાજિત થાય છે.
- આ સંવેદનશીલતા તબક્કો સામાન્ય રીતે એકથી બે અઠવાડિયાનો સમય લે છે.

2. અસરકારક તબક્કો (Effector Phase) :

- જ્યારે સંવેદનશીલ વ્યક્તિ ફરીથી એ જ એન્ટિજેનના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે APCs ફરીથી એન્ટિજેનને પ્રક્રિયા કરે છે અને તેને MHC વર્ગ II અણુઓ સાથે જોડીને મેમરી Th1 કોશિકાઓને રજૂ કરે છે.
- આ મેમરી Th1 કોશિકાઓ ઝડપથી સક્રિય થાય છે અને ઇન્ટરફેરોન-ગેમા (IFN-γ), ટ્યુમર નેક્રોસિસ ફેક્ટર-આલ્ફા (TNF-α) અને અન્ય સાયટોકાઇન્સ મુક્ત કરે છે.
- IFN-γ એ મુખ્ય સાયટોકાઇન છે જે DTH પ્રતિક્રિયામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તે મેક્રોફેજને સક્રિય કરે છે, તેમને વધુ કાર્યક્ષમ ફેગોસાઇટ્સ અને એન્ટિજેન-પ્રસ્તુત કોષો બનાવે છે.
- સક્રિય મેક્રોફેજ નાઇટ્રિક ઓક્સાઇડ અને રિએક્ટિવ ઓક્સિજન સ્પીસીઝ (ROS) જેવાં પદાર્થો મુક્ત કરે છે જે સૂક્ષ્મજીવાણુઓને મારી નાખે છે પરંતુ આસપાસના પેશીઓને પણ નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.
- TNF-α બળતરામાં ફાળો આપે છે અને રક્તવાહિનીઓના એન્ડોથેલિયલ કોષો પર સંલગ્નતા અણુઓના પ્રકાશનને વધારે છે, જેનાથી વધુ બળતરા કોષોને એન્ટિજેનના સ્થાન પર આકર્ષિત કરી શકાય છે.
- આ પ્રક્રિયાઓના પરિણામે બળતરા કોષોનું સંચય, સોજો, લાલાશ અને પેશીઓને નુકસાન થાય છે જે DTH પ્રતિક્રિયાના લાક્ષણિક લક્ષણો છે.

ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયાઓના ઉદાહરણો :

- **સંપર્ક ત્વચાનો સોજો (Contact Dermatitis) :** આ પ્રતિક્રિયા ત્વચાના અમુક રસાયણો અથવા ધાતુઓના સંપર્કમાં આવવાથી થાય છે, જેમ કે ઝેર આઇવી, નિકલ, લેટેક્સ અને સૌંદર્ય પ્રસાધનોમાં રહેલા રસાયણો. ત્વચા પર લાલાશ, ખંજવાળ, ફોલ્લા અને સોજો દેખાય છે.

- **ટ્યુબરક્યુલિન ત્વચા પરીક્ષણ (Tuberculin Skin Test - TST) / PPD ટેસ્ટ :** આ પરીક્ષણનો ઉપયોગ ક્ષય રોગ (TB)ના ચેપના નિદાન માટે થાય છે. પરીક્ષણમાં ત્વચા પર ટ્યુબરક્યુલોસિસ બેક્ટેરિયાના પ્રોટીન (PPD)નું ઇન્જેક્શન આપવામાં આવે છે. જો વ્યક્તિને અગાઉ TBનો ચેપ લાગ્યો હોય તો ઈન્જેક્શન સાઇટ પર 48 થી 72 કલાકમાં DTH પ્રતિક્રિયા (લાલાશ અને સોજો) દેખાશે.

- **ગ્રાન્યુલોમેટસ રોગો (Granulomatous Diseases) :** ગ્રાન્યુલોમા એ બળતરા કોષોનો સમૂહ છે જે શરીરમાંથી એન્ટિજેનને અલગ કરવાનો પ્રયાસ કરે છે જેને દૂર કરી શકાતો નથી. ક્ષય રોગ, સાર્કોઇડોસિસ અને ક્રોહન રોગ જેવી કેટલીક દીર્ઘકાલીન ચેપી અને બળતરા રોગોમાં ગ્રાન્યુલોમા રચના એ DTH પ્રતિક્રિયાનું પરિણામ છે.

- **પ્રત્યારોપણ અસ્વીકાર (Transplant Rejection) :** પ્રત્યારોપિત અંગનો અસ્વીકાર પણ ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયા દ્વારા થઈ શકે છે, જેમાં પ્રાપ્તકર્તાના T કોશિકાઓ દાતાના અંગ પરના વિદેશી MHC અણુઓને ઓળખે છે અને તેનો નાશ કરવાનો પ્રયાસ કરે છે.

- **મલ્ટિપલ સ્ક્લેરોસિસ (Multiple Sclerosis - MS) :** આ એક સ્વયંપ્રતિરક્ષા બિમારી છે જેમાં T કોશિકાઓ મગજ અને કરોડરજ્જુમાં ચેતાતંતુઓની આસપાસના માયલિન આવરણ પર હુમલો કરે છે જેના કારણે ચેતા સંચારમાં ખલેલ પડે છે.

ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયાઓનું નિદાન :

ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયાઓનું નિદાન તબીબી ઇતિહાસ, શારીરિક તપાસ અને પ્રયોગશાળા પરીક્ષણોના સંયોજન પર આધારિત છે. પ્રયોગશાળા પરીક્ષણોમાં શામેલ હોઈ શકે છે :

- **પેચ ટેસ્ટ (Patch Test) :** આ પરીક્ષણનો ઉપયોગ સંપર્ક ત્વચાનો સોજોનું કારણ નક્કી કરવા માટે થાય છે. શંકાસ્પદ એલર્જન ધરાવતી નાની પેચોને ત્વચા પર લગાવવામાં આવે છે અને 48 થી 96 કલાક પછી પ્રતિક્રિયાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે.

- **ટ્યુબરક્યુલિન ત્વચા પરીક્ષણ (TST) / PPD ટેસ્ટ :** આ પરીક્ષણ ક્ષય રોગના ચેપના નિદાન માટે વપરાય છે.

- **પેશી બાયોપ્સી :** અસરગ્રસ્ત પેશીની બાયોપ્સી બળતરા કોષોની ઘૂસણખોરી, ખાસ કરીને લિમ્ફોસાયટ્સ અને મેક્રોફેજનો પ્રકાર અને ગ્રાન્યુલોમાની હાજરી બતાવી શકે છે.

- **ઇન વિટ્રો T કોષ પરીક્ષણો :** પ્રયોગશાળામાં T કોષોની એન્ટિજેન પ્રત્યેની પ્રતિક્રિયાશીલતાને માપવા માટે વિવિધ પરીક્ષણો ઉપલબ્ધ છે, જેમ કે લિમ્ફોસાયટ પ્રોલિફરેશન એસે (LPA) અને સાયટોકાઇન રિલીઝ એસે (CRA).

ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયાઓની સારવાર :

ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયાઓની સારવાર અંતર્ગત કારણ અને પ્રતિક્રિયાની તીવ્રતા પર આધારિત છે. સારવારના વિકલ્પોમાં શામેલ હોઈ શકે છે :

- **એલર્જન ટાળવું :** સંપર્ક ત્વચાનો સોજોના કિસ્સામાં એલર્જનને ઓળખવું અને ટાળવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે.
- **કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ :** સ્થાનિક અથવા પ્રણાલીગત કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ બળતરા ઘટાડવામાં મદદ કરી શકે છે.
- **ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ :** આ દવાઓ પ્રત્યારોપણ અસ્વીકાર અને અમુક સ્વયંપ્રતિરક્ષા બિમારીઓ માટે T કોષોની પ્રવૃત્તિને દબાવે છે અને તેનો ઉપયોગ ગંભીર કિસ્સાઓમાં થઈ શકે છે.
- **એન્ટિહિસ્ટામાઇન્સ :** આ દવાઓ DTH પ્રતિક્રિયાઓમાં ઓછી અસરકારક છે કારણ કે હિસ્ટામાઇન મુખ્ય મધ્યસ્થી નથી.
- **સહાયક સંભાળ :** લક્ષણોને દૂર કરવા અને ગૂંચવણોને રોકવા માટે સહાયક સંભાળ, જેમ કે ત્વચાની સંભાળ અને પીડા વ્યવસ્થાપન મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

આપણે ટાઇપ IV અતિસંવેદનશીલતાની વિસ્તૃત ચર્ચા કરી, જેમાં તેની ક્રિયાપ્રણાલી, ઉદાહરણો, નિદાન અને સારવારનો સમાવેશ થાય છે. આ સાથે, આપણે અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓના ચારેય પ્રકારોની ઝાંખી પૂર્ણ કરી છે.

8.7. અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓના નિદાન અને સારવાર (Diagnosis and Treatment of Hypersensitivity Reactions) :

અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓનું યોગ્ય નિદાન અને અસરકારક સારવાર એ લક્ષણોને નિયંત્રિત કરવા, ગૂંચવણો અટકાવવા અને ભવિષ્યમાં થનારી પ્રતિક્રિયાઓને રોકવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

નિદાન (Diagnosis) :

નિદાન પ્રક્રિયામાં નીચેના પગલાં શામેલ છે :

1. તબીબી ઇતિહાસ (Medical History) : ડૉક્ટર વિગતવાર તબીબી ઇતિહાસ લેશે જેમાં લક્ષણોની શરૂઆત, સમયગાળો, તીવ્રતા અને સંભવિત ઉત્તેજકો (ટ્રિગર્સ) વિશે પ્રશ્નો પૂછવામાં

આવશે. ખોરાક, દવાઓ, જંતુના ડંખ, પ્રાણીઓના સંપર્ક અને એલર્જનના તાજેતરના સંપર્ક વિશે માહિતી એકત્રિત કરવામાં આવશે. એલર્જીનો પારિવારિક ઇતિહાસ પણ મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

2. શારીરિક તપાસ (Physical Examination) : ડૉક્ટર શારીરિક તપાસ કરશે, જેમાં ત્વચા, શ્વસનતંત્ર અને રુધિરાભિસરણ તંત્રનું મૂલ્યાંકન શામેલ હશે. ત્વચા પર ફોલ્લીઓ, ખંજવાળ, સોજો, શ્વસન માર્ગમાં ઘરઘરાટી અને બ્લડ પ્રેશરમાં ફેરફાર જેવાં લક્ષણો નોંધી લેવામાં આવશે.

3. પ્રયોગશાળા પરીક્ષણો (Laboratory Tests) :

- **ત્વચા પરીક્ષણો (Skin Tests) :**
  - **પ્રિક ટેસ્ટ (Prick Test) :** શંકાસ્પદ એલર્જનના ટીપાંને ત્વચા પર મૂકીને પ્રિક કરવામાં આવે છે. 15-20 મિનિટમાં પ્રતિક્રિયા જોવા મળે છે. ટાઇપ I પ્રતિક્રિયાઓ માટે ઉપયોગી.
  - **ઇન્ટ્રાડર્મલ ટેસ્ટ (Intradermal Test) :** એલર્જનની થોડી માત્રા ત્વચાની નીચે ઇન્જેક્ટ કરવામાં આવે છે. દવાઓ અને જંતુના ઝેર પ્રત્યેની ટાઇપ I પ્રતિક્રિયાઓ માટે ઉપયોગી.
  - **પેચ ટેસ્ટ (Patch Test) :** શંકાસ્પદ એલર્જન ધરાવતી પેચોને ત્વચા પર 48-96 કલાક માટે લગાવવામાં આવે છે. સંપર્ક ત્વચાનો સોજો (ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયા)ના નિદાન માટે ઉપયોગી.
- **રક્ત પરીક્ષણો (Blood Tests) :**
  - **કુલ સીરમ IgE (Total Serum IgE) :** લોહીમાં IgE એન્ટિબોડીઝનું એકંદર સ્તર માપે છે.
  - **એલર્જન-વિશિષ્ટ IgE (Allergen-specific IgE) :** ચોક્કસ એલર્જન સામે IgE એન્ટિબોડીઝના સ્તરને માપે છે (દા.ત., RAST, ImmunoCAP).
  - **ટ્રિપ્ટેઝ સ્તર (Tryptase Level) :** એનાફિલેક્સિસ દરમિયાન વધી શકે છે.
  - **કોમ્પ્લિમેન્ટ સ્તર (Complement Levels) :** ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓમાં ઘટી શકે છે.
  - **ઓટોએન્ટિબોડી પરીક્ષણો (Autoantibody Tests) :** સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોમાં ચોક્કસ ઓટોએન્ટિબોડીઝ શોધે છે.
- **અન્ય પરીક્ષણો :** પેશી બાયોપ્સી અને પ્રોવોકેશન ટેસ્ટ (ભાગ્યે જ વપરાય છે).

સારવાર (Treatment) :

સારવાર પ્રતિક્રિયાના પ્રકાર, તીવ્રતા અને અંતર્ગત કારણ પર આધારિત છે. મુખ્ય ઉદ્દેશો લક્ષણોને દૂર કરવા, ગૂંચવણો અટકાવવી અને ભવિષ્યમાં થનારી પ્રતિક્રિયાઓને અટકાવવી છે.

1. એલર્જન ટાળવું (Allergen Avoidance) : એલર્જન જાણીતું હોય તો તેને ટાળવું એ સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ પગલું છે.

2. દવાઓ (Medications) :

- **એન્ટિહિસ્ટામાઇન્સ (Antihistamines) :** હિસ્ટામાઇનની અસરોને અવરોધે છે, ટાઇપ I પ્રતિક્રિયાઓના લક્ષણોને દૂર કરે છે.
- **કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ (Corticosteroids) :** બળતરા ઘટાડે છે, ગંભીર પ્રતિક્રિયાઓ માટે ઉપયોગી.
- **બ્રોન્કોડિલેટર (Bronchodilators) :** શ્વસન માર્ગના સ્નાયુઓને આરામ આપે છે, અસ્થમામાં ઉપયોગી.
- **એપિનેફ્રાઇન (Epinephrine) :** એનાફિલેક્સિસની સારવાર માટે જીવનરક્ષક દવા, ઓટો-ઇન્જેક્ટર (દા.ત., EpiPen) સાથે રાખવી જરૂરી.
- **ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ (Immunosuppressants) :** ગંભીર ટાઇપ II, III, અને IV પ્રતિક્રિયાઓમાં વપરાય છે.
- **લ્યુકોટ્રિએન મોડિફાયર (Leukotriene Modifiers) :** અસ્થમા અને એલર્જિક નાસિકા પ્રદાહમાં ઉપયોગી.

3. ઇમ્યુનોથેરાપી (Immunotherapy) :

- **એલર્જન ઇમ્યુનોથેરાપી (Allergen Immunotherapy) :** 'એલર્જી શોટ્સ', એલર્જન પ્રત્યે સંવેદનશીલતા ઘટાડે છે.
- **ઓરલ ઇમ્યુનોથેરાપી (Oral Immunotherapy - OIT) :** ખોરાકની એલર્જી માટે નવી સારવાર.

4. અન્ય સારવાર :

- **પ્લાઝ્માફેરેસિસ (Plasmapheresis) :** ગંભીર ટાઇપ II અને III પ્રતિક્રિયાઓમાં ઉપયોગી.
- **સહાયક સંભાળ (Supportive Care) :** ગંભીર પ્રતિક્રિયાઓ માટે હોસ્પિટલમાં દાખલ થવાની જરૂર પડી શકે છે.

અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓનું નિદાન અને સારવાર જટિલ હોઈ શકે છે અને વ્યક્તિગત અભિગમની જરૂર છે. યોગ્ય નિદાન, એલર્જન ટાળવાના પગલાં, દવાઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપીના

સંયોજન દ્વારા મોટાભાગના લોકો તેમના લક્ષણોને નિયંત્રિત કરી શકે છે અને ગૂંચવણોના જોખમને ઘટાડી શકે છે. જો તમને શંકા છે કે તમને કોઈ પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયા થઈ રહી છે, તો સચોટ નિદાન અને યોગ્ય સારવાર યોજના માટે ડૉક્ટરની સલાહ લેવી મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

8.8. સારાંશ

આપણે જોયું કે, અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓ એ શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા સામાન્ય રીતે હાનિકારક ન હોય તેવા પદાર્થો પ્રત્યે કરવામાં આવતી અતિશય અને નુકસાનકારક પ્રતિક્રિયાઓ છે. આ પ્રતિક્રિયાઓને ચાર મુખ્ય પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે : ટાઇપ I, II, III, અને IV જે દરેક વિશિષ્ટ રોગપ્રતિકારક પદ્ધતિઓ દ્વારા સંચાલિત થાય છે.

ટાઇપ I પ્રતિક્રિયાઓ જેમાં એલર્જી અને એટોપીનો સમાવેશ થાય છે, તે IgE એન્ટિબોડીઝ અને માસ્ટ કોષો દ્વારા મધ્યસ્થી થાય છે. ટાઇપ II પ્રતિક્રિયાઓમાં IgG અને IgM એન્ટિબોડીઝ શરીરના પોતાના કોષોનો નાશ કરે છે. ટાઇપ III પ્રતિક્રિયાઓ એન્ટિજેન-એન્ટિબોડી સંકુલ (ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ) દ્વારા થાય છે, જે પેશીઓમાં બળતરા પેદા કરે છે. ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયાઓ, જેને વિલંબિત-પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા પણ કહેવાય છે, તે T કોશિકાઓ દ્વારા સંચાલિત થાય છે.

વિવિધ પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓના ઉદાહરણોમાં એલર્જિક રાઇનાઇટિસ, અસ્થમા, ખાદ્ય એલર્જી, એનાફિલેક્સિસ, રક્ત તબદિલી પ્રતિક્રિયાઓ, સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો, સીરમ સિકનેસ, સંપર્ક ત્વચાનો સોજો અને ક્ષય રોગના ચામડી પરીક્ષણનો સમાવેશ થાય છે. આ પ્રતિક્રિયાઓના કારણે વિવિધ ચિહ્નો અને લક્ષણો જોવા મળે છે.

અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓના નિદાન માટે ત્વચા પરીક્ષણો, રક્ત પરીક્ષણો અને અન્ય પરીક્ષણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. સારવારમાં એલર્જન ટાળવું, દવાઓ (જેમ કે એન્ટિહિસ્ટામાઇન્સ, કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ, ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ) અને ઇમ્યુનોથેરાપીનો સમાવેશ થાય છે. યોગ્ય નિદાન અને સારવાર દ્વારા આ પ્રતિક્રિયાઓના લક્ષણોને નિયંત્રિત કરી શકાય છે અને જટિલતાઓને નિવારી શકાય છે.

8.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાનો કયો પ્રકાર ‘તાત્કાલિક’ પ્રતિક્રિયા તરીકે પણ ઓળખાય છે?

    a) ટાઇપ I　　b) ટાઇપ II

    c) ટાઇપ III　　d) ટાઇપ IV

2. નીચેનામાંથી કયો કોષ પ્રકાર ટાઇપ I અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયામાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે?

a) ન્યુટ્રોફિલ્સ b) માસ્ટ કોષો c) T કોશિકાઓ d) B કોશિકાઓ

3. એનાફિલેક્સિસ એ કયા પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાનું ઉદાહરણ છે?

a) ટાઇપ I b) ટાઇપ II c) ટાઇપ III d) ટાઇપ IV

4. રક્ત તબદિલી પ્રતિક્રિયાઓ કયા પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાનું ઉદાહરણ છે? a) ટાઇપ I b) ટાઇપ II c) ટાઇપ III d) ટાઇપ IV

5. ગુડપાસ્ચર સિન્ડ્રોમમાં કયા પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયા જોવા મળે છે?

a) ટાઇપ I b) ટાઇપ II c) ટાઇપ III d) ટાઇપ IV

6. સીરમ સિકનેસ એ કયા પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાનું ઉદાહરણ છે?

7. a) ટાઇપ I b) ટાઇપ II c) ટાઇપ III d) ટાઇપ IV

8. પ્રણાલીગત લ્યુપસ એરિથેમેટોસસ (SLE)માં કયા પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયા જોવા મળે છે?

9. a) ટાઇપ I b) ટાઇપ II c) ટાઇપ III d) ટાઇપ IV

10. સંપર્ક ત્વચાનો સોજો એ કયા પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાનું ઉદાહરણ છે?

11. a) ટાઇપ I b) ટાઇપ II c) ટાઇપ III d) ટાઇપ IV

12. ટ્યુબરક્યુલિન ત્વચા પરીક્ષણ (TST) કયા પ્રકારની અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયા પર આધારિત છે?

13. a) ટાઇપ I b) ટાઇપ II c) ટાઇપ III d) ટાઇપ IV

14. નીચેનામાંથી કઈ દવા એનાફિલેક્સિસની સારવાર માટે વપરાય છે?

a) એન્ટિહિસ્ટામાઇન b) કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ

c) એપિનેફ્રાઇન d) બ્રોન્કોડિલેટર

જવાબો : 1-a, 2-b, 3-a, 4-b, 5-b, 6-c, 7-c, 8-d, 9-d, 10-c.

ટૂંકા પ્રશ્નો :

1. અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયા એટલે શું?
2. એટોપી એટલે શું?
3. ટાઇપ I અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયામાં IgE એન્ટિબોડીઝની ભૂમિકા શું છે?
4. એન્ટિબોડી-આધારિત સેલ્યુલર સાયટોટોક્સિસિટી (ADCC) કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
5. ટાઇપ II અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાના બે ઉદાહરણો આપો.
6. ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સ એટલે શું?
7. ટાઇપ III અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયામાં કોમ્પ્લિમેન્ટ સિસ્ટમની ભૂમિકા શું છે?
8. આર્થસ પ્રતિક્રિયા ટૂંકમાં સમજાવો.
9. ટાઇપ IV અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયામાં સંવેદનશીલતા તબક્કાનું વર્ણન કરો.
10. ટાઇપ IV પ્રતિક્રિયા ના બે ઉદાહરણ આપો.

લાંબા પ્રશ્નો :

1. ટાઇપ I અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાની ક્રિયાપ્રણાલીનું વિગતવાર વર્ણન કરો, જેમાં સંવેદનશીલતા તબક્કા અને અસરકારક પ્રતિક્રિયા તબક્કાનો સમાવેશ થાય છે.
2. ટાઇપ II અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓ કેવી રીતે કોષોને નુકસાન પહોંચાડે છે તેની ચર્ચા કરો. કોમ્પ્લિમેન્ટ-મધ્યસ્થી સાયટોટોક્સિસિટી, ADCC અને એન્ટિબોડી-મધ્યસ્થી સેલ્યુલર ડિસફંક્શન સમજાવો. ઉદાહરણો આપો.
3. ટાઇપ III અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાની ક્રિયાપ્રણાલીનું વિગતવાર વર્ણન કરો. ઇમ્યુન કોમ્પ્લેક્સની રચના, જમા થવું, કોમ્પ્લિમેન્ટ સિસ્ટમનું સક્રિયકરણ અને પેશીઓને નુકસાન કેવી રીતે થાય છે તે સમજાવો. ઉદાહરણો આપો.
4. ટાઇપ IV અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાની ક્રિયાપ્રણાલીનું વિગતવાર વર્ણન કરો. સંવેદનશીલતા તબક્કા અને અસરકારક તબક્કામાં T કોશિકાઓ અને સાયટોકાઇન્સની ભૂમિકા સમજાવો. ઉદાહરણો આપો.
5. અતિસંવેદનશીલતા પ્રતિક્રિયાઓના નિદાન અને સારવારની ચર્ચા કરો. નિદાન માટે ઉપયોગમાં લેવાતા વિવિધ પરીક્ષણો અને સારવાર માટે ઉપયોગમાં લેવાતી વિવિધ દવાઓ અને ઉપચાર પદ્ધતિઓનું વર્ણન કરો.

ઓટોઇમ્યુન રોગ (Autoimmune Diseases)

9

9.1 પ્રસ્તાવના

9.2 ઓટોઇમ્યુન રોગોના કારણો : આનુવંશિક અને પર્યાવરણીય પરિબળો

9.3 ઓટોઇમ્યુન રોગોના તંત્ર : આણ્વિક મિમિક્રી, એપિટોપ પ્રસાર

9.4 અંગ-વિશિષ્ટ ઓટોઇમ્યુન રોગો

9.5 પ્રણાલીગત ઓટોઇમ્યુન રોગો

9.6 ઓટોઇમ્યુન રોગોનું નિદાન : ઓટોએન્ટીબોડીઝ, બાયોપ્સી

9.7 ઓટોઇમ્યુન રોગોનો ઉપચાર : ઇમ્યુનોસપ્રેશન, ઇમ્યુનોમોડ્યુલેશન

9.8 સારાંશ

9.9 સ્વાધ્યાય

9.1. પ્રસ્તાવના

આપણા શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ આપણને રોગો અને ચેપ સામે રક્ષણ આપવા માટે સતત કાર્યરત રહે છે. પરંતુ ક્યારેક આ શક્તિ ભૂલથી પોતાના જ શરીરના કોષો અને પેશીઓને હાનિકારક સમજીને તેમના પર હુમલો કરી બેસે છે. આ સ્થિતિને ઓટોઇમ્યુન રોગ (Autoimmune Disease) કહેવામાં આવે છે.

ઓટોઇમ્યુન રોગો ઘણા પ્રકારના હોય છે અને તે શરીરના વિવિધ ભાગોને અસર કરી શકે છે. આ એકમમાં આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોનો અભ્યાસ કરીશું, જેમાં આપણે તેના કારણો, ક્રિયાપ્રણાલી, નિદાન અને સારવારનો સમાવેશ કરીશું.

આપણે સૌપ્રથમ ઓટોઇમ્યુન રોગોના કારણોનો અભ્યાસ કરીશું. આનુવંશિક અને પર્યાવરણીય પરિબળો આ રોગોના વિકાસમાં કેવી રીતે ભૂમિકા ભજવે છે તે આપણે સમજીશું. ત્યારબાદ આપણે આ રોગોના ક્રિયાપ્રણાલીનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું. મોલેક્યુલર મિમિક્રી અને એપિટોપ પ્રસાર જેવી પ્રક્રિયાઓ કેવી રીતે સ્વયંપ્રતિરક્ષા તરફ દોરી જાય છે તે જાણીશું.

આ એકમમાં આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોને બે મુખ્ય શ્રેણીઓમાં વિભાજિત કરીશું : અંગ-વિશિષ્ટ અને પ્રણાલીગત. આ દરેક શ્રેણીના રોગોની વિશિષ્ટ લાક્ષણિકતાઓ અને લક્ષણોનો અભ્યાસ કરીશું. ઓટોઇમ્યુન રોગોનું નિદાન ઘણીવાર મુશ્કેલ હોય છે. આ એકમમાં આપણે ઓટોએન્ટીબોડીઝ અને બાયોપ્સી જેવાં નિદાન માટે ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિઓ વિશે જાણીશું.

છેલ્લે, આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવાર માટે ઉપલબ્ધ વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કરીશું. ઇમ્યુનોસપ્રેશન અને ઇમ્યુનોમોડ્યુલેશન જેવી પદ્ધતિઓ આ રોગોના લક્ષણોને કેવી રીતે દૂર કરી શકે છે તે આપણે સમજીશું. ઓટોઇમ્યુન રોગોની ઊંડી સમજ આપવાનો અને આ રોગોથી પીડાતા લોકોના જીવનમાં સુધારો લાવવા માટે ઉપલબ્ધ વિકલ્પોની ચર્ચા કરવાનો ઉદ્દેશ્ય ધરાવે છે.

પરિચય :

ઓટોઇમ્યુન રોગો એવી સ્થિતિઓ છે જેમાં શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ ભૂલથી શરીરના સ્વસ્થ કોષો પર હુમલો કરે છે. સામાન્ય રીતે, રોગપ્રતિકારક શક્તિ બેક્ટેરિયા અને વાયરસ જેવાં હાનિકારક જીવો સામે રક્ષણ આપે છે. પરંતુ ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં, રોગપ્રતિકારક શક્તિ સ્વસ્થ કોષો અને વિદેશી જીવો વચ્ચે ભેદ કરી શકતી નથી અને તે શરીરના પોતાના પેશીઓ પર હુમલો કરે છે.

ઓટોઇમ્યુન રોગોનો ખ્યાલ 20મી સદીની શરૂઆતમાં ઉભરી આવ્યો હતો. 1900માં, **ડૉ. પોલ એહર્લિચ** નામના જર્મન ચિકિત્સકે **'હોરર ઓટોટોક્સિકસ**' નામના ખ્યાલનો પ્રસ્તાવ મૂક્યો હતો, જેનો અર્થ થાય છે 'શરીરનું પોતાને ઝેરી બનાવવાનો ડર'. ડૉ. એહર્લિચ માનતા હતા કે શરીર પોતાની જાત પર હુમલો કરી શકે તે અશક્ય છે.

જોકે, પછીના સંશોધનોએ દર્શાવ્યું કે કેટલાંક રોગોમાં, શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ ખરેખર શરીરના પોતાના કોષો પર હુમલો કરે છે. 1950ના દાયકામાં સંધિવા (Rheumatoid Arthritis) અને લ્યુપસ (Lupus) જેવી સ્થિતિઓને ઓટોઇમ્યુન રોગો તરીકે ઓળખવામાં આવી હતી.

વૈજ્ઞાનિકો :

ઓટોઇમ્યુન રોગોના ક્ષેત્રમાં ઘણા વૈજ્ઞાનિકોએ મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું છે. તેમાં શામેલ છે :

- **પોલ એહર્લિચ :** 'હોરર ઓટોટોક્સિકસ'ના ખ્યાલનો પ્રસ્તાવ મૂકનાર.
- **નોએલ રોઝ :** થાઇરોઇડ ગ્રંથિમાં સ્વયંપ્રતિરક્ષા નામના ખ્યાલને શોધનાર.
- **ડેબોરા ડોનાચચ અને ઈવાન રોઈટ :** થાઇરોઇડ ગ્રંથિમાં સ્વયંપ્રતિરક્ષા નામના ખ્યાલને શોધનાર.
- **ફ્રેન્ક મેકફાર્લેન બર્નેટ :** ક્લોનલ સિલેક્શન થિયરી વિકસાવનાર જે ઓટોઇમ્યુનિટી કેવી રીતે ઉદ્ભવે છે તે સમજાવે છે.

આજે, 80 થી વધુ પ્રકારના ઓટોઇમ્યુન રોગો ઓળખવામાં આવ્યા છે. આ રોગો શરીરના કોઈપણ ભાગને અસર કરી શકે છે, અને તેમના લક્ષણો હળવાથી લઈને ગંભીર સુધીના હોઈ શકે

છે. ઓટોઇમ્યુન રોગોના ચોક્કસ કારણો અજ્ઞાત છે, પરંતુ આનુવંશિક અને પર્યાવરણીય પરિબળો ભૂમિકા ભજવી શકે તેવું માનવામાં આવે છે. ઓટોઇમ્યુન રોગોની કોઈ કાયમી સારવાર નથી, પરંતુ દવાઓ અને અન્ય ઉપચારો લક્ષણોને કાબુમાં રાખવામાં મદદ કરી શકે છે.

9.2. ઓટોઇમ્યુન રોગોના કારણો : આનુવંશિક અને પર્યાવરણીય પરિબળો :

આપણે આગળ ઓટોઇમ્યુન રોગોનો ટૂંકો પરિચય મેળવ્યો. હવે આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગો થવા માટે કયા પરિબળો જવાબદાર હોય છે તે ઊંડાણમાં સમજીશું. ઓટોઇમ્યુન રોગો થવાનું કોઈ એક ચોક્કસ કારણ નથી. સંશોધકો માને છે કે આ રોગો જનીનો અને પર્યાવરણના પરિબળોના સંયોજનથી થાય છે.

આનુવંશિક પરિબળો :

અમુક જનીનો વ્યક્તિને ઓટોઇમ્યુન રોગો થવાની શક્યતા વધારે છે. જો કુટુંબમાં કોઈને ઓટોઇમ્યુન રોગ હોય, તો તે વ્યક્તિને પણ આ રોગ થવાની સંભાવના વધી જાય છે. HLA (હ્યુમન લ્યુકોસાઈટ એન્ટિજન) જનીનો, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, તે ખાસ કરીને ઓટોઇમ્યુન રોગો સાથે સંકળાયેલા હોય છે.

- **HLA જનીનોની વિવિધતા :** HLA જનીનોમાં ઘણી બધી વિવિધતા હોય છે અને અમુક પ્રકારના HLA જનીનો ધરાવતા લોકોને અમુક ઓટોઇમ્યુન રોગો થવાનું જોખમ વધારે હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, HLA-B27 જનીન ધરાવતા લોકોને એન્કીલોઝિંગ સ્પોન્ડિલાઈટિસ થવાનું જોખમ વધારે હોય છે, જ્યારે HLA-DR3 અને HLA-DR4 જનીનો ધરાવતા લોકોને ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસ થવાનું જોખમ વધારે હોય છે.
- **અન્ય જનીનો :** HLA જનીનો ઉપરાંત બીજા ઘણા જનીનો પણ ઓટોઇમ્યુન રોગોના જોખમમાં ફાળો આપી શકે છે. આ જનીનો રોગપ્રતિકારક શક્તિના નિયમન, બળતરાના પ્રતિભાવ અને પેશીઓના સમારકામમાં ભૂમિકા ભજવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, PTPN22 જનીનમાં ખામી સંધિવા અને લ્યુપસ સાથે સંકળાયેલ છે, જ્યારે CTLA-4 જનીનમાં ખામી ગ્રેવ્સ રોગ અને ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસ સાથે સંકળાયેલ છે. જો કે, ફક્ત વારસાગત જનીનો જ રોગ થવા માટે પૂરતા નથી. મોટાભાગના કિસ્સાઓમાં, પર્યાવરણીય પરિબળો પણ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

પર્યાવરણીય પરિબળો :

પર્યાવરણીય પરિબળો ઓટોઇમ્યુન રોગોને ઉત્તેજીત કરી શકે છે અથવા તેને વધુ ખરાબ કરી શકે છે. આ પરિબળોમાં નીચેનાનો સમાવેશ થઈ શકે છે :

- **ચેપ :** અમુક વાયરસ અને બેક્ટેરિયા ઓટોઇમ્યુન રોગોને ઉત્તેજીત કરી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, સ્ટ્રેપ્ટોકોકસ બેક્ટેરિયા સંધિવા અને હૃદયના વાલ્વને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે, જ્યારે એપ્સસ્ટેઇન-બાર વાયરસ લ્યુપસ અને મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસ સાથે સંકળાયેલ છે. વાયરસ અને બેક્ટેરિયા શરીરના કોષો સાથે સામ્યતા ધરાવતા પ્રોટીન બનાવી શકે છે, જેના

કારણે રોગપ્રતિકારક શક્તિ શરીરના પોતાના કોષો પર હુમલો કરી શકે છે (આ પ્રક્રિયાને 'મોલેક્યુલર મિમિક્રી' કહેવામાં આવે છે, જેનો આપણે આગળના ભાગમાં અભ્યાસ કરીશું).

- **રસાયણો :** અમુક રસાયણોના સંપર્કમાં આવવાથી ઓટોઇમ્યુન રોગો થવાનું જોખમ વધી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, સિલિકોન ધૂળના સંપર્કમાં આવવાથી સ્ક્લેરોડર્મા થવાનું જોખમ વધે છે, જ્યારે જંતુનાશકો અને ધાતુઓ લ્યુપસ અને સંધિવા સાથે સંકળાયેલા છે.
- **ખોરાક :** અમુક ખોરાક ઓટોઇમ્યુન રોગોને ઉત્તેજીત કરી શકે છે અથવા તેને વધુ ખરાબ કરી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ગ્લુટેન, ઘઉંમાં મળતું પ્રોટીન, સિલિઍક રોગ ધરાવતા લોકોમાં ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયા પેદા કરી શકે છે. અમુક ખાદ્ય પદાર્થોમાં એવા પ્રોટીન હોઈ શકે છે જે શરીરના પોતાના પ્રોટીન સાથે સામ્યતા ધરાવતા હોય, જેના કારણે મોલેક્યુલર મિમિક્રી થઈ શકે છે.
- **સૂર્યપ્રકાશ :** સૂર્યપ્રકાશના અતિશય સંપર્કમાં આવવાથી લ્યુપસ જેવી અમુક ઓટોઇમ્યુન રોગોના લક્ષણોમાં વધારો થઈ શકે છે. સૂર્યપ્રકાશ ત્વચાના કોષોમાં ફેરફાર કરી શકે છે, જેના કારણે રોગપ્રતિકારક શક્તિ તેમને હાનિકારક સમજીને તેમના પર હુમલો કરી શકે છે.
- **ધૂમ્રપાન :** ધૂમ્રપાન કરવાથી સંધિવા, મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસ અને ગ્રેવ્સ રોગ જેવી ઘણી ઓટોઇમ્યુન રોગો થવાનું જોખમ વધે છે. ધૂમ્રપાન રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં ફેરફાર કરે છે અને બળતરામાં વધારો કરે છે, જે ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયાને ઉત્તેજીત કરી શકે છે.
- **દવાઓ :** અમુક દવાઓ ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયા પેદા કરી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, અમુક એન્ટિબાયોટિક્સ અને હૃદયની દવાઓ લ્યુપસ જેવી સ્થિતિનું કારણ બની શકે છે.
- **તણાવ :** લાંબાગાળાનો શારીરિક અથવા માનસિક તણાવ ઓટોઇમ્યુન રોગોને ઉત્તેજીત કરી શકે છે અથવા તેને વધુ ખરાબ કરી શકે છે. તણાવ રોગપ્રતિકારક શક્તિને નબળી પાડે છે અને બળતરામાં વધારો કરે છે.

એ નોંધવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે આ પરિબળોમાંથી કોઈ એક પણ પરિબળ ઓટોઇમ્યુન રોગ થવાનું નિશ્ચિત કારણ નથી. મોટાભાગના કિસ્સાઓમાં, આનુવંશિક અને પર્યાવરણીય પરિબળોનું સંયોજન ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયાને ઉત્તેજીત કરે છે.

આનુવંશિક અને પર્યાવરણીય પરિબળો ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં કેવી રીતે ભૂમિકા ભજવે છે તે સમજવાથી આપણને આ રોગોના નિવારણ અને સારવાર માટે વધુ સારી રીતો શોધવામાં મદદ મળશે. ભવિષ્યમાં, વ્યક્તિગત જનીનો અને પર્યાવરણીય જોખમોના આધારે ઓટોઇમ્યુન રોગો માટે જોખમ ધરાવતા લોકોને ઓળખવા અને તેમને વહેલી તકે સારવાર શરૂ કરવા શક્ય બનશે.

9.3. ઓટોઇમ્યુન રોગોના તંત્ર : આણ્વિક મિમિક્રી, એપિટોપ પ્રસાર :

આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગો થવાના કારણોનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં આનુવંશિક અને પર્યાવરણીય પરિબળો શામેલ હતા. હવે આપણે સમજીશું કે આ પરિબળો કેવી રીતે ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયા તરફ દોરી જાય છે, એટલે કે ઓટોઇમ્યુન રોગોના અંતર્ગત તંત્રોનો અભ્યાસ કરીશું.

ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ ભૂલથી શરીરના પોતાના કોષો અને પેશીઓને વિદેશી હુમલાખોરો સમજીને તેમના પર હુમલો કરે છે. આ પ્રક્રિયાને સ્વયંપ્રતિરક્ષા કહેવામાં આવે છે.

સ્વયંપ્રતિરક્ષા થવા માટે ઘણા પરિબળો જવાબદાર હોઈ શકે છે, પરંતુ બે મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયાઓ છે જે ઓટોઇમ્યુન રોગોના વિકાસમાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે :

1. આણ્વિક મિમિક્રી : (Molecular Mimicry)

આણ્વિક મિમિક્રી એક એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં વિદેશી એન્ટિજેન (જેમ કે વાયરસ અથવા બેક્ટેરિયામાં જોવા મળતા પ્રોટીન) અને શરીરના પોતાના એન્ટિજેન (જેમ કે કોષો અથવા પેશીઓમાં જોવા મળતા પ્રોટીન) વચ્ચે સંરચનાત્મક સામ્યતા હોય છે. જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ વિદેશી એન્ટિજેન સામે પ્રતિક્રિયા આપે છે, ત્યારે તે ભૂલથી શરીરના પોતાના એન્ટિજેન પર પણ હુમલો કરી શકે છે જે સમાન દેખાય છે. આ ઘટનાને સમજવા માટે એક ઉદાહરણ જોઈએ તો, સ્ટ્રેપ્ટોકોકસ બેક્ટેરિયામાં M પ્રોટીન નામનું એક પ્રોટીન હોય છે જે સંધિવા અને હૃદયના વાલ્વને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે. M પ્રોટીન હૃદયના સ્નાયુઓમાં જોવા મળતા પ્રોટીન સાથે સામ્યતા ધરાવે છે. જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ સ્ટ્રેપ્ટોકોકસ બેક્ટેરિયા સામે લડવા માટે એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે, ત્યારે આ એન્ટિબોડીઝ ભૂલથી હૃદયના સ્નાયુઓ પર પણ હુમલો કરી શકે છે, જેના કારણે સંધિવા અથવા હૃદયના વાલ્વને નુકસાન થાય છે.

આણ્વિક મિમિક્રી ઓટોઇમ્યુન રોગોના વિકાસમાં કેવી રીતે ભૂમિકા ભજવે છે તેના ઘણા ઉદાહરણો છે.

- એપ્સસ્ટેઇન-બાર વાયરસ, જે મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસ સાથે સંકળાયેલ છે, તેમાં એવા પ્રોટીન હોય છે જે મગજ અને કરોડરજ્જુના માયેલિન આવરણ સાથે સામ્યતા ધરાવે છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિ જ્યારે વાયરસ સામે લડે છે ત્યારે તે ભૂલથી માયેલિન આવરણ પર પણ હુમલો કરી શકે છે, જેના કારણે મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસના લક્ષણો જોવા મળે છે.
- સાયટોમેગાલોવાયરસ, જે ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસ સાથે સંકળાયેલ છે, તેમાં એવા પ્રોટીન હોય છે જે સ્વાદુપિંડના બીટા કોષો સાથે સામ્યતા ધરાવે છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિ જ્યારે વાયરસ સામે લડે છે ત્યારે તે ભૂલથી બીટા કોષો પર પણ હુમલો કરી શકે છે, જેના કારણે ઇન્સ્યુલિનનું ઉત્પાદન ઘટે છે અને ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસ થાય છે.
- રૂબેલા વાયરસ, જે સંધિવા સાથે સંકળાયેલ છે, તેમાં એવા પ્રોટીન હોય છે જે સાંધાના કોમલાસ્થિ સાથે સામ્યતા ધરાવે છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિ જ્યારે વાયરસ સામે લડે છે ત્યારે તે ભૂલથી કોમલાસ્થિ પર પણ હુમલો કરી શકે છે, જેના કારણે સાંધામાં દુખાવો અને સોજો થાય છે.

2. એપિટોપ પ્રસાર : (Epitope Spreading)

એપિટોપ પ્રસાર એક એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા સમય જતાં ફેલાય છે અને મૂળ એન્ટિજેન ઉપરાંત અન્ય એન્ટિજેનને પણ નિશાન બનાવે છે. જ્યારે ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયા શરૂ થાય છે ત્યારે તે શરૂઆતમાં ફક્ત એક અથવા થોડા એન્ટિજેનને નિશાન બનાવે છે. જો કે, જેમ જેમ રોગ આગળ વધે છે તેમ બળતરા અને પેશીઓને નુકસાન થવાથી નવા એન્ટિજેન ખુલ્લા થાય છે, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા ઓળખાય છે અને તેના પર હુમલો કરવામાં આવે છે.

આ પ્રક્રિયાને એપિટોપ પ્રસાર કહેવામાં આવે છે, કારણ કે તે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાના 'લક્ષ્યો' (એપિટોપ્સ)ના પ્રસાર તરફ દોરી જાય છે.

એક ઉદાહરણ જોઈએ તો, લ્યુપસમાં, રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરૂઆતમાં કોષના ન્યુક્લિયસમાં જોવા મળતા અમુક પ્રોટીનને નિશાન બનાવે છે. જેમ જેમ રોગ આગળ વધે છે તેમ બળતરા અને કોષોના મૃત્યુને કારણે અન્ય પ્રોટીન ખુલ્લા થાય છે, જેના પર રોગપ્રતિકારક શક્તિ પણ હુમલો કરે છે. આના કારણે રોગના લક્ષણો વધુ ખરાબ થાય છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરીરના અન્ય ભાગોમાં ફેલાય છે.

એપિટોપ પ્રસાર ઓટોઇમ્યુન રોગોના પ્રગતિશીલ સ્વભાવને સમજાવવામાં મદદ કરે છે. શરૂઆતમાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા ફક્ત થોડા એન્ટિજેનને નિશાન બનાવે છે, પરંતુ સમય જતાં તે વધુ અને વધુ એન્ટિજેનને નિશાન બનાવે છે, જેના કારણે રોગના લક્ષણો વધુ ખરાબ થાય છે અને રોગ વધુ વ્યાપક બને છે.

- મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસમાં, એપિટોપ પ્રસાર મગજ અને કરોડરજ્જુમાં બળતરા અને નુકસાનમાં વધારો કરે છે, જેના કારણે રોગના લક્ષણો વધુ ખરાબ થાય છે.
- સંધિવામાં, એપિટોપ પ્રસાર સાંધામાં બળતરા અને કોમલાસ્થિના વિનાશમાં વધારો કરે છે, જેના કારણે સાંધાનો દુખાવો, સોજો અને જકડાઈ વધે છે.
- ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસમાં, એપિટોપ પ્રસાર સ્વાદુપિંડના બીટા કોષોના વધુ વિનાશ તરફ દોરી જાય છે, જેના કારણે ઇન્સ્યુલિનનું ઉત્પાદન વધુ ઘટે છે અને રોગ વધુ ગંભીર બને છે.

આણ્વિક મિમિક્રી અને એપિટોપ પ્રસાર એ બે મુખ્ય પ્રક્રિયાઓ છે જે ઓટોઇમ્યુન રોગોના વિકાસ અને પ્રગતિમાં ભૂમિકા ભજવે છે. આ પ્રક્રિયાઓને સમજવાથી આપણને ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવાર માટે નવી દવાઓ અને ઉપચાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવામાં મદદ મળશે. ભવિષ્યમાં, આ પ્રક્રિયાઓને શરૂઆતના તબક્કામાં જ રોકીને ઓટોઇમ્યુન રોગોને થતાં અટકાવવાનું શક્ય બનશે.

9.4. અંગ-વિશિષ્ટ ઓટોઇમ્યુન રોગો (Organ-Specific Autoimmune Diseases) :

આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોના તંત્રનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં આણ્વિક મિમિક્રી અને એપિટોપ પ્રસાર જેવી પ્રક્રિયાઓ શામેલ હતી. હવે આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોના બે મુખ્ય પ્રકારોમાંથી એક, એટલે કે અંગ-વિશિષ્ટ ઓટોઇમ્યુન રોગોનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું.

અંગ-વિશિષ્ટ ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં, રોગપ્રતિકારક શક્તિ શરીરના કોઈ ચોક્કસ અંગ અથવા પેશી પર હુમલો કરે છે. આ પ્રકારના ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં, રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા સામાન્ય રીતે તે જ અંગ સુધી મર્યાદિત હોય છે જેને તે નિશાન બનાવે છે.

અહીં અમુક સામાન્ય અંગ-વિશિષ્ટ ઓટોઇમ્યુન રોગોના ઉદાહરણો છે :

- **હાશિમોટોનો રોગ (Hashimoto's Thyroiditis) :** આ રોગમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ થાઇરોઇડ ગ્રંથિ પર હુમલો કરે છે, જેના કારણે થાઇરોઇડ હોર્મોનનું ઉત્પાદન ઘટે છે. થાઇરોઇડ હોર્મોન્સ શરીરના ચયાપચયને નિયંત્રિત કરે છે. હાશિમોટોના રોગના લક્ષણોમાં થાક, વજનમાં વધારો, ઠંડી સહન ન થવી, કબજિયાત, સુકા વાળ - ચામડી અને સ્નાયુઓમાં દુખાવો શામેલ હોઈ શકે છે.
- **ગ્રેવ્સ રોગ (Graves' Disease) :** ગ્રેવ્સ રોગમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ થાઇરોઇડ ગ્રંથિને ઉત્તેજીત કરતા એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે, જેના કારણે થાઇરોઇડ હોર્મોનનું ઉત્પાદન વધે છે. આને હાઇપરથાઇરોઇડિઝ્મ કહેવામાં આવે છે. ગ્રેવ્સ રોગના લક્ષણોમાં વજનમાં ઘટાડો, ગરમી સહન ન થવી, ધબકારા વધવા, ચીડિયાપણું, ધ્રુજારી અને આંખો બહાર નીકળી આવવી શામેલ હોઈ શકે છે.
- **ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસ (Type 1 Diabetes) :** આ રોગમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ સ્વાદુપિંડમાં ઇન્સ્યુલિન ઉત્પન્ન કરતા બીટા કોષોનો નાશ કરે છે. ઇન્સ્યુલિન એ એક હોર્મોન છે જે રક્તમાં શર્કરાના સ્તરને નિયંત્રિત કરે છે. ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસ ધરાવતા લોકોને જીવવા માટે ઇન્સ્યુલિનના ઇન્જેક્શન લેવાની જરૂર હોય છે. આ રોગના લક્ષણોમાં વારંવાર પેશાબ થવો, તરસ લાગવી, ભૂખ લાગવી, વજનમાં ઘટાડો, થાક અને ઝાંખી દૃષ્ટિ શામેલ હોઈ શકે છે.
- **મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસ (Multiple Sclerosis) :** મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ મગજ અને કરોડરજ્જુના ચેતા કોષોના માયેલિન આવરણ પર હુમલો કરે છે. માયેલિન આવરણ ચેતા કોષોને ઝડપથી અને અસરકારક રીતે સંકેતો મોકલવામાં મદદ કરે છે. મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસના લક્ષણોમાં નબળાઇ, સુન્નપણું, કળતર, દૃષ્ટિની સમસ્યાઓ, સંતુલન જાળવવામાં મુશ્કેલી, થાક અને જ્ઞાનાત્મક સમસ્યાઓ શામેલ હોઈ શકે છે.
- **મ્યાસ્થેનિયા ગ્રેવિસ (Myasthenia Gravis) :** આ રોગમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ ચેતા અને સ્નાયુઓ વચ્ચેના જોડાણ પરના એસિટિલકોલિન નામના ન્યુરોટ્રાન્સમીટર માટેના રીસેપ્ટર્સને અવરોધે છે. આ ખાસ કરીને ચહેરા, ગરદન, છાતી અને ગળાના સ્નાયુઓની નબળાઇ તરફ દોરી જાય છે, મ્યાસ્થેનિયા ગ્રેવિસના લક્ષણોમાં પોપચાં ઢળી પડવા, બેવડી દૃષ્ટિ, ગળવામાં અને બોલવામાં મુશ્કેલી અને થાક શામેલ હોઈ શકે છે.
- **એડિસનનો રોગ (Addison's Disease) :** એડિસનનો રોગ એ એક દુર્લભ સ્થિતિ છે જેમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ એડ્રિનલ ગ્રંથીઓ પર હુમલો કરે છે. એડ્રિનલ ગ્રંથીઓ કોર્ટિસોલ અને એલ્ડોસ્ટેરોન નામના હોર્મોન્સ ઉત્પન્ન કરે છે જે શરીરના ઘણા કાર્યોને નિયંત્રિત કરે છે, જેમ કે રક્તદાબ, પ્રવાહી સંતુલન અને તાણ પ્રતિક્રિયા. એડિસન રોગના લક્ષણોમાં થાક, નબળાઇ, વજનમાં ઘટાડો, ભૂખ ન લાગવી, ઉબકા, ઉલટી અને ચામડીનો ઘેરો રંગ શામેલ હોઈ શકે છે.
- **પર્નિશિયસ એનિમિયા (Pernicious Anemia) :** આ રોગમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ પેટમાં એવા કોષો પર હુમલો કરે છે જે ઇન્ટ્રિન્સિક ફેક્ટર નામનું પ્રોટીન ઉત્પન્ન કરે છે. ઇન્ટ્રિન્સિક ફેક્ટર એ વિટામિન B12ના શોષણ માટે જરૂરી છે. પર્નિશિયસ એનિમિયા ધરાવતા લોકોમાં વિટામિન B12ની ઉણપ હોય છે, જેના કારણે થાક, નબળાઇ, શ્વાસ લેવામાં તકલીફ, ચક્કર આવવા અને ચેતા નુકસાન જેવાં લક્ષણો જોવા મળે છે.

- **સિલીયેક રોગ (Celiac Disease) :** સિલીયેક રોગમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ ઘઉં, જવ અને રાઈમાં જોવા મળતા ગ્લુટેન નામના પ્રોટીન પર પ્રતિક્રિયા આપે છે. આ પ્રતિક્રિયા નાના આંતરડાને નુકસાન પહોંચાડે છે, જેના કારણે પોષકતત્વોનું શોષણ ઘટે છે. સિલીયેક રોગના લક્ષણોમાં ઝાડા, વજનમાં ઘટાડો, પેટમાં દુખાવો, થાક અને ચામડી પર ફોલ્લા થવા શામેલ હોઈ શકે છે.
- **વિટિલિગો (Vitiligo) :** આ રોગમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ મેલાનોસાયટ્સ નામના કોષોનો નાશ કરે છે જે ચામડીને રંગ આપે છે. વિટિલિગોના કારણે ચામડી પર સફેદ ડાઘા પડે છે.

અંગ-વિશિષ્ટ ઓટોઇમ્યુન રોગોનું નિદાન સામાન્ય રીતે તબીબી ઇતિહાસ, શારીરિક તપાસ અને પ્રયોગશાળા પરીક્ષણોના આધારે કરવામાં આવે છે. ઓટોએન્ટિબોડીઝ, જે શરીરના પોતાના કોષો અને પેશીઓ પર હુમલો કરતા એન્ટિબોડીઝ છે, તે ઘણીવાર આ રોગો ધરાવતા લોકોના રક્તમાં હાજર હોય છે.

અંગ-વિશિષ્ટ ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવાર રોગના પ્રકાર અને ગંભીરતા પર આધારિત છે. સારવારનો ઉદ્દેશ્ય રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને દબાવવા, બળતરા ઘટાડવા અને રોગગ્રસ્ત અંગના કાર્યને ટેકો આપવાનો છે. દવાઓ, હોર્મોન રિપ્લેસમેન્ટ થેરાપી અને જીવનશૈલીમાં ફેરફાર એ સામાન્ય સારવાર પદ્ધતિઓ છે.

9.5. પ્રણાલીગત ઓટોઇમ્યુન રોગો (Systemic Autoimmune Diseases) :

અગાઉ અંગ-વિશિષ્ટ ઓટોઇમ્યુન રોગોનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ શરીરના કોઈ ચોક્કસ અંગ અથવા પેશી પર હુમલો કરે છે. હવે આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોના બીજા મુખ્ય પ્રકાર, એટલે કે પ્રણાલીગત ઓટોઇમ્યુન રોગોનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું.

પ્રણાલીગત ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરીરના ઘણા અંગો અને પેશીઓને અસર કરે છે. આ પ્રકારના ઓટોઇમ્યુન રોગો વધુ વ્યાપક હોય છે અને તેના લક્ષણો પણ વધુ વૈવિધ્યસભર હોય છે.

અહીં અમુક સામાન્ય પ્રણાલીગત ઓટોઇમ્યુન રોગોના ઉદાહરણો છે :

- **પ્રણાલીગત લ્યુપસ એરિથેમેટોસસ (Systemic Lupus Erythematosus - SLE) :** SLE, જેને ટૂંકમાં લ્યુપસ કહેવામાં આવે છે, તે એક જટિલ ઓટોઇમ્યુન રોગ છે જે ચામડી, સાંધા, કિડની, મગજ અને અન્ય અંગોને અસર કરી શકે છે. લ્યુપસના લક્ષણો હળવાથી લઈને ગંભીર અને જીવલેણ પણ હોઈ શકે છે. સામાન્ય લક્ષણોમાં થાક, સાંધામાં દુખાવો અને સોજો, ચામડી પર ફોલ્લા, તાવ અને વાળ ખરવાનો સમાવેશ થાય છે. લ્યુપસ 'બટરફ્લાય ફોલ્લીઓ' તરીકે ઓળખાતા ગાલ અને નાક પર લાલ ફોલ્લાનું કારણ બની શકે છે.

- **સંધિવા (Rheumatoid Arthritis - RA) :** સંધિવા એ એક દીર્ઘકાલીન બળતરા સંબંધી રોગ છે જે મુખ્યત્વે સાંધાને અસર કરે છે, પરંતુ તે અન્ય અંગોને પણ અસર કરી શકે છે. સંધિવાના લક્ષણોમાં સાંધામાં દુખાવો, સોજો, જડતા અને સાંધાના કાર્યમાં ઘટાડો શામેલ છે. આ રોગ સામાન્ય રીતે હાથ અને પગના નાના સાંધાને સપ્રમાણ રીતે અસર કરે છે.
- **સ્જોર્ગન સિન્ડ્રોમ (Sjögren's Syndrome) :** સ્જોર્ગન સિન્ડ્રોમ એ એક ઓટોઇમ્યુન રોગ છે જે મુખ્યત્વે લાળ અને આંસુ ઉત્પન્ન કરતી ગ્રંથીઓને અસર કરે છે. આના કારણે મોં અને આંખો સુકાઇ જાય છે. સ્જોર્ગન સિન્ડ્રોમના અન્ય લક્ષણોમાં થાક, સાંધામાં દુખાવો અને સ્નાયુઓમાં દુખાવો શામેલ હોઈ શકે છે. આ રોગ અન્ય અંગોને જેમ કે કિડની, ફેફસાં અને ચેતાતંત્ર પણ અસર કરી શકે છે
- **સ્ક્લેરોડર્મા (Scleroderma) :** સ્ક્લેરોડર્મા એ એક દુર્લભ ઓટોઇમ્યુન રોગ છે જેમાં ચામડી અને અન્ય પેશીઓ સખત અને જાડી થઈ જાય છે. આ રોગ રક્તવાહિનીઓ, આંતરિક અંગો અને પાચનતંત્રને પણ અસર કરી શકે છે. સ્ક્લેરોડર્માના લક્ષણોમાં ચામડીમાં ચુસ્તતા અને જાડાઇ, આંગળીઓ અને અંગૂઠામાં ઠંડી અને નિષ્ક્રિયતા આવે છે (રેનોડની ઘટના) અને ગળવામાં મુશ્કેલી શામેલ હોઈ શકે છે.
- **એન્કીલોઝિંગ સ્પોન્ડિલાઈટિસ (Ankylosing Spondylitis) :** એન્કીલોઝિંગ સ્પોન્ડિલાઈટિસ એ કરોડરજ્જુને અસર કરતી એક બળતરા સંબંધી બિમારી છે. આ રોગ કરોડરજ્જુના સાંધામાં દુખાવો અને જડતાનું કારણ બને છે અને તે આખરે કરોડરજ્જુના હાડકાંને એકબીજા સાથે જોડી શકે છે, જેના કારણે કરોડરજ્જુની ગતિશીલતા ઘટી જાય છે. એન્કીલોઝિંગ સ્પોન્ડિલાઈટિસ આંખો, હૃદય અને ફેફસાને પણ અસર કરી શકે છે.
- **પોલીમાયોસાઇટિસ અને ડર્માટોમાયોસાઇટિસ (Polymyositis and Dermatomyositis) :** આ બંને સંકળાયેલ રોગો છે જે સ્નાયુઓની બળતરા અને નબળાઇનું કારણ બને છે. પોલીમાયોસાઇટિસ મુખ્યત્વે હાડપિંજરના સ્નાયુઓને અસર કરે છે, જ્યારે ડર્માટોમાયોસાઇટિસ ચામડી પર ફોલ્લાનું કારણ પણ બને છે. આ રોગોના લક્ષણોમાં સ્નાયુઓની નબળાઇ, થાક અને ગળવામાં મુશ્કેલી શામેલ હોઈ શકે છે.
- **વેસ્ક્યુલાઇટિસ (Vasculitis) :** વેસ્ક્યુલાઇટિસ એ રક્તવાહિનીઓની બળતરાનો એક સમૂહ છે. આ રોગ નાની, મધ્યમ અથવા મોટી રક્તવાહિનીઓને અસર કરી શકે છે અને તેના કારણે પેશીઓને નુકસાન થઈ શકે છે. વેસ્ક્યુલાઇટિસના લક્ષણો કયા પ્રકારની રક્તવાહિનીઓ પ્રભાવિત છે તેના પર આધાર રાખે છે, પરંતુ તેમાં તાવ, થાક, વજનમાં ઘટાડો, સ્નાયુ અને સાંધામાં દુખાવો અને ચામડી પર ફોલ્લા શામેલ હોઈ શકે છે.

પ્રણાલીગત ઓટોઇમ્યુન રોગોનું નિદાન શારીરિક તપાસ, તબીબી ઇતિહાસ અને પ્રયોગશાળા પરીક્ષણોના આધારે કરવામાં આવે છે. ઓટોએન્ટિબોડીઝ, જે શરીરના પોતાના કોષો અને પેશીઓ પર હુમલો કરતા એન્ટિબોડીઝ છે, તે ઘણીવાર આ રોગો ધરાવતા લોકોના રક્તમાં હાજર હોય છે. પ્રણાલીગત ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવાર રોગના પ્રકાર અને ગંભીરતા પર આધારિત છે. સારવારનો ઉદ્દેશ્ય રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને દબાવવા, બળતરા ઘટાડવા અને લક્ષણોને દૂર કરવાનો છે. દવાઓ, જેમ કે કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ, ઇમ્યુનોસપ્રેસન્ટ્સ અને બાયોલોજિક એજન્ટ્સ, સામાન્ય રીતે સારવારમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે. જીવનશૈલીમાં ફેરફાર, જેમ કે પૂરતો આરામ લેવો, તંદુરસ્ત આહાર લેવો અને નિયમિત વ્યાયામ કરવો, પણ મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

9.6. ઓટોઇમ્યુન રોગોનું નિદાન : ઓટોએન્ટીબોડીઝ, બાયોપ્સી (Diagnosis of Autoimmune Diseases : Autoantibodies, Biopsy) :

આપણે અગાઉ પ્રણાલીગત ઓટોઇમ્યુન રોગો સહિત વિવિધ પ્રકારના ઓટોઇમ્યુન રોગોનો અભ્યાસ કર્યો. હવે આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોના નિદાન માટે ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિઓનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું.

ઓટોઇમ્યુન રોગોનું નિદાન કરવું મુશ્કેલ હોઈ શકે છે કારણ કે લક્ષણો ઘણીવાર અન્ય રોગો જેવાં જ હોય છે અને તે વ્યક્તિએ વ્યક્તિએ બદલાઈ શકે છે. નિદાન કરવા માટે ડૉક્ટરો નીચેની પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે :

1. તબીબી ઇતિહાસ અને શારીરિક તપાસ :

ડૉક્ટર સૌ પ્રથમ દર્દીના તબીબી ઇતિહાસ વિશે પૂછપરછ કરશે, જેમાં લક્ષણો, કૌટુંબિક ઇતિહાસ અને અન્ય તબીબી સ્થિતિઓ શામેલ હશે. ત્યારબાદ, ડૉક્ટર શારીરિક તપાસ કરશે, જેમાં સાંધા, ચામડી અને અન્ય અંગોની તપાસ શામેલ હોઈ શકે છે. આ પ્રારંભિક મૂલ્યાંકન ડૉક્ટરને નિદાન તરફ દોરવામાં મદદ કરે છે.

2. પ્રયોગશાળા પરીક્ષણો :

પ્રયોગશાળા પરીક્ષણો ઓટોઇમ્યુન રોગોના નિદાનમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આ પરીક્ષણોમાં શામેલ હોઈ શકે છે :

- **(Autoantibodies) ઓટોએન્ટિબોડીઝ પરીક્ષણો :** ઓટોએન્ટિબોડીઝ એ એન્ટિબોડીઝ છે જે શરીરના પોતાના કોષો અને પેશીઓ પર હુમલો કરે છે. ઓટોઇમ્યુન રોગો ધરાવતા લોકોના રક્તમાં ઘણીવાર ચોક્કસ પ્રકારના ઓટોએન્ટિબોડીઝ હાજર હોય છે. આ પરીક્ષણો ઓટોઇમ્યુન રોગની હાજરી સૂચવી શકે છે અને નિદાનને સમર્થન આપવામાં મદદ કરી શકે છે.
    - **એન્ટિન્યુક્લિયર એન્ટિબોડી (ANA) પરીક્ષણ :** ANA પરીક્ષણ એ એક સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતું પરીક્ષણ છે જે કોષના ન્યુક્લિયસમાં જોવા મળતા એન્ટિજેન્સ સામે નિર્દેશિત એન્ટિબોડીઝ શોધે છે. ANA પરીક્ષણ લ્યુપસ, સ્જોર્ગન સિન્ડ્રોમ અને સ્ક્લેરોડર્મા સહિત ઘણા ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં પોઝિટિવ હોય છે. જો કે, એ નોંધવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે ANA પરીક્ષણ અન્ય સ્થિતિઓમાં પણ પોઝિટિવ હોઈ શકે છે અને તંદુરસ્ત લોકોમાં પણ તે ઓછી માત્રામાં જોવા મળી શકે છે.
    - **રૂમેટોઇડ ફેક્ટર (RF) પરીક્ષણ :** RF એ એન્ટિબોડીઝ છે જે ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન G (IgG) નામના અન્ય એન્ટિબોડીના ભાગ સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે. RF પરીક્ષણ સંધિવા ધરાવતા મોટાભાગના લોકોમાં પોઝિટિવ હોય છે, પરંતુ તે સ્જોર્ગન સિન્ડ્રોમ અને લ્યુપસ જેવાં અન્ય ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં પણ પોઝિટિવ હોઈ શકે છે.

- **એન્ટિ-સાયક્લિક સિટ્રુલિનેટેડ પેપ્ટાઇડ (એન્ટિ-CCP) એન્ટિબોડી પરીક્ષણ :** એન્ટિ-CCP એન્ટિબોડીઝ એ સંધિવા માટે વધુ વિશિષ્ટ પરીક્ષણ છે. આ પરીક્ષણ સંધિવાના પ્રારંભિક તબક્કામાં પણ પોઝિટિવ હોઈ શકે છે અને તે રોગની પ્રગતિની આગાહી કરવામાં મદદ કરી શકે છે.
- **અન્ય ઓટોએન્ટિબોડીઝ પરીક્ષણો :** ચોક્કસ ઓટોઇમ્યુન રોગના આધારે અન્ય ઓટોએન્ટિબોડીઝ પરીક્ષણોનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, થાઇરોઇડ રોગના નિદાન માટે થાઇરોઇડ-સ્ટિમ્યુલેટિંગ ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન (TSI) અને એન્ટિ-થાઇરોઇડ પેરોક્સિડેઝ (એન્ટિ-TPO) એન્ટિબોડીઝ અને ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસના નિદાન માટે ઇન્સ્યુલિન ઓટોએન્ટિબોડીઝ અને આઇલેટ સેલ એન્ટિબોડીઝનો ઉપયોગ કરી શકાય છે.

- **(Biopsy) બાયોપ્સી :** બાયોપ્સીમાં શરીરના અસરગ્રસ્ત પેશીઓનો એક નાનો નમૂનો લેવામાં આવે છે અને માઇક્રોસ્કોપ હેઠળ તેની તપાસ કરવામાં આવે છે. બાયોપ્સી બળતરા, પેશીઓને નુકસાન અને ઓટોઇમ્યુન રોગના અન્ય સંકેતોને ઓળખવામાં મદદ કરી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ચામડીની બાયોપ્સી લ્યુપસ અથવા સ્ક્લેરોડર્મામાં જોવા મળતા લાક્ષણિક ફેરફારો બતાવી શકે છે, જ્યારે સ્નાયુની બાયોપ્સી પોલીમાયોસાઇટિસ અથવા ડર્માટોમાયોસાઇટિસમાં બળતરા અને સ્નાયુ તંતુઓને નુકસાન બતાવી શકે છે. આંતરડાની બાયોપ્સી સિલીયેક રોગના નિદાનમાં મદદ કરી શકે છે.
- **અન્ય રક્ત પરીક્ષણો :**
  - **એરિથ્રોસાઇટ સેડિમેન્ટેશન રેટ (ESR) અને C-રિએક્ટિવ પ્રોટીન (CRP) :** આ પરીક્ષણો શરીરમાં બળતરાના સ્તરને માપે છે. ESR અને CRP ઘણા ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં વધેલા હોય છે, પરંતુ તે બળતરાના અન્ય કારણોસર પણ વધી શકે છે.
  - **સંપૂર્ણ રક્ત ગણતરી (CBC) :** CBC લાલ રક્ત કોશિકાઓ, સફેદ રક્ત કોશિકાઓ અને પ્લેટલેટ્સની સંખ્યાને માપે છે. અમુક ઓટોઇમ્યુન રોગો, જેમ કે લ્યુપસ અને સંધિવા, રક્ત કોશિકાઓની સંખ્યામાં ફેરફારનું કારણ બની શકે છે.

3. ઇમેજિંગ પરીક્ષણો :

ઇમેજિંગ પરીક્ષણો જેમ કે એક્સ-રે, સીટી સ્કેન અને એમઆરઆઇ, શરીરના આંતરિક અંગો અને પેશીઓની છબીઓ બનાવે છે. આ પરીક્ષણો ઓટોઇમ્યુન રોગોના કારણે થતાં ફેરફારોને શોધવામાં મદદ કરી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, એક્સ-રે સંધિવામાં સાંધાને થયેલા નુકસાનને બતાવી શકે છે, જ્યારે એમઆરઆઇ મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસમાં મગજ અને કરોડરજ્જુમાં થયેલાં ફેરફારોને બતાવી શકે છે.

ઓટોઇમ્યુન રોગોનું નિદાન એ એક જટિલ પ્રક્રિયા છે જેમાં તબીબી ઇતિહાસ, શારીરિક તપાસ, પ્રયોગશાળા પરીક્ષણો અને ઇમેજિંગ પરીક્ષણોના સંયોજનનો ઉપયોગ થાય છે. ઓટોએન્ટિબોડીઝ અને બાયોપ્સી એ નિદાનમાં મદદ કરવા માટેના બે મહત્ત્વપૂર્ણ સાધનો છે. ચોક્કસ નિદાન અને યોગ્ય સારવાર યોજના બનાવવા માટે ડૉક્ટર સાથે મળીને કામ કરવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

9.7. ઓટોઇમ્યુન રોગોનો ઉપચાર : ઇમ્યુનોસપ્રેશન, ઇમ્યુનોમોડ્યુલેશન :

આપણે અગાઉના પ્રકરણોમાં ઓટોઇમ્યુન રોગોના નિદાન માટે ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો. હવે આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવાર માટે ઉપલબ્ધ વિવિધ પદ્ધતિઓનો ટૂંકમાં અભ્યાસ કરીશું.

ઓટોઇમ્યુન રોગોનો કોઈ કાયમી ઈલાજ નથી, પરંતુ સારવાર લક્ષણોને નિયંત્રિત કરવામાં, રોગની પ્રગતિને ધીમી કરવામાં, અને જીવનની ગુણવત્તામાં સુધારો કરવામાં મદદ કરી શકે છે. સારવારનો મુખ્ય ધ્યેય રોગપ્રતિકારક શક્તિની પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રણમાં રાખવાનો છે. આ માટે બે મુખ્ય પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે :

1. ઇમ્યુનોસપ્રેશન (Immunosuppression) :

ઇમ્યુનોસપ્રેશન એટલે એવી દવાઓનો ઉપયોગ જે રોગપ્રતિકારક શક્તિની પ્રવૃત્તિને દબાવી દે છે. આ દવાઓ ઓટોએન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન ઘટાડીને અને બળતરા પેદા કરતા કોષોની પ્રવૃત્તિને ઘટાડીને કામ કરે છે.

- **કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ (Corticosteroids) :** કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ, જેમ કે પ્રેડનિસોન, એ શક્તિશાળી બળતરા વિરોધી દવાઓ છે. તે રોગપ્રતિકારક શક્તિના પ્રતિભાવને ઝડપથી દબાવી શકે છે અને લક્ષણોમાં રાહત આપી શકે છે. ટૂંકાગાળા માટે તે ઓછા ડોઝમાં આપી શકાય છે, પરંતુ લાંબાગાળાના ઉપયોગથી આડઅસરો થઈ શકે છે, જેમ કે વજનમાં વધારો, હાડકાં પાતળા થવા અને ચેપનું જોખમ વધવું.
- **પરંપરાગત ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ (Conventional Immunosuppressants) :** મેથોટ્રેક્સેટ, સાયક્લોફોસ્ફેમાઇડ, એઝાથિઓપ્રિન અને સાયક્લોસ્પોરિન જેવી દવાઓ રોગપ્રતિકારક કોષોના ઉત્પાદન અથવા કાર્યમાં દખલ કરે છે. આ દવાઓ ઓટોઇમ્યુન રોગોના લક્ષણોને નિયંત્રિત કરવામાં અસરકારક હોઈ શકે છે, પરંતુ તે ચેપનું જોખમ પણ વધારી શકે છે.
- **કેલ્સિન્યુરિન ઇન્હિબિટર્સ (Calcineurin Inhibitors) :** સાયક્લોસ્પોરિન અને ટેક્રોલિમસ જેવી દવાઓ T-કોષોની પ્રવૃત્તિને અવરોધે છે. આ દવાઓનો ઉપયોગ ઘણીવાર અંગ પ્રત્યારોપણ પછી રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવવા માટે થાય છે, પરંતુ તે અમુક ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવારમાં પણ ઉપયોગી થઈ શકે છે.

2. ઇમ્યુનોમોડ્યુલેશન (Immunomodulation) :

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેશન એટલે એવી દવાઓનો ઉપયોગ જે રોગપ્રતિકારક શક્તિની પ્રવૃત્તિને દબાવવાને બદલે તેને બદલે છે. આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને સંતુલિત કરવામાં અને ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયાને ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.

- **(Biologics) બાયોલોજિક એજન્ટ્સ :** બાયોલોજિક એજન્ટ્સ એ આનુવંશિક રીતે એન્જિનિયર્ડ પ્રોટીન છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિના ચોક્કસ ભાગોને નિશાન બનાવે છે. આ દવાઓ ઓટોઇમ્યુન રોગોના લક્ષણોને નિયંત્રિત કરવામાં ખૂબ જ અસરકારક હોઈ શકે છે.
  - **TNF-આલ્ફા અવરોધકો (TNF-alpha Inhibitors) :** ઇન્ફ્લિક્સિમેબ, એડાલિમુમેબ અને ઇટાર્નરસેપ્ટ જેવી દવાઓ ટ્યુમર નેક્રોસિસ ફેક્ટર-આલ્ફા (TNF-alpha) નામના બળતરા પેદા કરતા પ્રોટીનને અવરોધે છે. આ દવાઓ સંધિવા, એન્કીલોઝિંગ સ્પોન્ડિલાઈટિસ અને સોરાયટિક સંધિવા જેવાં રોગોની સારવારમાં અસરકારક છે.
  - **ઇન્ટરલ્યુકિન અવરોધકો (Interleukin Inhibitors) :** આ દવાઓ ઇન્ટરલ્યુકિન્સ નામના બળતરા પેદા કરતા પ્રોટીનને નિશાન બનાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ટોસિલિઝુમેબ ઇન્ટરલ્યુકિન-6 (IL-6)ને અવરોધે છે અને તેનો ઉપયોગ સંધિવાની સારવાર માટે થાય છે, જ્યારે યુસ્ટેકિનુમેબ ઇન્ટરલ્યુકિન-12 અને ઇન્ટરલ્યુકિન-23 ને અવરોધે છે અને તેનો ઉપયોગ સોરાયસિસ અને સોરાયટિક સંધિવાની સારવાર માટે થાય છે.
  - **B-કોષ અવરોધકો (B-cell Inhibitors) :** રિટુક્સિમેબ જેવી દવાઓ B-કોષોને નિશાન બનાવે છે, જે એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરે છે. આ દવાઓનો ઉપયોગ લ્યુપસ, સંધિવા અને વેસ્ક્યુલાઇટિસ જેવાં રોગોની સારવાર માટે થાય છે.
  - **T-કોષ કો-સ્ટિમ્યુલેશન મોડ્યુલેટર્સ (T-cell Co-stimulation Modulators) :** એબેટાસેપ્ટ જેવી દવાઓ T-કોષોને સક્રિય થતાં અટકાવે છે. આ દવાઓનો ઉપયોગ સંધિવાની સારવાર માટે થાય છે.
- **ઇન્ટ્રાવેનસ ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન (Intravenous Immunoglobulin - IVIg) :** IVIg એ હજારો તંદુરસ્ત દાતાઓના પ્લાઝ્મામાંથી એકત્રિત કરાયેલા એન્ટિબોડીઝનું મિશ્રણ છે. IVIgને નસ દ્વારા આપવામાં આવે છે અને તે ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં બળતરા ઘટાડવામાં મદદ કરી શકે છે. IVIgનો ઉપયોગ ગિલેન-બેરે સિન્ડ્રોમ, ક્રોનિક ઇન્ફ્લેમેટરી ડિમાયેલિનેટિંગ પોલિન્યુરોપથી (CIDP) અને કાવાસાકી રોગ જેવાં રોગોની સારવાર માટે થાય છે.

અન્ય સારવાર પદ્ધતિઓ :

પ્લાઝ્માફેરેસિસ (Plasmapheresis) : આ પ્રક્રિયામાં લોહીને શરીરમાંથી બહાર કાઢવામાં આવે છે, પ્લાઝ્મા (પ્રવાહી જેમાં ઓટોએન્ટિબોડીઝ હોય છે)ને દૂર કરવામાં આવે છે અને બાકીના રક્ત કોષોને શરીરમાં પાછા આપવામાં આવે છે. પ્લાઝ્માફેરેસિસનો ઉપયોગ ગંભીર ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવાર માટે થઈ શકે છે, જેમ કે ગુડપાસ્ચર સિન્ડ્રોમ (Goodpasture's Syndrome) અને થ્રોમ્બોટિક થ્રોમ્બોસાયટોપેનિક પુરપુરા (Thrombotic Thrombocytopenic Purpura - TTP)

સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન (Stem Cell Transplantation) : અમુક ગંભીર કિસ્સાઓમાં સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનનો ઉપયોગ થઈ શકે છે.

જીવનશૈલીમાં ફેરફાર અને સહાયક સંભાળ :

તંદુરસ્ત આહાર, નિયમિત વ્યાયામ, પૂરતો આરામ, તણાવ વ્યવસ્થાપન અને ધૂમ્રપાન છોડવું જેવાં જીવનશૈલીમાં ફેરફાર, દુખાવા માટેની દવાઓ, ફિઝીયોથેરાપી, વ્યવસાયિક ઉપચાર અને મનોવૈજ્ઞાનિક સહાય જેવી સહાયક સંભાળ પણ જરૂરી બની શકે છે.

ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવાર એ એક જટિલ પ્રક્રિયા છે અને સારવારની પસંદગી રોગના પ્રકાર, ગંભીરતા, અને વ્યક્તિગત દર્દીની જરૂરિયાતો પર આધારિત છે. યોગ્ય સારવાર યોજના બનાવવા માટે ડોક્ટર સાથે મળીને કામ કરવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે. નિયમિતપણે ડોક્ટરની મુલાકાત લેવી, સૂચવ્યા મુજબ દવાઓ લેવી, અને તંદુરસ્ત જીવનશૈલી જાળવવી એ રોગને નિયંત્રણમાં રાખવા અને ગૂંચવણો અટકાવવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

9.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કર્યો. ઓટોઇમ્યુન રોગો એવી સ્થિતિઓ છે જેમાં શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ ભૂલથી પોતાના જ કોષો અને પેશીઓ પર હુમલો કરે છે. આપણે આ રોગોના કારણો, જે આનુવંશિક અને પર્યાવરણીય પરિબળોનું સંયોજન છે, તેનો અભ્યાસ કર્યો. સાથે સાથે આણ્વિક મિમિક્રી અને એપિટોપ પ્રસાર જેવી પ્રક્રિયાઓ ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયાને કેવી રીતે ઉત્તેજીત કરે છે તે આપણે સમજ્યા. આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોના બે મુખ્ય પ્રકારો, અંગ-વિશિષ્ટ અને પ્રણાલીગત, વચ્ચેનો તફાવત શીખ્યા અને દરેક પ્રકારના રોગોના ઉદાહરણો જોયા. ઓટોઇમ્યુન રોગોનું નિદાન જટિલ હોઈ શકે છે. ઓટોએન્ટિબોડીઝ પરીક્ષણો અને બાયોપ્સી સહિત વિવિધ નિદાન પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો. છેલ્લે, આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવાર માટે ઉપલબ્ધ વિવિધ પદ્ધતિઓનો ટૂંકમાં અભ્યાસ કર્યો, જેમાં ઇમ્યુનોસપ્રેશન અને ઇમ્યુનોમોડ્યુલેશન મુખ્ય છે. કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ, પરંપરાગત ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ, બાયોલોજિક એજન્ટ્સ, અને અન્ય સારવાર પદ્ધતિઓ જેવી દવાઓનો ઉપયોગ રોગપ્રતિકારક શક્તિની પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રિત કરવા અને લક્ષણોને દૂર કરવા માટે થાય છે.

આ એકમ દ્વારા આપણે ઓટોઇમ્યુન રોગોની જટિલતા અને આ રોગોથી પીડાતા લોકોના જીવન પર તેની અસર સમજી શક્યા. ભવિષ્યમાં સંશોધન આપણને આ રોગોના કારણો અને ઉપચાર અંગે વધુ ઊંડી સમજ આપશે જેનાથી વધુ સારી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવી શકાશે.

9.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. ઓટોઇમ્યુન રોગોમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ કોના પર હુમલો કરે છે?
   a) બેક્ટેરિયા b) વાયરસ
   c) શરીરના પોતાના કોષો d) પરોપજીવીઓ
2. નીચેનામાંથી કયો ઓટોઇમ્યુન રોગ નથી?
   a) સંધિવા b) ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસ
   c) એઇડ્સ d) મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસ

3. નીચેનામાંથી કયું પરિબળ ઓટોઇમ્યુન રોગો થવાનું જોખમ વધારે છે?
   a) આનુવંશિક પરિબળો b) ચેપ
   c) ધૂમ્રપાન d) ઉપરના તમામ
4. આણ્વિક મિમિક્રીમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ કોના પર ભૂલથી હુમલો કરે છે?
   a) વિદેશી એન્ટિજેન
   b) શરીરના પોતાના કોષો જે વિદેશી એન્ટિજેન જેવાં દેખાય છે
   c) ફક્ત બેક્ટેરિયા
   d) ફક્ત વાયરસ
5. એપિટોપ પ્રસારમાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા કેવી રીતે બદલાય છે?
   a) તે નબળી પડે છે b) તે મજબૂત બને છે
   c) તે નવા એન્ટિજેનને નિશાન બનાવે છે d) તે અદૃશ્ય થઈ જાય છે
6. નીચેનામાંથી કયો રોગ અંગ-વિશિષ્ટ ઓટોઇમ્યુન રોગ છે?
   a) હાશિમોટોનો રોગ b) પ્રણાલીગત લ્યુપસ એરિથેમેટોસસ
   c) સંધિવા d) સ્જોર્ગન સિન્ડ્રોમ
7. નીચેનામાંથી કયો રોગ પ્રણાલીગત ઓટોઇમ્યુન રોગ છે?
   a) ગ્રેવ્સ રોગ b) મ્યાસ્થેનિયા ગ્રેવિસ
   c) એડિસનનો રોગ d) સ્ક્લેરોડર્મા
8. ઓટોએન્ટિબોડીઝ શું છે?
   a) એન્ટિબોડીઝ જે બેક્ટેરિયા પર હુમલો કરે છે
   b) એન્ટિબોડીઝ જે વાયરસ પર હુમલો કરે છે
   c) એન્ટિબોડીઝ જે શરીરના પોતાના કોષો પર હુમલો કરે છે
   d) એન્ટિબોડીઝ જે પરોપજીવીઓ પર હુમલો કરે છે
9. નીચેનામાંથી કઈ સારવાર પદ્ધતિ રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવી દે છે?
   a) ઇમ્યુનોમોડ્યુલેશન b) ઇમ્યુનોસપ્રેશન
   c) રસીકરણ d) એન્ટિબાયોટિક્સ
10. નીચેનામાંથી કઈ દવા ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટર છે?
   a) પ્રેડનિસોન b) મેથોટ્રેક્સેટ
   c) રિટુક્સિમેબ d) સાયક્લોફોસ્ફેમાઇડ

જવાબો : 1-c, 2-c, 3-d, 4-b, 5-c, 6-a, 7-d, 8-c, 9-b, 10-c.

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. ઓટોઇમ્યુન રોગ એટલે શું?
2. ઓટોઇમ્યુન રોગો થવા માટેના બે મુખ્ય જોખમી પરિબળો કયા છે?
3. મોલેક્યુલર મિમિક્રી અને એપિટોપ પ્રસાર વચ્ચે શું તફાવત છે?
4. અંગ-વિશિષ્ટ અને પ્રણાલીગત ઓટોઇમ્યુન રોગો વચ્ચે શું તફાવત છે?
5. હાશિમોટોના રોગના ચાર લક્ષણો આપો.
6. ટાઇપ 1 ડાયાબિટીસ કેવી રીતે થાય છે?
7. પ્રણાલીગત લ્યુપસ એરિથેમેટોસસ (SLE)ના ચાર લક્ષણો આપો.

8. સંધિવા શરીરના કયા ભાગોને અસર કરે છે?
9. ઓટોએન્ટિબોડીઝ પરીક્ષણો કેવી રીતે ઓટોઇમ્યુન રોગોના નિદાનમાં મદદ કરે છે?
10. ઇમ્યુનોસપ્રેશન અને ઇમ્યુનોમોડ્યુલેશન વચ્ચે શું તફાવત છે?

લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. ઓટોઇમ્યુન રોગો થવા માટે જવાબદાર પરિબળોની ચર્ચા કરો. આનુવંશિક અને પર્યાવરણીય પરિબળો કેવી રીતે ઓટોઇમ્યુન પ્રતિક્રિયા તરફ દોરી જાય છે તે સમજાવો.
2. ઓટોઇમ્યુન રોગોના બે મુખ્ય પ્રકારો, અંગ-વિશિષ્ટ અને પ્રણાલીગતનું વર્ણન કરો. દરેક પ્રકારના રોગોના ત્રણ ઉદાહરણો આપો અને તેમના લક્ષણોની ચર્ચા કરો.
3. ઓટોઇમ્યુન રોગોના નિદાન માટે ઉપયોગમાં લેવાતી વિવિધ પદ્ધતિઓનું વર્ણન કરો. ઓટોએન્ટિબોડીઝ પરીક્ષણો અને બાયોપ્સી કેવી રીતે નિદાનમાં મદદ કરે છે તે સમજાવો.
4. ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવાર માટે ઉપયોગમાં લેવાતી બે મુખ્ય પદ્ધતિઓ, ઇમ્યુનોસપ્રેશન અને ઇમ્યુનોમોડ્યુલેશનનું વર્ણન કરો. દરેક પદ્ધતિમાં ઉપયોગમાં લેવાતી દવાઓના ઉદાહરણો આપો અને તેમની કાર્યપદ્ધતિ સમજાવો.
5. ઓટોઇમ્યુન રોગોની સારવારમાં ઉપયોગમાં લેવાતી નવી દવાઓ અને સારવાર પદ્ધતિઓ વિશે ચર્ચા કરો. શું ભવિષ્યમાં ઓટોઇમ્યુન રોગોને મટાડવાની કોઈ સંભાવના છે?

ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી ડિસઓર્ડર્સ (Immunodeficiency Disorders). 10

10.1 પ્રસ્તાવના

10.2 પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી : આનુવંશિક ખામીઓ

10.3 'B' સેલની ઉણપ

10.4 'T' સેલની ઉણપ

10.5 સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપ

10.6 ફેગોસાઈટિક ખામીઓ

10.7 ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી : એચ.આઈ.વી./એઈડ્સ, કુપોષણ, દવાઓ

10.8 સારાંશ

10.9 સ્વાધ્યાય

10.1. પ્રસ્તાવના

આપણા શરીરની ઈમ્યુન સિસ્ટમ એ રોગો અને ચેપ સામે લડવા માટે કુદરતી શસ્ત્ર છે. તે વિવિધ કોષો, પેશીઓ અને અંગોથી બનેલી જટિલ સિસ્ટમ છે જે એક સાથે કામ કરે છે. જોકે, કેટલીક પરિસ્થિતિઓમાં આ સિસ્ટમ નબળી પડી શકે છે અને યોગ્ય રીતે કામ કરવાનું બંધ કરી શકે છે. આ પરિસ્થિતિને ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી કહેવામાં આવે છે, જે લોકોને વિવિધ ચેપ અને રોગો માટે વધુ સંવેદનશીલ બનાવે છે.

આ એકમમાં આપણે ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી ડિસઓર્ડર્સનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે મુખ્યત્વે બે પ્રકારના ડિસઓર્ડર્સ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું : પ્રાથમિક અને ગૌણ. પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી એ આનુવંશિક ખામીઓને કારણે થતી બીમારીઓનો સમૂહ છે જે જન્મથી હાજર હોય છે. આ ખામીઓ ઈમ્યુન સિસ્ટમના વિવિધ ઘટકોને અસર કરી શકે છે, જેમ કે 'B' સેલ, **'T'** સેલ, ફેગોસાઈટ્સ, વગેરે. બીજી બાજુ ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી એ એચ.આઈ.વી./એઈડ્સ, કુપોષણ, દવાઓ વગેરે જેવાં બાહ્ય પરિબળોને કારણે થાય છે.

આપણે દરેક પ્રકારની ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીના કારણો, લક્ષણો, નિદાન અને સારવારનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે 'B' સેલની ખામીઓ, **'T'** સેલની ખામીઓ, સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ખામીઓ અને ફેગોસાઈટિક ખામીઓ પર પણ ધ્યાન આપીશું. આ ઉપરાંત, આપણે એચ.આઈ.વી./એઇડ્સ, કુપોષણ અને દવાઓની અસરો પણ સમજીશું.

આ એકમનો ઉદ્દેશ્ય આપણને ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી ડિસઓર્ડર્સ વિશે ઊંડી સમજ આપવાનો છે. આ જ્ઞાન આપણને આ ડિસઓર્ડર્સને સમયસર ઓળખવામાં અને યોગ્ય સારવાર મેળવવામાં મદદ કરી શકે છે. આ ઉપરાંત, આ ડિસઓર્ડર્સથી પીડાતા લોકો માટે શ્રેષ્ઠ શક્ય સંભાળ પૂરી પાડવામાં મદદ કરશે.

પરિચય :

ઈમ્યુનોડેફિસિયન્સી ડિસઓર્ડર એવી સ્થિતિઓનો સમૂહ છે જેમાં શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ યોગ્ય રીતે કાર્ય કરતી નથી. આ નબળાઈ વ્યક્તિને ચેપ અને અન્ય બીમારીઓ માટે વધુ સંવેદનશીલ બનાવે છે. આ ડિસઓર્ડર જન્મજાત (પ્રાથમિક) હોઈ શકે છે, મતલબ કે વ્યક્તિ તેની સાથે જન્મે છે અથવા તે જીવનમાં પાછળથી (દ્વિતીય) વિકસી શકે છે, જેમ કે, HIV સંક્રમણને કારણે AIDS.

1952માં Dr. Ogden Bruton એ X-લિંક્ડ અગેમ્ગ્લોબુલિનમિયા (XLA) નામના પ્રથમ પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિસિયન્સી ડિસઓર્ડરનું વર્ણન કર્યું હતું. 1968માં Dr. Robert Good એ ગંભીર સંયુક્ત ઈમ્યુનોડેફિસિયન્સી (SCID) ધરાવતા દર્દીમાં પ્રથમ સફળ અસ્થિ મજ્જા પ્રત્યારોપણ કર્યું હતું. 1980ના દાયકામાં AIDSની શોધ થઈ, જે HIV વાયરસને કારણે થતો દ્વિતીય ઈમ્યુનોડેફિસિયન્સી ડિસઓર્ડર છે. 1990ના દાયકાથી આજ સુધી જનીન થેરાપી અને અન્ય અધતન સારવાર પદ્ધતિઓના વિકાસથી આ ડિસઓર્ડરની સારવારમાં નોંધપાત્ર પ્રગતિ થઈ છે.

આ ક્ષેત્રમાં ઘણા વૈજ્ઞાનિકોએ મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું છે. Dr. Ogden Bruton એ XLAની શોધ કરી હતી. Dr. Robert Good એ SCID માટે પ્રથમ સફળ અસ્થિ મજ્જા પ્રત્યારોપણ કર્યું હતું. Dr. Max Dale Cooper એ B-કોષો અને T-કોષોની ઓળખમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવી હતી, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિના મુખ્ય ઘટકો છે. Dr. Jean-Laurent Casanova પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિસિયન્સી ડિસઓર્ડરના આનુવંશિક કારણોનો અભ્યાસ કરી રહ્યા છે. Dr. Anthony Fauci AIDS અને અન્ય ચેપી રોગોના સંશોધનમાં અગ્રણી રહ્યા છે.

આજે પણ દુનિયાભરના સંશોધકો ઈમ્યુનોડેફિસિયન્સી ડિસઓર્ડરના કારણો, નિદાન અને સારવાર અંગે સંશોધન કરી રહ્યા છે. આ ક્ષેત્રમાં સતત પ્રગતિ થઈ રહી છે અને નવી અને વધુ અસરકારક સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવામાં આવી રહી છે.

10.2. પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી : આનુવંશિક ખામીઓ (Primary Immunodeficiencies : Genetic Defects) :

આપણે પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે આનુવંશિક ખામીઓને કારણે થાય છે.

પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી શું છે?

પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી (PI) એ આનુવંશિક વિકૃતિઓનો સમૂહ છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિના કાર્યોને નબળી પાડે છે. આ ખામીઓ જન્મજાત હોય છે, એટલે કે તે જન્મ સમયે હાજર હોય છે. PI ને કારણે શરીર ચેપ અને રોગો સામે લડવા માટે ઓછું સક્ષમ બને છે, જે ગંભીર અને જીવલેણ પણ બની શકે તેવા વારંવાર અને ગંભીર ચેપ તરફ દોરી જાય છે.

પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીના પ્રકારો :

PIને રોગપ્રતિકારક શક્તિના કયા ભાગને અસર થાય છે તેના આધારે વિવિધ પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે. મુખ્ય પ્રકારોમાં શામેલ છે :

- **'B' સેલની ખામીઓ :** આ ખામીઓ એન્ટિબોડીઝના ઉત્પાદનને અસર કરે છે, જે બેક્ટેરિયા અને વાયરસ જેવાં સૂક્ષ્મજંતુઓને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા માટે જરૂરી પ્રોટીન છે. 'B' સેલની ખામીઓ ધરાવતા લોકો વારંવાર બેક્ટેરિયલ ચેપ, ખાસ કરીને કાન, સાઇનસ, ફેફસાં અને પાચનતંત્રના ચેપ માટે સંવેદનશીલ હોય છે.
- **'T' સેલની ખામીઓ : 'T'** કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, જેમાં ચેપગ્રસ્ત કોષોને ઓળખવા અને નાશ કરવાનો સમાવેશ થાય છે. **'T'** સેલની ખામીઓ ધરાવતા લોકો ગંભીર વાયરલ, ફંગલ અને પ્રોટોઝોઅલ ચેપ માટે સંવેદનશીલ હોય છે. તેઓ ક્ષય રોગ જેવા અન્ય ચેપ માટે પણ વધુ સંવેદનશીલ હોઈ શકે છે.
- **સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ખામીઓ :** આ ખામીઓ 'B' અને 'T' કોષો બંનેના કાર્યોને અસર કરે છે, જે ગંભીર રોગપ્રતિકારક શક્તિની ઉણપ તરફ દોરી જાય છે. સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ખામીઓ ધરાવતા લોકો બેક્ટેરિયલ, વાયરલ, ફંગલ અને પ્રોટોઝોઅલ ચેપ સહિતના ચેપની વ્યાપક શ્રેણી માટે સંવેદનશીલ હોય છે. તેઓ જીવનના પ્રથમ થોડા મહિનામાં જ ગંભીર રીતે બીમાર થઈ શકે છે.
- **ફેગોસાયટીક ખામીઓ :** ફેગોસાયટ્સ એ કોષો છે જે બેક્ટેરિયા, ફુગ અને અન્ય સૂક્ષ્મજંતુઓનો નાશ કરે છે. ફેગોસાયટીક ખામીઓ ધરાવતા લોકો વારંવાર બેક્ટેરિયલ અને ફંગલ ચેપ, ખાસ કરીને ચામડી, ફેફસાં અને લસિકા ગાંઠોના ચેપ માટે સંવેદનશીલ હોય છે.
- **કોમ્પ્લીમેંટ ખામીઓ :** કોમ્પ્લીમેંટ સિસ્ટમ એ પ્રોટીનનું એક જૂથ છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને સૂક્ષ્મજંતુઓનો નાશ કરવામાં મદદ કરે છે. કોમ્પ્લીમેંટ ખામીઓ ધરાવતા લોકો

ગંભીર બેક્ટેરિયલ ચેપ, ખાસ કરીને મેનિન્જાઇટિસ અને ન્યુમોનિયા માટે સંવેદનશીલ હોય છે. તેઓ સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો માટે પણ વધુ સંવેદનશીલ હોઈ શકે છે.

પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીના લક્ષણો :

PIના લક્ષણો ખામીના પ્રકાર અને ગંભીરતાના આધારે બદલાઈ શકે છે. સામાન્ય લક્ષણોમાં શામેલ છે :

- વારંવાર અને ગંભીર ચેપ, જેમ કે ન્યુમોનિયા, કાનનો ચેપ, સાઇનસાઇટિસ, મેનિન્જાઇટિસ, ચામડીના ચેપ અને ફોલ્લાઓ.
- ચેપ કે જે સામાન્ય રીતે સારવાર આપવામાં મુશ્કેલ હોય છે, એન્ટિબાયોટિક્સને સારો પ્રતિભાવ ન આપે.
- બાળકોમાં વૃદ્ધિ અને વિકાસમાં વિલંબ, વજન વધવામાં મુશ્કેલી.
- સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો, જેમાં શરીરની પોતાની પેશીઓ પર હુમલો કરનાર રોગપ્રતિકારક શક્તિનો સમાવેશ થાય છે, જેમ કે સંધિવા, લ્યુપસ, અને પ્રકાર 1 ડાયાબિટીસ.
- ખાસ કરીને લિમ્ફોમા અને લ્યુકેમિયા અમુક પ્રકારના કેન્સરનું વધતું જોખમ.
- પાચન સંબંધી સમસ્યાઓ, જેમ કે ઝાડા, ઉલ્ટી અને કુપોષણ

પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીનું નિદાન :

જો કોઈ વ્યક્તિમાં વારંવાર અથવા ગંભીર ચેપનો ઇતિહાસ હોય, તો ડૉક્ટર PIની શંકા કરી શકે છે. નિદાનની પુષ્ટિ કરવા માટે, ડૉક્ટર નીચેનામાંથી એક અથવા વધુ પરીક્ષણોનો આદેશ આપી શકે છે :

- **રક્ત પરીક્ષણો :** આ પરીક્ષણો એન્ટિબોડીઝ, 'T' કોષો, 'B' કોષો, ફેગોસાયટ્સ અને કોમ્પ્લીમેંટ પ્રોટીનનું સ્તર માપે છે.
- **આનુવંશિક પરીક્ષણો :** આ પરીક્ષણો PIનું કારણ બની શકે તેવા જનીનોમાં ખામીઓ શોધી કાઢે છે.
- **અન્ય પ્રયોગશાળા પરીક્ષણો :** આ પરીક્ષણોમાં ચેપના ચિહ્નો શોધવા માટે છાતીનો એક્સ-રે, સાઇનસનો સીટી સ્કેન, અથવા શ્વાસનળીનો સમાવેશ થઈ શકે છે.

પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીની સારવાર :

PI માટે કોઈ ઈલાજ નથી, પરંતુ સારવાર ચેપને રોકવામાં અને લક્ષણોને કાબૂમાં રાખવામાં મદદ કરી શકે છે. સારવારના વિકલ્પો ખામીના પ્રકાર અને ગંભીરતા પર આધારિત છે અને તેમાં શામેલ હોઈ શકે છે :

- **એન્ટિબાયોટિક્સ, એન્ટિવાયરલ અને એન્ટિફંગલ દવાઓ :** આ દવાઓ બેક્ટેરિયલ, વાયરલ અને ફંગલ ચેપની સારવાર અને રોકવામાં મદદ કરી શકે છે.
- **ઇમ્યુન ગ્લોબ્યુલિન (Ig) ઉપચાર :** આ ઉપચારમાં એન્ટિબોડીઝ ધરાવતા ઇન્જેક્શનનો સમાવેશ થાય છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને મજબૂત કરવામાં મદદ કરી શકે છે.
- **સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન :** કેટલાંક કિસ્સાઓમાં ખાસ કરીને ગંભીર સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ખામીઓમાં, સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન ખામીયુક્ત રોગપ્રતિકારક કોષોને તંદુરસ્ત કોષો સાથે બદલી શકે છે. આ એક જટિલ પ્રક્રિયા છે જેમાં જોખમો રહેલા છે, પરંતુ તે કેટલાંક લોકો માટે જીવનરક્ષક બની શકે છે.
- **જીન થેરાપી :** આ એક પ્રાયોગિક સારવાર છે જેનો ઉદ્દેશ્ય ખામીયુક્ત જનીનોને તંદુરસ્ત જનીનો સાથે બદલવાનો છે. તે હાલમાં ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સમાં છે અને ભવિષ્યમાં PI માટે એક મહત્ત્વપૂર્ણ સારવાર વિકલ્પ બની શકે છે.

જીવનશૈલીમાં ફેરફાર :

સારવાર ઉપરાં, જીવનશૈલીમાં કેટલાક ફેરફારો PI ધરાવતા લોકોને ચેપનું જોખમ ઘટાડવામાં મદદ કરી શકે છે. આ ફેરફારોમાં શામેલ છે :

- વારંવાર હાથ ધોવા, ખાસ કરીને ખાતા પહેલા અને શૌચાલયનો ઉપયોગ કર્યા પછી
- બીમાર લોકો સાથે નિકટનો સંપર્ક ટાળવો
- તંદુરસ્ત આહાર લેવો જેમાં પુષ્કળ ફળો, શાકભાજી અને આખા અનાજનો સમાવેશ થાય
- નિયમિત કસરત કરવી, ડૉક્ટર દ્વારા મંજૂર કરવામાં આવે તો
- પૂરતી ઊંઘ લેવી
- તમામ ભલામણ કરેલ રસીકરણ મેળવવું
- ધૂમ્રપાન ટાળવું

માનસિક સ્વાસ્થ્ય :

PI ધરાવતા લોકો માટે ચિંતા, હતાશા અને સામાજિક અલગતા જેવી માનસિક સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓનો અનુભવ કરવો સામાન્ય બાબત છે. આ લાગણીઓનો સામનો કરવા માટે મિત્રો, પરિવાર અથવા માનસિક આરોગ્ય વ્યાવસાયિક પાસેથી સમર્થન મેળવવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે. સહાયક જૂથો પણ મદદરૂપ થઈ શકે છે.

સંશોધન :

PI પર ઘણું સંશોધન થઈ રહ્યું છે, જેમાં નવી સારવાર અને ઉપચાર શોધવાનો સમાવેશ થાય છે. સંશોધનમાં ભાગ લેવાથી PI ધરાવતા લોકોને નવી સારવાર મેળવવામાં અને રોગ વિશે વધુ શીખવામાં મદદ મળી શકે છે.

આપણે PIના વિવિધ પાસાઓ, તેના પ્રકારો, લક્ષણો, નિદાન, સારવાર, જીવનશૈલીમાં ફેરફાર, માનસિક સ્વાસ્થ્ય અને સંશોધનનું ઊંડાણપૂર્વક વિશ્લેષણ કર્યું. હવે આપણે આગળના મુદ્દા તરફ આગળ વધીશું, જે 'B' સેલની ખામીઓ છે. હવે આપણે 'B' સેલની ખામીઓનો અભ્યાસ કરીશું.

10.3. 'B' સેલની ઉણપ (B Cell Deficiencies) :

અગાઉ, આપણે પ્રાથમિક ઇમ્યુનોડેફિશિયન્સી (PI) અને તેના વિવિધ પ્રકારો અંગે ચર્ચા કરી હતી. હવે, આપણે 'B' સેલની ઉણપ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે PIનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ પેટાપ્રકાર છે.

'B' સેલ શું છે અને તે શું કાર્ય કરે છે?

'B' કોષો, જેને 'B' લિમ્ફોસાઇટ્સ પણ કહેવામાં આવે છે, શ્વેત રક્ત કોશિકાઓનો એક પ્રકાર છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન એ તેમનું મુખ્ય કાર્ય છે. એન્ટિબોડીઝ એ પ્રોટીન છે જે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય વિદેશી હુમલાખોરોને ઓળખીને તેમની સાથે જોડાય છે, તેમને નિષ્ક્રિય કરે છે અને શરીરને ચેપથી બચાવવામાં મદદ કરે છે.

'B' સેલની ઉણપ શું છે?

'B' સેલની ઉણપ એ વિકૃતિઓનો સમૂહ છે જેમાં બી કોષો યોગ્ય રીતે કાર્ય કરવામાં અસમર્થ હોય છે. આનુવંશિક પરિવર્તનો, જે બી કોષોના વિકાસ, કાર્ય અથવા એન્ટિબોડી ઉત્પાદનને અસર કરે છે, તે આ ઉણપનું કારણ બને છે. પરિણામે, શરીર પૂરતા પ્રમાણમાં એન્ટિબોડીઝ બનાવી શકતું નથી, જેનાથી વ્યક્તિ વારંવાર અને ગંભીર બેક્ટેરિયલ ચેપ માટે સંવેદનશીલ બને છે.

'B' સેલની ઉણપના મુખ્ય પ્રકારો :

1. **એક્સ-લિંક્ડ એગેમેગ્લોબ્યુલિનમિયા (XLA) :** આ સૌથી ગંભીર પ્રકાર છે, જે મુખ્યત્વે પુરુષોને અસર કરે છે. 'B' કોષો લગભગ સંપૂર્ણપણે ગેરહાજર હોય છે અને કોઈપણ પ્રકારના એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન થતું નથી.
2. **કોમન વેરિયેબલ ઇમ્યુનોડેફિશિયન્સી (CVID) :** આ સૌથી સામાન્ય પ્રકાર છે. તેમાં 'B' કોષોની સંખ્યા ઓછી હોય છે અને/અથવા એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન ઓછું હોય છે.
3. **સિલેક્ટિવ IgA ડિફિશિયન્સી :** આ ખામીમાં IgA એન્ટિબોડીનો અભાવ હોય છે. મોટાભાગના કિસ્સાઓમાં કોઈ ચિહ્નો જોવા મળતા નથી, પરંતુ કેટલાક લોકોને શ્વસન અથવા પાચનતંત્રના ચેપ થઈ શકે છે.
4. **ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન G (IgG) સબક્લાસ ડિફિશિયન્સી :** આ ખામીમાં એક અથવા વધુ IgG સબક્લાસનું સ્તર ઓછું હોય છે, જેના કારણે હળવાથી મધ્યમ શ્વસન ચેપ થઈ શકે છે.
5. **હાયપર-IgM સિન્ડ્રોમ્સ :** આ ખામીમાં 'B' કોષો IgM બનાવી શકે છે, પરંતુ IgG, IgA, અને IgE જેવા અન્ય પ્રકારોમાં ફેરબદલ કરી શકતા નથી.

'B' સેલની ઉણપના ચિહ્નો :

- વારંવાર અને ગંભીર બેક્ટેરિયલ ચેપ, ખાસ કરીને કાન, સાઇનસ, ફેફસાં, ચામડી અને પાચનતંત્રના.
- ન્યુમોનિયા, શ્વાસનળીનો સોજો, સાઇનસાઇટિસ, કાનનો ચેપ, ઝાડા અને ચામડીના ફોલ્લાઓ.
- એન્ટિબાયોટિક્સ દ્વારા સારવાર કરવામાં મુશ્કેલ હોય તેવા ચેપ.
- બાળકોમાં વૃદ્ધિ અને વિકાસમાં વિલંબ, વજન વધવામાં મુશ્કેલી.
- સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો થવાની શક્યતા.
- અમુક પ્રકારના કેન્સર થવાનું વધતું જોખમ.

'B' સેલની ઉણપનું નિદાન :

- **રક્ત પરીક્ષણો :** એન્ટિબોડીઝ (IgG, IgA, IgM, IgE) અને 'B' કોષોનું સ્તર માપવામાં આવે છે.
- **આનુવંશિક પરીક્ષણો :** જનીનોમાં ખામી શોધવામાં આવે છે.
- **બી કોષ કાર્ય પરીક્ષણો :** 'B' કોષો કેટલી સારી રીતે એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે તેનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે.
- **અન્ય પ્રયોગશાળા પરીક્ષણો :** છાતીનો એક્સ-રે, સાઇનસનો સીટી સ્કેન વગેરેનો સમાવેશ થઇ શકે છે.

બી સેલની ઉણપની સારવાર :

- **ઇમ્યુન ગ્લોબ્યુલિન (Ig) ઉપચાર :** એન્ટિબોડીઝ ધરાવતા ઇન્જેક્શન આપવામાં આવે છે.
- **એન્ટિબાયોટિક્સ :** બેક્ટેરિયલ ચેપની સારવાર અને રોકથામ માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.
- **સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન :** ગંભીર કિસ્સાઓમાં, ખામીયુક્ત કોષોને તંદુરસ્ત કોષો સાથે બદલવામાં આવે છે.
- **અન્ય સહાયક સંભાળ :** પોષણ સંબંધી સહાય, શ્વસન સંબંધી સારવાર અને સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોનું સંચાલન કરવામાં આવે છે.

જીવનશૈલીમાં ફેરફારો :

- વારંવાર હાથ ધોવા.
- બીમાર લોકો સાથે નિકટનો સંપર્ક ટાળવો.
- તંદુરસ્ત આહાર લેવો.
- ડૉક્ટર દ્વારા મંજૂર કરવામાં આવે તો નિયમિત કસરત કરવી.
- પૂરતી ઊંઘ લેવી.
- તમામ ભલામણ કરેલ રસીકરણ મેળવવું.
- ધૂમ્રપાન ટાળવું.

10.4. 'T' સેલની ઉણપ (T Cell Deficiencies)

અગાઉ આપણે 'B' સેલની ઉણપ વિશે ચર્ચા કરી હતી. હવે, આપણે 'T' સેલની ઉણપ (T Cell Deficiencies) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે પ્રાથમિક ઇમ્યુનોડેફિશિયન્સી (PI) નો એક અન્ય મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રકાર છે.

'T' સેલ શું છે અને તેમનું કાર્ય શું છે?

'T'કોષો, જેને 'T' લિમ્ફોસાઇટ્સ પણ કહેવામાં આવે છે, તે શ્વેત રક્ત કોશિકાઓનો એક પ્રકાર છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં કેન્દ્રીય ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ વાયરસથી સંક્રમિત કોષોને સીધા જ ઓળખી અને નાશ કરી શકે છે, કેન્સર કોષોને મારી શકે છે અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોની પ્રવૃત્તિને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે. 'T' કોષોને મુખ્યત્વે બે પેટા પ્રકારોમાં વિભાજિત કરી શકાય છે :

- **સહાયક 'T' કોષો (Helper T cells) :** આ કોષો 'B' કોષોને એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવામાં અને સાયટોટોક્સિક 'T' કોષોને સક્રિય કરવામાં મદદ કરે છે. તેઓ CD4 નામના પ્રોટીન દ્વારા ઓળખી શકાય છે.
- **સાયટોટોક્સિક ટી કોષો (Cytotoxic T cells) :** આ કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સર કોષોને સીધા જ મારી નાખે છે. તેઓ CD8 નામના પ્રોટીન દ્વારા ઓળખી શકાય છે.

'T' સેલની ઉણપ શું છે?

'T' સેલની ઉણપ એ વિકૃતિઓનો સમૂહ છે જેમાં ટી કોષો યોગ્ય રીતે વિકાસ પામતા નથી અથવા કાર્ય કરતા નથી. આ ખામીઓ આનુવંશિક પરિવર્તનોને કારણે થાય છે જે 'T' કોષોના વિકાસ, કાર્ય અથવા નિયમનને અસર કરે છે. પરિણામે, શરીર વાયરલ, ફંગલ અને પ્રોટોઝોઅલ ચેપ સામે અસરકારક રીતે લડી શકતું નથી. ટી સેલની ખામીઓ બેક્ટેરિયલ અને તકવાદી ચેપનું જોખમ પણ વધારે છે.

'T' સેલની ઉણપના પ્રકારો :

'T' સેલની ઉણપને વિવિધ પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે, જે ખામીની ગંભીરતા અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ પર તેની અસરના આધારે છે. કેટલાંક સામાન્ય પ્રકારોમાં શામેલ છે :

- **ગંભીર સંયુક્ત ઇમ્યુનોડેફિશિયન્સી (SCID) :** આ 'T' સેલની ઉણપનો સૌથી ગંભીર પ્રકાર છે અને તે 'T' અને 'B' કોષો બંનેના કાર્યને અસર કરે છે. SCID ધરાવતા બાળકોમાં 'T' કોષોનો લગભગ સંપૂર્ણ અભાવ હોય છે અને તેઓ ગંભીર, જીવલેણ ચેપ માટે અત્યંત સંવેદનશીલ હોય છે.
- **ડિજ્યોર્જ સિન્ડ્રોમ (DiGeorge Syndrome) :** આ સિન્ડ્રોમ રંગસૂત્ર 22ના એક ભાગની ગેરહાજરીને કારણે થાય છે. ડિજ્યોર્જ સિન્ડ્રોમ ધરાવતા લોકોમાં થાઇમસ ગ્રંથિ અવિકસિત

હોય છે, જે 'T' કોષોના વિકાસ માટે જવાબદાર અંગ છે. આ ખામી 'T' કોષોની સંખ્યા અને કાર્યમાં ઘટાડો તરફ દોરી જાય છે.

- **વિસ્કોટ-એલ્ડ્રિચ સિન્ડ્રોમ (Wiskott-Aldrich Syndrome) :** આ એક એક્સ-લિંક્ડ ડિસઓર્ડર છે જે ફક્ત પુરુષોને અસર કરે છે. તે WAS નામના જનીનમાં પરિવર્તનને કારણે થાય છે, જે 'T' કોષો અને પ્લેટલેટ્સના કાર્યને અસર કરે છે.
- **એટેક્સિયા-ટેલેન્જીએક્ટાસિયા (Ataxia-Telangiectasia) :** આ એક દુર્લભ ડિસઓર્ડર છે જે ATM નામના જનીનમાં પરિવર્તનને કારણે થાય છે. આ ખામી નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ, ચેતાતંત્રની સમસ્યાઓ અને ચામડી અને આંખોમાં નાની, ફેલાયેલી રક્તવાહિનીઓ તરફ દોરી જાય છે.
- **હાયપર-IgE સિન્ડ્રોમ (Hyper-IgE Syndrome) :** આ ડિસઓર્ડર, જેને જોબ સિન્ડ્રોમ પણ કહેવામાં આવે છે, તે STAT3 નામના જનીનમાં પરિવર્તનને કારણે થાય છે.

'T' **સેલની ઉણપના લક્ષણો :**

'T' સેલની ઉણપના લક્ષણો ખામીના પ્રકાર અને તીવ્રતાના આધારે બદલાઈ શકે છે. સામાન્ય ચિહ્નોમાં શામેલ છે :

- વારંવાર અને ગંભીર ચેપ, ખાસ કરીને વાયરલ, ફંગલ અને પ્રોટોઝોઅલ ચેપ
- તકવાદી ચેપ
- બાળકોમાં વૃદ્ધિ અને વિકાસમાં વિલંબ
- દીર્ઘકાલીન ઝાડા
- ચામડી પર ફોલ્લીઓ

'T' **સેલની ઉણપનું નિદાન અને સારવાર :**

જો કોઈ વ્યક્તિમાં વારંવાર અને ગંભીર ચેપનો ઇતિહાસ હોય ખાસ કરીને વાયરલ અથવા ફંગલ, તો ડૉક્ટર 'T' સેલની ઉણપની શંકા કરી શકે છે. નિદાનની ખાતરી કરવા માટે ડૉક્ટર રક્ત પરીક્ષણો, આનુવંશિક પરીક્ષણો, થાઇમસ કાર્ય પરીક્ષણો અને ત્વચા પરીક્ષણોનો આદેશ આપી શકે છે.

ટી સેલની ઉણપ માટે કોઈ ઈલાજ નથી, પરંતુ સારવાર ચેપને રોકવામાં અને ચિહ્નોને કાબૂમાં રાખવામાં મદદ કરી શકે છે. સારવારના વિકલ્પોમાં એન્ટિબાયોટિક્સ, એન્ટિવાયરલ અને એન્ટિફંગલ દવાઓ, ઇમ્યુન ગ્લોબ્યુલિન (Ig) ઉપચાર, સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન, જીન થેરાપી અને થાઇમસ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન શામેલ હોઈ શકે છે.

જીવનશૈલીમાં ફેરફાર :

સારવાર ઉપરાંત, જીવનશૈલીમાં કેટલાંક ફેરફારો 'T' સેલની ઉણપ ધરાવતા લોકોને ચેપનું જોખમ ઘટાડવામાં મદદ કરી શકે છે. આ ફેરફારોમાં વારંવાર હાથ ધોવા, બીમાર લોકો સાથે નિકટનો સંપર્ક ટાળવો, તંદુરસ્ત આહાર લેવો, નિયમિત કસરત કરવી, પૂરતી ઊંઘ લેવી, તમામ ભલામણ કરેલ રસીકરણ મેળવવું (જીવંત વાયરસની રસીઓ ટાળવી) અને ધૂમ્રપાન ટાળવાનો સમાવેશ થાય છે.

આપણે PIના આ મહત્ત્વપૂર્ણ પેટાપ્રકાર, 'T' સેલની ઉણપ, તેના કાર્યો, પ્રકારો, ચિહ્નો, નિદાન, સારવાર અને જીવનશૈલીમાં ફેરફારનું ઊંડાણપૂર્વક વિશ્લેષણ કર્યું. હવે આપણે આગળના મુદ્દા તરફ આગળ વધીશું, જે સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપ છે. હવે આપણે સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપનો અભ્યાસ કરીશું.

10.5. સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપ (Combined B and T Cell Deficiencies)

અગાઉ આપણે 'T' સેલની ઉણપ વિશે ચર્ચા કરી હતી. હવે આપણે સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપ (Combined B and T Cell Deficiencies) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી (PI) નો સૌથી ગંભીર પ્રકાર છે.

સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપ શું છે?

સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપ (Combined B and T Cell Deficiencies - SCID) એ વારસાગત વિકૃતિઓનો એક સમૂહ છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિના બંને મુખ્ય ભાગો, 'B' કોષો અને 'T' કોષોને ગંભીર રીતે નબળા પાડે છે. આ ખામીઓ આનુવંશિક પરિવર્તનોને કારણે થાય છે જે 'B' અને 'T' કોષોના વિકાસ, કાર્ય અથવા બંનેને અસર કરે છે. પરિણામે શરીર કોઈપણ પ્રકારના ચેપ સામે અસરકારક રીતે લડી શકતું નથી.

SCIDને 'બબલ બોય ડિસીઝ' શા માટે કહેવામાં આવે છે?

SCIDને ઘણીવાર 'બબલ બોય ડિસીઝ' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે કારણ કે ભૂતકાળમાં, આ ખામી ધરાવતા બાળકોને ચેપથી બચાવવા માટે જંતુરહિત પ્લાસ્ટિકના પરપોટામાં રહેવું પડતું હતું. ડેવિડ વેટર નામનો એક પ્રખ્યાત કેસ, જે 1970 ના દાયકામાં 12 વર્ષ સુધી પ્લાસ્ટિકના પરપોટામાં રહ્યો હતો, તેણે આ બીમારી તરફ લોકોનું ધ્યાન આકર્ષિત કર્યું હતું.

સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપના પ્રકારો :

SCID ને વિવિધ પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે, જે ખામીનું કારણ બને તેવા ચોક્કસ આનુવંશિક પરિવર્તનના આધારે છે. કેટલાંક સામાન્ય પ્રકારોમાં શામેલ છે :

- **એક્સ-લિંક્ડ SCID (X-SCID) :** આ SCID નો સૌથી સામાન્ય પ્રકાર છે અને તે એક્સ રંગસૂત્ર પરના જનીનમાં પરિવર્તનને કારણે થાય છે. આ ખામી ફક્ત પુરુષોને અસર કરે છે

અને 'T' કોષો અને કુદરતી કિલર (NK) કોષોના વિકાસને અસર કરે છે, જ્યારે 'B' કોષોની સંખ્યા સામાન્ય હોઈ શકે છે પરંતુ કાર્ય નબળું હોય છે.

- **એડેનોસિન ડિએમિનેઝ (ADA) ઉણપ :** આ ખામી ADA નામના એન્ઝાઇમના અભાવને કારણે થાય છે, જે કોષોમાં ઝેરી પદાર્થોના નિર્માણને અટકાવે છે. ADA ની ઉણપ 'T' – 'B' અને એનકે કોષોના વિકાસ અને કાર્યને અસર કરે છે.
- **JAK3 ઉણપ :** આ ખામી JAK3 નામના પ્રોટીનના કાર્યને અસર કરે છે, જે 'T' અને એનકે કોષોના વિકાસ માટે મહત્વપૂર્ણ છે.
- **RAG1/RAG2 ઉણપ :** આ ખામી RAG1 અને RAG2 નામના પ્રોટીનના કાર્યને અસર કરે છે, જે 'T' અને 'B' કોષોમાં એન્ટિજેન રીસેપ્ટર જનીનોના પુનઃસંયોજન માટે જરૂરી છે.
- **આર્ટેમિસ ઉણપ (Artemis Deficiency) :** આ ખામી DNA રિપેર મિકેનિઝમને અસર કરે છે અને 'T' અને 'B' કોષોના વિકાસને નબળો પાડે છે.

સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપના લક્ષણો :

SCID ધરાવતા બાળકો સામાન્ય રીતે જીવનના પ્રથમ થોડા મહિનામાં જ ગંભીર અને વારંવાર ચેપનો ભોગ બનવાનું શરૂ કરે છે. સામાન્ય ચિહ્નોમાં શામેલ છે :

- વારંવાર અને ગંભીર બેક્ટેરિયલ, વાયરલ, ફંગલ અને પ્રોટોઝોઅલ ચેપ
- તકવાદી ચેપ
- દીર્ઘકાલીન ઝાડા
- વિકાસ કરવામાં નિષ્ફળતા (Failure to Thrive)
- ત્વચા પર ફોલ્લીઓ
- ન્યુમોનિયા
- મેનિન્જાઇટિસ

સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપનું નિદાન :

નવજાત શિશુમાં SCIDનું નિદાન સામાન્ય રીતે નવજાત સ્ક્રિનિંગ ટેસ્ટ (Newborn Screening Test) દ્વારા થાય છે, જે રક્તના નમૂનામાં TRECs (T-cell receptor excision circles) નામના DNAના ટૂકડાને માપે છે. TRECs 'T' કોષોના સામાન્ય વિકાસની નિશાની છે, અને તેમનું નીચું સ્તર SCID સૂચવી શકે છે. નિદાનની ખાતરી કરવા માટે ડૉક્ટર નીચેનામાંથી એક અથવા વધુ પરીક્ષણોનો આદેશ આપી શકે છે :

- **રક્ત પરીક્ષણો :** આ પરીક્ષણો 'T' અને 'B' કોષોની સંખ્યા અને કાર્યનું મૂલ્યાંકન કરે છે.
- **આનુવંશિક પરીક્ષણો :** આ પરીક્ષણો SCIDનું કારણ બની શકે તેવા જનીનોમાં પરિવર્તનો શોધી કાઢે છે.

સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપની સારવાર :

SCID એ તબીબી કટોકટી છે અને તાત્કાલિક સારવારની જરૂર છે. સારવારના વિકલ્પોમાં શામેલ છે :

- **સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન (SCT) :** આ SCID માટેનો એકમાત્ર સંભવિત ઈલાજ છે. SCTમાં તંદુરસ્ત દાતાના સ્ટેમ સેલને બાળકના શરીરમાં ટ્રાન્સપ્લાન્ટ કરવામાં આવે છે. આ સ્ટેમ સેલ નવી કાર્યકારી રોગપ્રતિકારક શક્તિ બનાવી શકે છે.
- **એન્ઝાઇમ રિપ્લેસમેન્ટ થેરાપી (ERT) :** ADA ઉણપ ધરાવતા બાળકો માટે ERT ગુમ થયેલ એન્ઝાઇમને બદલી શકે છે અને રોગપ્રતિકારક કાર્યમાં સુધારો કરી શકે છે.
- **જીન થેરાપી :** આ એક પ્રાયોગિક સારવાર છે જેનો ઉદ્દેશ્ય ખામીયુક્ત જનીનોને તંદુરસ્ત જનીનો સાથે બદલવાનો છે. તે ભવિષ્યમાં SCID માટે એક મહત્ત્વપૂર્ણ સારવાર વિકલ્પ બની શકે છે.
- **સહાયક સંભાળ :** એન્ટિબાયોટિક્સ, એન્ટિવાયરલ અને એન્ટિફંગલ દવાઓ ચેપને રોકવા અને સારવાર માટે આપવામાં આવે છે. ઇમ્યુન ગ્લોબ્યુલિન (Ig) ઉપચાર એન્ટિબોડીઝ પ્રદાન કરી શકે છે.

SCID એ ગંભીર અને જીવલેણ સ્થિતિ છે, પરંતુ પ્રારંભિક નિદાન અને યોગ્ય સારવાર ખાસ કરીને સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન, અસરગ્રસ્ત બાળકોને સ્વસ્થ જીવન જીવવાની તક આપી શકે છે. સંશોધન ચાલુ છે અને ભવિષ્યમાં નવી અને સુધારેલ સારવાર ઉપલબ્ધ થવાની અપેક્ષા છે.

10.6. ફેગોસાઈટિક ખામીઓ (Phagocytic Defects) :

અગાઉ આપણે સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપ વિશે ચર્ચા કરી હતી. હવે આપણે ફેગોસાઈટિક ખામીઓ (Phagocytic Defects) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી (PI) નો એક અન્ય મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રકાર છે.

ફેગોસાઇટ્સ શું છે અને તેમનું કાર્ય શું છે?

ફેગોસાઇટ્સ એ શ્વેત રક્ત કોશિકાઓનો એક પ્રકાર છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ 'ખાનાર કોષો' તરીકે કાર્ય કરે છે, જે બેક્ટેરિયા, ફૂગ, મૃત કોષો અને અન્ય વિદેશી કણોને ઘેરી લે છે અને પચાવી નાખે છે. આ પ્રક્રિયાને ફેગોસાઇટોસિસ કહેવામાં આવે છે. મુખ્ય ફેગોસાઇટ્સમાં ન્યુટ્રોફિલ્સ, મેક્રોફેજ અને ડેંડ્રિટિક કોષો શામેલ છે.

ફેગોસાઈટિક ખામીઓ શું છે?

ફેગોસાઈટિક ખામીઓ એ વિકૃતિઓનો સમૂહ છે જેમાં ફેગોસાઇટ્સ યોગ્ય રીતે કાર્ય કરવામાં અસમર્થ હોય છે. આ ખામીઓ આનુવંશિક પરિવર્તનોને કારણે થાય છે જે ફેગોસાઇટ્સના વિકાસ, કાર્ય અથવા બંનેને અસર કરે છે. પરિણામે શરીર બેક્ટેરિયલ અને ફંગલ ચેપ સામે અસરકારક રીતે લડી શકતું નથી.

ફેગોસાઈટિક ખામીઓના પ્રકારો :

ફેગોસાઈટિક ખામીઓને વિવિધ પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે. કેટલાંક સામાન્ય પ્રકારોમાં શામેલ છે :

- **ક્રોનિક ગ્રેન્યુલોમેટસ ડિસીઝ (CGD) :** આ ખામી NADPH ઓક્સિડેઝ નામના એન્ઝાઇમના કાર્યને અસર કરે છે, જે ફેગોસાઇટ્સમાં બેક્ટેરિયાને મારવા માટે જરૂરી છે.
- **લ્યુકોસાઇટ એડહેસન ડિફિશિયન્સી (LAD) :** આ ખામી ફેગોસાઇટ્સને રક્ત વાહિનીઓની દિવાલો સાથે ચોંટવાની અને ચેપના સ્થળે સ્થળાંતર કરવાની ક્ષમતાને અસર કરે છે.
- **ચેડિયાક-હિગાશી સિન્ડ્રોમ (Chediak-Higashi Syndrome) :** આ ખામી ફેગોસાઇટ્સમાં લાઇસોઝોમ્સ (પાચક કોથળીઓ)ના કાર્યને અસર કરે છે.
- **માયલોપેરોક્સિડેઝ (MPO) ઉણપ :** આ ખામી ફેગોસાઇટ્સમાં બેક્ટેરિયાને મારવા માટે જવાબદાર એન્ઝાઇમ માયલોપેરોક્સિડેઝના કાર્યને અસર કરે છે.

ફેગોસાઈટિક ખામીઓના લક્ષણો અને નિદાન :

ફેગોસાઈટિક ખામીઓના લક્ષણો ખામીના પ્રકાર અને તીવ્રતાના આધારે બદલાઈ શકે છે. સામાન્ય ચિહ્નોમાં વારંવાર અને ગંભીર બેક્ટેરિયલ અને ફંગલ ચેપ, ફોલ્લાઓ (પૂ ભરેલા પોલાણ), ઘા રૂઝાવવામાં વિલંબ, ગ્રેન્યુલોમાસ (બળતરા કોષોનો સમૂહ) અને નવજાત શિશુમાં નાળની ડીટેચમેન્ટમાં વિલંબ શામેલ છે.

જો કોઈ વ્યક્તિમાં વારંવાર અને ગંભીર બેક્ટેરિયલ અથવા ફંગલ ચેપનો ઇતિહાસ હોય તો ડૉક્ટર ફેગોસાઈટિક ખામીની શંકા કરી શકે છે. નિદાનની ખાતરી કરવા માટે ડૉક્ટર રક્ત પરીક્ષણો, નાઇટ્રોબ્લુ ટેટ્રાઝોલિયમ (NBT) ટેસ્ટ અથવા ડાયહાઇડ્રોરોડામાઇન (DHR) ટેસ્ટ, આનુવંશિક પરીક્ષણો અને પેશી બાયોપ્સીનો આદેશ આપી શકે છે.

ફેગોસાઈટિક ખામીઓની સારવાર :

ફેગોસાઈટિક ખામીઓ માટે કોઈ ઈલાજ નથી, પરંતુ સારવાર ચેપને રોકવામાં અને ચિહ્નોને કાબૂમાં રાખવામાં મદદ કરી શકે છે. સારવારના વિકલ્પોમાં એન્ટિબાયોટિક્સ અને એન્ટિફંગલ

દવાઓ, પ્રોફીલેક્ટિક એન્ટિબાયોટિક્સ, ઇન્ટરફેરોન-ગેમા (IFN-γ), સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન (SCT) અને જીન થેરાપી શામેલ હોઈ શકે છે.

જીવનશૈલીમાં ફેરફાર :

સારવાર ઉપરાંત જીવનશૈલીમાં કેટલાંક ફેરફારો ફેગોસાઈટિક ખામીઓ ધરાવતા લોકોને ચેપનું જોખમ ઘટાડવામાં મદદ કરી શકે છે. આ ફેરફારોમાં વારંવાર હાથ ધોવા, બીમાર લોકો સાથે નિકટનો સંપર્ક ટાળવો, તંદુરસ્ત આહાર લેવો, નિયમિત કસરત કરવી, પૂરતી ઊંઘ લેવી, તમામ ભલામણ કરેલ રસીકરણ મેળવવું, ધૂમ્રપાન ટાળવું અને સ્વિમિંગ પુલમાં તરવાનું ટાળવું શામેલ છે. ફેગોસાઈટિક ખામીઓ ગંભીર સ્થિતિઓ છે જે વારંવાર અને ગંભીર ચેપ તરફ દોરી શકે છે. જો કે, પ્રારંભિક નિદાન અને યોગ્ય સારવાર સાથે આ ખામીઓ ધરાવતા લોકો સ્વસ્થ અને પરિપૂર્ણ જીવન જીવી શકે છે. સંશોધન ચાલુ છે, અને ભવિષ્યમાં નવી અને સુધારેલ સારવાર ઉપલબ્ધ થવાની અપેક્ષા છે.

10.7. ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી : એચ.આઈ.વી./એઈડ્સ, કુપોષણ, દવાઓ.

અગાઉ આપણે ફેગોસાઈટિક ખામીઓ વિષે ચર્ચા કરી હતી. હવે આપણે ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી શું છે?

ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી એ એવી સ્થિતિઓ છે જેમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ કોઈ બાહ્ય પરિબળને કારણે નબળી પડે છે. પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીથી વિપરીત, જે આનુવંશિક ખામીઓને કારણે થાય છે, ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી જન્મ પછી વિકસે છે. આ સ્થિતિઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિવિધ ભાગોને અસર કરી શકે છે, જેમાં 'T' કોષો, 'B' કોષો, ફેગોસાઇટ્સ અને કોમ્પ્લીમેંટ પ્રોટીન શામેલ છે.

ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીના કારણો :

ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી વિવિધ પરિબળોને કારણે થઈ શકે છે, જેમાં શામેલ છે :

- **ચેપ :**
    - **એચ.આઈ.વી./એઈડ્સ (HIV/AIDS) :** હ્યુમન ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી વાયરસ (HIV) એ એક વાયરસ છે જે CD4+ 'T' કોષોને ચેપ લગાડે છે અને તેનો નાશ કરે છે, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિના સંકલન માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. એક્વાયર્ડ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી સિન્ડ્રોમ (AIDS) એ HIV ચેપનો અંતિમ તબક્કો છે, જેમાં CD4+ 'T' કોષોની સંખ્યા ખૂબ ઓછી થઈ જાય છે અને વ્યક્તિ ગંભીર તકવાદી ચેપ અને કેન્સર માટે સંવેદનશીલ બને છે.
    - **અન્ય ચેપ :** અમુક અન્ય ચેપ, જેમ કે ઓરી, ક્ષય રોગ અને સાયટોમેગાલોવાયરસ (CMV) પણ રોગપ્રતિકારક શક્તિને અસ્થાયી રૂપે નબળી બનાવી શકે છે.

- **કુપોષણ :**
    - પ્રોટીન, કેલરી અને સૂક્ષ્મ પોષકતત્વોની ઉણપ રોગપ્રતિકારક કોષોના ઉત્પાદન અને કાર્યને નબળી બનાવી શકે છે. ગંભીર કુપોષણ ધરાવતા લોકો, ખાસ કરીને બાળકો ચેપ માટે વધુ સંવેદનશીલ હોય છે.
- **દવાઓ :**
    - **કીમોથેરાપી (Chemotherapy) :** કેન્સરની સારવાર માટે વપરાતી દવાઓ રોગપ્રતિકારક કોષો સહિત ઝડપથી વિભાજીત થતાં કોષોને મારી નાખે છે.
    - **ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ (Immunosuppressants) :** આ દવાઓનો ઉપયોગ અંગ પ્રત્યારોપણ પછી અસ્વીકારને રોકવા અથવા સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોની સારવાર માટે થાય છે. તેઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિની પ્રવૃત્તિને દબાવી દે છે, જે વ્યક્તિને ચેપ માટે વધુ સંવેદનશીલ બનાવે છે.
    - **કોર્ટીકોસ્ટેરોઈડ્સ (Corticosteroids) :** આ દવાઓનો ઉપયોગ બળતરા ઘટાડવા માટે થાય છે, પરંતુ તે રોગપ્રતિકારક શક્તિને પણ નબળી બનાવી શકે છે.
- **અન્ય પરિબળો :**
    - **કિરણોત્સર્ગ ઉપચાર (Radiation Therapy) :** કેન્સરની સારવાર માટે વપરાતી ઉચ્ચ-ઊર્જા કિરણોત્સર્ગ રોગપ્રતિકારક કોષોને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.
    - **સ્પ્લેનેક્ટોમી (Splenectomy) :** બરોળને શસ્ત્રક્રિયા દ્વારા દૂર કરવાથી અમુક પ્રકારના બેક્ટેરિયલ ચેપનું જોખમ વધી શકે છે.
    - **ડાયાબિટીસ (Diabetes) :** ડાયાબિટીસ ધરાવતા લોકોમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી હોઈ શકે છે, ખાસ કરીને જો તેમનું બ્લડ સુગરનું સ્તર સારી રીતે નિયંત્રિત ન હોય.
    - **વૃદ્ધાવસ્થા :** જેમ જેમ લોકોની ઉંમર વધે છે તેમ તેમ તેમની રોગપ્રતિકારક શક્તિ કુદરતી રીતે નબળી પડતી જાય છે.
    - **દીર્ઘકાલીન તાણ :** લાંબા સમય સુધી તણાવમાં રહેવાથી રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી પડી શકે છે.

ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીના લક્ષણો :

ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીના લક્ષણો અંતર્ગત કારણ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિની નબળાઈની ગંભીરતાના આધારે બદલાઈ શકે છે. સામાન્ય ચિહ્નોમાં શામેલ છે :

- વારંવાર અને ગંભીર ચેપ, ખાસ કરીને શ્વસનતંત્ર, પાચનતંત્ર અને ચામડીના ચેપ
- તકવાદી ચેપ

- ચેપ જે સામાન્ય રીતે સારવાર આપવામાં મુશ્કેલ હોય છે
- ઘા રૂઝાવવામાં વિલંબ
- વજન ઘટવું
- થાક

ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીનું નિદાન :

જો કોઈ વ્યક્તિમાં વારંવાર અને ગંભીર ચેપનો ઇતિહાસ હોય તો ડૉક્ટર ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીની શંકા કરી શકે છે. નિદાનની ખાતરી કરવા માટે, ડૉક્ટર નીચેનામાંથી એક અથવા વધુ પરીક્ષણોનો આદેશ આપી શકે છે :

- **શારીરિક પરીક્ષા અને તબીબી ઇતિહાસ :** ડૉક્ટર વ્યક્તિના લક્ષણો, તબીબી ઇતિહાસ અને દવાઓના ઉપયોગ વિશે પૂછપરછ કરશે.
- **રક્ત પરીક્ષણો :** આ પરીક્ષણો રોગપ્રતિકારક કોષોની સંખ્યા અને કાર્યનું મૂલ્યાંકન કરે છે, જેમાં CD4+ ટી કોષોની ગણતરી (HIV ચેપના કિસ્સામાં) શામેલ છે.
- **અન્ય પ્રયોગશાળા પરીક્ષણો :** આ પરીક્ષણોમાં ચોક્કસ ચેપ અથવા અંતર્ગત સ્થિતિને શોધવા માટેના પરીક્ષણો શામેલ હોઈ શકે છે.

ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીની સારવાર :

ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીની સારવાર અંતર્ગત કારણ પર આધારિત છે. ઉદાહરણ તરીકે, HIV ચેપની સારવાર એન્ટિરેટ્રોવાયરલ દવાઓથી કરવામાં આવે છે, જ્યારે કુપોષણની સારવાર યોગ્ય પોષણ દ્વારા કરવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે સારવારમાં શામેલ હોઈ શકે છે :

- **ચેપની સારવાર :** એન્ટિબાયોટિક્સ, એન્ટિવાયરલ, એન્ટિફંગલ અથવા એન્ટિપ્રોટોઝોઅલ દવાઓનો ઉપયોગ ચેપની સારવાર માટે થાય છે.
- **રોગપ્રતિકારક શક્તિને મજબૂત બનાવવી :** ઇમ્યુન ગ્લોબ્યુલિન (Ig) ઉપચાર એન્ટિબોડીઝ પ્રદાન કરી શકે છે. અમુક કિસ્સાઓમાં વૃદ્ધિ પરિબળોનો ઉપયોગ શ્વેત રક્ત કોશિકાઓના ઉત્પાદનને ઉત્તેજીત કરવા માટે થઈ શકે છે.
- **અંતર્ગત કારણની સારવાર :** ઉદાહરણ તરીકે, HIV ચેપ માટે એન્ટિરેટ્રોવાયરલ ઉપચાર, કુપોષણ માટે પોષક પૂરવણીઓ, ડાયાબિટીસ માટે ઇન્સ્યુલિન.
- **દવાઓનું વ્યવસ્થાપન :** જો દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને નબળી પાડતી હોય, તો ડૉક્ટર ડોઝ ઘટાડી શકે છે અથવા વૈકલ્પિક દવા સૂચવી શકે છે.

ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી એ ગંભીર સ્થિતિઓ છે જે વ્યક્તિને ગંભીર ચેપ માટે સંવેદનશીલ બનાવી શકે છે. જો કે, પ્રારંભિક નિદાન અને યોગ્ય સારવાર સાથે આ સ્થિતિઓ ધરાવતા ઘણા લોકો સ્વસ્થ અને પરિપૂર્ણ જીવન જીવી શકે છે. અંતર્ગત કારણને ઓળખવું અને તેની સારવાર કરવી મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

10.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી ડિસઓર્ડર્સનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કર્યો. આ ડિસઓર્ડર્સ એવી સ્થિતિઓ છે જેમાં શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી પડી જાય છે, જે વ્યક્તિને ચેપ અને અન્ય રોગો માટે વધુ સંવેદનશીલ બનાવે છે. આપણે મુખ્યત્વે બે પ્રકારના ડિસઓર્ડર્સ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું : પ્રાથમિક અને ગૌણ. પ્રાથમિક ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી (PI) એ આનુવંશિક ખામીઓને કારણે થતી બીમારીઓનો સમૂહ છે જે જન્મથી હાજર હોય છે. આપણે ‘B’ સેલની ખામીઓ, ‘T’ સેલની ખામીઓ, સંયુક્ત ‘B’ અને ‘T’ સેલની ખામીઓ અને ફેગોસાઈટિક ખામીઓ જેવા PIના વિવિધ પ્રકારોનો અભ્યાસ કર્યો. આ ખામીઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિવિધ ઘટકોને જેમ કે એન્ટિબોડી ઉત્પાદન, વાયરસ સંક્રમિત કોષોનો નાશ, અને બેક્ટેરિયા અને ફૂગનું ભક્ષણ અસર કરે છે.

બીજી બાજુ ગૌણ ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી એ એચ.આઈ.વી./એઈડ્સ, કુપોષણ, દવાઓ, કિરણોત્સર્ગ ઉપચાર અને અન્ય પરિબળો જેવાં બાહ્ય કારણોને લીધે થાય છે. આપણે એચ.આઈ.વી. ચેપ કેવી રીતે CD4+ ‘T’ કોષોનો નાશ કરે છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને ગંભીર રીતે નબળી પાડે છે તે વિશે શીખ્યા. આપણે એ પણ ચર્ચા કરી કે કેવી રીતે કુપોષણ અને અમુક દવાઓ, જેમ કે કીમોથેરાપી અને ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ, રોગપ્રતિકારક શક્તિને નબળી બનાવી શકે છે.

આપણે દરેક પ્રકારની ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સીના કારણો, ચિહ્નો, નિદાન અને સારવારનો અભ્યાસ કર્યો. પ્રારંભિક નિદાન અને યોગ્ય સારવારનું મહત્ત્વ, જેમાં એન્ટિબાયોટિક્સ, એન્ટિવાયરલ, ઇમ્યુન ગ્લોબ્યુલિન (Ig) ઉપચાર, સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન, અને જીન થેરાપીનો સમાવેશ થઈ શકે છે, તેના પર ભાર મૂકવામાં આવ્યો હતો.

આ એકમ દ્વારા આપણે ઈમ્યુનોડેફિશિયન્સી ડિસઓર્ડર્સ અને તેની માનવ સ્વાસ્થ્ય પરની અસરો વિશે વધુ સારી સમજ મેળવી. આ જ્ઞાન આપણને આ ડિસઓર્ડર્સને સમયસર ઓળખવામાં, યોગ્ય સારવાર મેળવવામાં અને આ ડિસઓર્ડર્સથી પીડાતા લોકો માટે શ્રેષ્ઠ સંભાળ પૂરી પાડવામાં મદદ કરશે.

10.9.સ્વાધ્યાય

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) :

1. કઈ સ્થિતિને ‘બબલ બોય ડિસીઝ’ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે?
   a) XLA b) CVID
   c) SCID d) LAD
2. નીચેનામાંથી કયું ફેગોસાઈટ નથી?
   a) ન્યુટ્રોફિલ્સ b) મેક્રોફેજ
   c) ડેંડ્રિટિક કોષો d) બેસોફિલ્સ
3. HIV કયા પ્રકારના કોષોને ચેપ લગાડે છે?
   a) CD4+ T કોષો b) CD8+ T કોષો

c) B કોષો d) ન્યુટ્રોફિલ્સ

4. ક્રોનિક ગ્રેન્યુલોમેટસ ડિસીઝ (CGD) કયા એન્ઝાઇમના કાર્યને અસર કરે છે?
   a) માયલોપેરોક્સિડેઝ b) NADPH ઓક્સિડેઝ
   c) એડેનોસિન ડિએમિનેઝ d) આર્ટેમિસ
5. કઈ સ્થિતિ રંગસૂત્ર 22 ના એક ભાગની ગેરહાજરીને કારણે થાય છે?
   a) ડિજ્યોર્જ સિન્ડ્રોમ b) વિસ્કોટ-એલ્ડ્રિચ સિન્ડ્રોમ
   c) એટેક્સિયા-ટેલેન્જીએક્ટાસિયા d) હાયપર-IgE સિન્ડ્રોમ
6. નીચેનામાંથી કયું ગૌણ ઇમ્યુનોડેફિશિયન્સીનું કારણ નથી?
   a) HIV ચેપ b) કુપોષણ
   c) કીમોથેરાપી d) RAG1 જનીનમાં પરિવર્તન
7. સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન કઈ સ્થિતિ માટે સંભવિત ઈલાજ છે?
   a) XLA b) CVID
   c) SCID d) CGD
8. X-લિંક્ડ અગેમેગ્લોબુલિનમિયા (XLA) માં કયા કોષો લગભગ સંપૂર્ણપણે ગેરહાજર હોય છે? a) T કોષો b) B કોષો c) ન્યુટ્રોફિલ્સ d) NK કોષો
9. કઈ સ્થિતિમાં લાઇસોઝોમ્સના કાર્યમાં ખામી હોય છે?
   a) LAD b) CGD
   c) ચેડિયાક-હિગાશી સિન્ડ્રોમ d) MPO ઉણપ
10. નીચેનામાંથી કયું ગૌણ ઇમ્યુનોડેફિશિયન્સીનું ઉદાહરણ નથી?
   a) એઇડ્સ b) કીમોથેરાપી-પ્રેરિત ન્યુટ્રોપેનિયા
   c) ગંભીર કુપોષણ d) સિલેક્ટિવ IgA ડિફિશિયન્સી

જવાબો : 1-c, 2-d, 3-a, 4-b, 5-a, 6-d, 7-c, 8-b, 9-c, 10-d

ટૂંકા પ્રશ્નો :

1. પ્રાથમિક અને ગૌણ ઇમ્યુનોડેફિશિયન્સી વચ્ચે શું તફાવત છે?
2. ફેગોસાઇટોસિસ પ્રક્રિયાનું ટૂંકમાં વર્ણન કરો.
3. એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન કયા કોષો દ્વારા કરવામાં આવે છે?
4. SCIDના નિદાન માટે કયો ટેસ્ટ ઉપયોગમાં લેવાય છે?
5. CGDના સામાન્ય ચિહ્નો શું છે?
6. HIV કેવી રીતે રોગપ્રતિકારક શક્તિને નબળી પાડે છે?
7. સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
8. કુપોષણ રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે અસર કરે છે?
9. ગૌણ ઇમ્યુનોડેફિશિયન્સીના નિદાન માટે કયા રક્ત પરીક્ષણોનો ઉપયોગ થાય છે?
10. 'T' સેલની ઉણપના ચાર પ્રકારો જણાવો.

લાંબા પ્રશ્નો :

1. સંયુક્ત 'B' અને 'T' સેલની ઉણપ (SCID)નું વિગતવાર વર્ણન કરો. તેના પ્રકારો, ચિહ્નો, નિદાન અને સારવારના વિકલ્પોની ચર્ચા કરો.
2. ગૌણ ઇમ્યુનોડેફિશિયન્સી શું છે? તેના વિવિધ કારણોની ચર્ચા કરો, જેમાં એચ.આઈ.વી./એઈડ્સ, કુપોષણ અને દવાઓની અસરો પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરો.
3. ફેગોસાઈટિક ખામીઓ શું છે? વિવિધ પ્રકારની ફેગોસાઈટિક ખામીઓનું વર્ણન કરો, જેમાં તેમના કારણો, ચિહ્નો, નિદાન અને સારવારનો સમાવેશ થાય છે.
4. 'B' સેલની ઉણપ વિષે વિસ્તૃત ચર્ચા કરો. તેના મુખ્ય પ્રકારો, ચિહ્નો, નિદાન અને સારવારનું વર્ણન કરો.
5. 'T' સેલની ઉણપ શું છે? 'T' સેલના કાર્યો, 'T' સેલની ઉણપના પ્રકારો, ચિહ્નો, નિદાન, સારવાર અને જીવનશૈલીમાં ફેરફારનું વિગતવાર વર્ણન કરો.

પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજી (Transplantation Immunology) : 11

11.1 પ્રસ્તાવના

11.2 પ્રત્યારોપણના પ્રકારો

11.3 એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારના તંત્રો

11.4 એમએચસી (MHC) અને ટીશ્યુ ટાઇપિંગ

11.5 ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપી

11.6 ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ રોગ (GVHD)

11.7 ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન અને તેના પડકારો

11.8 સારાંશ

11.9 સ્વાધ્યાય

11.1. પ્રસ્તાવના

માનવજાતનો ઇતિહાસ બીમારીઓ અને ઈજાઓ સામેના સંઘર્ષથી ભરેલો છે. જેમ જેમ તબીબી વિજ્ઞાનનો વિકાસ થયો, તેમ તેમ ડૉક્ટરએ માનવ શરીરના રોગગ્રસ્ત અથવા નુકસાન પામેલા ભાગોને તંદુરસ્ત ભાગોથી બદલવાનું સ્વપ્ન જોવાનું શરૂ કર્યું.

(**Types of Transplantation**) પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજી એક એવું વિજ્ઞાન છે. જે શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને પ્રત્યારોપણ કરાયેલા પેશીઓ અથવા અવયવો વચ્ચેની જટિલ ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓનો અભ્યાસ કરે છે. આ ક્ષેત્રમાં આપણે વિવિધ પ્રકારના પ્રત્યારોપણો, જેમ કે ઓટોગ્રાફ્ટ, એલ્યોગ્રાફ્ટ અને ઝેનોગ્રાફ્ટ વિશે શીખીશું. ઓટોગ્રાફ્ટમાં દર્દીના પોતાના જ પેશીઓનો ઉપયોગ થાય છે, જ્યારે એલ્યોગ્રાફ્ટમાં અન્ય વ્યક્તિના પેશીઓનો ઉપયોગ થાય છે. ઝેનોગ્રાફ્ટમાં, પ્રાણીઓના પેશીઓનો ઉપયોગ માનવ શરીરમાં થાય છે.

(**Mechanisms of Allograft Rejection**) આપણે એલ્યોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારના જટિલ તંત્રોનો પણ અભ્યાસ કરીશું, જેમાં શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રત્યારોપણ કરાયેલા પેશીઓને 'પરાજિત' ગણીને તેના પર હુમલો કરે છે. (**MHC and Tissue Typing**) આ અસ્વીકારને રોકવા

માટે ડૉક્ટરો એમએચસી અને ટીશ્યુ ટાઇપિંગ નામની પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરે છે. જે દર્દી અને દાતાના પેશીઓ વચ્ચેની સુસંગતતા નક્કી કરે છે. (**Immunosuppressive Therapy**) ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપીનો ઉપયોગ રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવવા અને અસ્વીકારને રોકવા માટે પણ થાય છે.

(**Graft-versus-Host Disease**) ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ રોગ નામની ગંભીર ગૂંચવણ ત્યારે થાય છે. જ્યારે પ્રત્યારોપણ કરાયેલા પેશીઓમાં રહેલી રોગપ્રતિકારક કોશિકાઓ દર્દીના શરીર પર હુમલો કરે છે. આ ગંભીર અને જીવલેણ સ્થિતિ હોઈ શકે છે. (**Xenotransplantation and Its Challenges**) અંતે, આપણે ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનની સંભાવનાઓ અને પડકારોનો પણ અભ્યાસ કરીશું, જે માનવ અંગોની અછતને દૂર કરી શકે છે.

આ એકમ દ્વારા આપણે પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજીના રસપ્રદ અને જટિલ વિશ્વમાં ડૂબકી લગાવીશું. આપણે આ ક્ષેત્રમાં થયેલી પ્રગતિ, પડકારો અને ભવિષ્યની સંભાવનાઓ વિશે શીખીશું. આ જ્ઞાન આપણને પ્રત્યારોપણ દ્વારા જીવન બચાવવા અને માનવજાતની સુખાકારીમાં સુધારો કરવાના પ્રયત્નોને બહેતર રીતે સમજવામાં મદદ કરશે.

પરિચય :

પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજી એ ઇમ્યુનોલોજીની એક શાખા છે. જે શરીરની પ્રતિકારક શક્તિ અને પ્રત્યારોપણની પ્રક્રિયા વચ્ચેના સંબંધનો અભ્યાસ કરે છે. આ ક્ષેત્ર પ્રત્યારોપિત અંગોને નકારવા માટે શરીરની પ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે કામ કરે છે અને આ પ્રતિક્રિયાને કેવી રીતે દબાવી શકાય તેનો અભ્યાસ કરે છે.

પ્રારંભિક શરૂઆત : 20મી સદીની શરૂઆતમાં ડૉક્ટરોએ સમજવાનું શરૂ કર્યું કે, પ્રત્યારોપણની નિષ્ફળતાનું કારણ શરીરની પ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા વિદેશી પેશીઓને નકારી કાઢવાનું હતું.

પ્રથમ સફળ પ્રત્યારોપણ : 1954માં, **ડૉ. જોસેફ મુરેએ** વિશ્વનું પ્રથમ સફળ માનવ કિડની પ્રત્યારોપણ કર્યું. આ પ્રત્યારોપણ બે એકરૂપ જોડિયા વચ્ચે થયું, જેનો અર્થ છે. કે તેઓ આનુવંશિક રીતે સમાન હતા અને શરીર દ્વારા પ્રત્યારોપિત અંગને નકારી કાઢવાની શક્યતા નહોતી.

ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ : 1960ના દાયકામાં ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ, જેમ કે **એઝાથિઓપ્રિન અને કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ**, વિકસાવવામાં આવી હતી. આ દવાઓ પ્રતિકારક શક્તિને દબાવીને અને પ્રત્યારોપિત અંગોને નકારી કાઢવાની શક્યતા ઘટાડીને પ્રત્યારોપણની સફળતા દરમાં સુધારો કરવામાં મદદ કરે છે.

વૈજ્ઞાનિકોનું યોગદાન :

- **જોસેફ મુરે :** પ્રથમ સફળ માનવ કિડની પ્રત્યારોપણ માટે જવાબદાર.
- **પીટર મેડાવર :** પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજીના સિદ્ધાંતો સ્થાપિત કરવા માટે જવાબદાર.

- **જ્યોર્જ હિચિંગ્સ અને ગર્ટ્રુડ એલિઓન :** એઝાથિઓપ્રિન, પ્રથમ અસરકારક ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવા વિકસાવવા માટે જવાબદાર.

ભારતે પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં નોંધપાત્ર યોગદાન આપ્યું છે.

- **ભારતમાં પ્રથમ કિડની પ્રત્યારોપણ :** 1971માં, ડૉ. કે. એચ. શર્માએ ભારતમાં પ્રથમ સફળ કિડની પ્રત્યારોપણ કર્યું. ભારતમાં ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓના ઉત્પાદન અને સંશોધનમાં નોંધપાત્ર પ્રગતિ કરી છે. ભારતીય વૈજ્ઞાનિકો પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજી ક્ષેત્રે આંતરરાષ્ટ્રીય સહયોગમાં સક્રિયપણે ભાગ લે છે.

આજે પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજી એ એક સક્રિય ક્ષેત્ર છે. જે પ્રત્યારોપણની સફળતા દરમાં સુધારો કરવા અને પ્રત્યારોપિત અંગોની લાંબાગાળાની જીવિત રહેવાની ક્ષમતા વધારવા માટે નવી અને વધુ સારી ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ અને ઉપચાર વિકસાવવા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરે છે.

11.2. પ્રત્યારોપણના પ્રકારો : ઓટોગ્રાફ્ટ, એલિયોગ્રાફ્ટ, ઝેનોગ્રાફ્ટ :

આપણે પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજીની પ્રસ્તાવનાનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં આપણે આ ક્ષેત્રના મહત્ત્વ અને મૂળભૂત બાબતો વિશે જાણ્યું. હવે, આપણે પ્રત્યારોપણના વિવિધ પ્રકારોનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું. મુખ્યત્વે ઓટોગ્રાફ્ટ, એલિયોગ્રાફ્ટ, અને ઝેનોગ્રાફ્ટ એમ ત્રણ પ્રકારના પ્રત્યારોપણ હોય છે.

1. ઓટોગ્રાફ્ટ (Autograft) :

ઓટોગ્રાફ્ટ એ એક પ્રકારનું પ્રત્યારોપણ છે. જેમાં પેશીને એક વ્યક્તિના શરીરમાં એક જગ્યાએથી લઈને તે જ વ્યક્તિના શરીરના બીજા ભાગમાં પ્રત્યારોપણ કરવામાં આવે છે. સરળ શબ્દોમાં કહીએ તો, દર્દી પોતે જ પોતાના માટે દાતા અને પ્રાપ્તકર્તા બંને હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, બળેલા ભાગને ઢાંકવા માટે વ્યક્તિના જાંઘમાંથી ચામડી લઈને ચહેરા પર લગાવવી એ ઓટોગ્રાફ્ટનું ઉદાહરણ છે. તેવી જ રીતે કોરોનરી ધમની બાયપાસ સર્જરીમાં, દર્દીના પગમાંથી શિરા લઈને હૃદયમાં રક્ત પ્રવાહ સુધારવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

ઓટોગ્રાફ્ટનો સૌથી મોટો ફાયદો એ છે. કે તેમાં પ્રત્યારોપણ અસ્વીકાર થવાનું જોખમ નથી. કારણ કે પેશીઓ દર્દીના પોતાના શરીરની જ હોય છે, તેથી શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ તેને 'પરાજિત' ગણીને તેના પર હુમલો કરતી નથી. આ ઉપરાંત, ઓટોગ્રાફ્ટ માટે ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ લેવાની પણ જરૂર પડતી નથી. જોકે, ઓટોગ્રાફ્ટની મર્યાદા એ છે. કે તે માત્ર અમુક પ્રકારના પેશીઓ માટે જ શક્ય છે અને તે દરેક સ્થિતિમાં ઉપયોગમાં લઈ શકાતું નથી. ઓટોગ્રાફ્ટ ફક્ત ત્યારે જ શક્ય બને છે, જ્યારે પેશીઓને નુકસાન પહોંચાડ્યા વિના એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ ખસેડી શકાય.

2. એલિયોગ્રાફ્ટ (Allograft) :

એલિયોગ્રાફ્ટ એ પ્રત્યારોપણનો એક પ્રકાર છે. જેમાં પેશીઓ અથવા અંગ એક વ્યક્તિ (દાતા) પાસેથી લઈને અન્ય વ્યક્તિ (પ્રાપ્તકર્તા)માં પ્રત્યારોપણ કરવામાં આવે છે, જે આનુવંશિક રીતે સમાન

નથી. મોટાભાગના માનવ પેશી અને અંગ પ્રત્યારોપણ એલિયોગ્રાફ્ટ હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કિડની, હૃદય, યકૃત, ફેફસાં અને ચામડીનું પ્રત્યારોપણ એ એલિયોગ્રાફ્ટના ઉદાહરણો છે.

એલિયોગ્રાફ્ટમાં, પ્રત્યારોપણ અસ્વીકાર એ સૌથી મોટો પડકાર છે. પ્રાપ્તકર્તાના શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ દાતાના પેશીઓને 'બહારના' ગણીને તેના પર હુમલો કરી શકે છે. આ અસ્વીકારને રોકવા માટે, દાતા અને પ્રાપ્તકર્તાના પેશીઓની સુસંગતતા ચકાસવા માટે એમએચસી અને ટીશ્યુ ટાઇપિંગ કરવામાં આવે છે. વધુમાં, પ્રાપ્તકર્તાને ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ આપવામાં આવે છે. જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવી દે છે, જેથી અસ્વીકાર થવાની શક્યતા ઘટી જાય છે. એલિયોગ્રાફ્ટની સફળતા દાતા અને પ્રાપ્તકર્તા વચ્ચેની આનુવંશિક સમાનતા, પ્રત્યારોપણ કરાયેલા પેશીઓના પ્રકાર અને પ્રાપ્તકર્તાની રોગપ્રતિકારક શક્તિની સ્થિતિ પર આધારિત છે.

3. ઝેનોગ્રાફ્ટ (Xenograft) :

ઝેનોગ્રાફ્ટ એ પ્રત્યારોપણનો એક પ્રકાર છે. જેમાં પેશીઓ અથવા અંગ એક પ્રજાતિ (દાતા) પાસેથી લઈને અન્ય પ્રજાતિ (પ્રાપ્તકર્તા)માં પ્રત્યારોપણ કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ડુક્કરમાંથી વાલ્વ લઈને માનવ હૃદયમાં પ્રત્યારોપણ કરવું એ ઝેનોગ્રાફ્ટનું ઉદાહરણ છે. ઝેનોગ્રાફ્ટનો મુખ્ય ઉદ્દેશ માનવ અંગોની અછતને દૂર કરવાનો છે.

જોકે, ઝેનોગ્રાફ્ટમાં એલિયોગ્રાફ્ટ કરતાં પણ વધુ ગંભીર પ્રત્યારોપણ અસ્વીકાર થવાનું જોખમ રહેલું છે. પ્રાણીના પેશીઓ માનવ શરીર માટે વધુ 'વિદેશી' હોય છે, જેના કારણે રોગપ્રતિકારક શક્તિ ખૂબ જ પ્રબળ પ્રતિક્રિયા આપે છે. આ ઉપરાંત, ઝેનોગ્રાફ્ટ દ્વારા પ્રાણીઓમાંથી માનવોમાં રોગ ફેલાવાનો ભય પણ રહેલો છે. હાલમાં, ઝેનોગ્રાફ્ટ પર ઘણું સંશોધન ચાલી રહ્યું છે અને ભવિષ્યમાં તે માનવ અંગ પ્રત્યારોપણ માટે એક મહત્વપૂર્ણ વિકલ્પ બની શકે તેવી સંભાવના છે. વૈજ્ઞાનિકો આનુવંશિક રીતે ફેરફાર કરેલા પ્રાણીઓ વિકસાવવા પર કામ કરી રહ્યા છે. જેમના અંગો માનવ શરીર દ્વારા નકારવામાં આવે તેવી શક્યતા ઓછી હોય.

આપણે પ્રત્યારોપણના ત્રણેય પ્રકારો - ઓટોગ્રાફ્ટ, એલિયોગ્રાફ્ટ અને ઝેનોગ્રાફ્ટ - તેના ફાયદા અને પડકારો વિશે શીખ્યા. હવે આપણે આગળ વધીશું અને એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારના તંત્રો (Mechanisms of Allograft Rejection)નો અભ્યાસ કરીશું, જે પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજીનું એક અત્યંત મહત્ત્વનું પાસું છે. આ જ્ઞાન આપણને એ સમજવામાં મદદ કરશે કે શા માટે પ્રત્યારોપણ અસ્વીકાર થાય છે અને તેને કેવી રીતે રોકી શકાય છે.

11.3. એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારના તંત્રો (Mechanisms of Allograft Rejection) :

આપણે આગળ પ્રત્યારોપણના પ્રકારો વિશે શીખ્યા, જેમાં આપણે ઓટોગ્રાફ્ટ, એલિયોગ્રાફ્ટ અને ઝેનોગ્રાફ્ટ વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ કર્યો. હવે આપણે એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારના જટિલ તંત્રો પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકાર એ પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજીમાં સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ વિષયોમાંનો એક છે, કારણ કે તે એલિયોગ્રાફ્ટ પ્રત્યારોપણની સફળતામાં મુખ્ય અવરોધ છે.

જ્યારે કોઈ વ્યક્તિમાં એલિયોગ્રાફ્ટ પ્રત્યારોપણ કરવામાં આવે છે, ત્યારે પ્રાપ્તકર્તાના શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ દાતાના પેશીઓને 'પરાજિત' અથવા 'બહારના' પદાર્થ તરીકે ઓળખે છે. આ ઓળખ મુખ્યત્વે **મેજર હિસ્ટોકમ્પેટિબિલિટી કોમ્પ્લેક્સ (MHC)** અણુઓમાં તફાવતને કારણે થાય છે, જેને **હ્યુમન લ્યુકોસાઇટ એન્ટિજેન (HLA)** પણ કહેવામાં આવે છે. આ MHC/HLA અણુઓ કોષોની સપાટી પર હાજર હોય છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને 'પોતાના' અને 'બહારના' કોષો વચ્ચે ભેદ પાડવામાં મદદ કરે છે. પ્રત્યેક વ્યક્તિમાં MHC/HLA અણુઓનો અનન્ય સમૂહ હોય છે, જે તેમને તેમના માતાપિતા પાસેથી વારસામાં મળે છે.

એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકાર બે મુખ્ય તંત્રો દ્વારા થાય છે.

1. ડાયરેક્ટ એલોરીકોગ્નિશન (Direct Allorecognition) :

આ પ્રક્રિયામાં, પ્રાપ્તકર્તાના 'T'-કોષો (T-cells) સીધા જ દાતાના કોષો પર હાજર વિદેશી MHC/HLA અણુઓને ઓળખે છે. આ ઓળખ 'T'-કોષોને સક્રિય કરે છે, જે પછી સાયટોટોક્સિક ટી લિમ્ફોસાઇટ્સ (CTLs) માં પરિણમે છે. આ CTLs દાતાના પેશીઓ પર સીધો હુમલો કરે છે. અને કોષોનો નાશ કરે છે. વધુમાં, સક્રિય 'T'-કોષો સાયટોકાઇન્સ નામના અણુઓ મુક્ત કરે છે. જે બળતરામાં વધારો કરે છે અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને આકર્ષે છે, જે વધુ નુકસાન પહોંચાડે છે. આ પ્રક્રિયાને 'ડાયરેક્ટ' કહેવામાં આવે છે. કારણ કે તેમાં પ્રાપ્તકર્તાના એન્ટિજેન-પ્રસ્તુત કોષો (APCs)ની ભાગીદારી જરૂરી નથી. ડાયરેક્ટ એલોરીકોગ્નિશન મુખ્યત્વે તીવ્ર અસ્વીકાર (Acute Rejection) માટે જવાબદાર છે, જે પ્રત્યારોપણ પછીના શરૂઆતના દિવસો અથવા અઠવાડિયામાં થાય છે.

2. ઈનડાયરેક્ટ એલોરીકોગ્નિશન (Indirect Allorecognition) :

આ પ્રક્રિયામાં પ્રાપ્તકર્તાના APCs, જેમ કે ડેન્ડ્રિટિક કોષો અને મેક્રોફેજ, દાતાના પેશીઓમાંથી વિદેશી MHC/HLA અણુઓને ગ્રહણ કરે છે અને તેમને નાના ટુકડાઓમાં (પેપ્ટાઇડ્સ) તોડી નાખે છે. આ પેપ્ટાઇડ્સ પછી APCs દ્વારા પ્રાપ્તકર્તાના 'T'-કોષોને રજૂ કરવામાં આવે છે. 'T'-કોષો આ વિદેશી પેપ્ટાઇડ્સને ઓળખે છે અને સક્રિય થાય છે, જે દાતાના પેશીઓ સામે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરૂ કરે છે. આ પ્રતિક્રિયામાં 'T'-હેલ્પર કોષો સક્રિય થાય છે. જે સાયટોકાઇન્સ મુક્ત કરે છે અને 'B'-કોષોને સક્રિય કરે છે. 'B'-કોષો પછી એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરે છે. જે દાતાના પેશીઓ સાથે જોડાય છે. અને તેને નુકસાન પહોંચાડે છે. આ પ્રક્રિયાને 'ઈનડાયરેક્ટ' કહેવામાં આવે છે. કારણ કે તેમાં પ્રાપ્તકર્તાના APCsની ભાગીદારી જરૂરી છે. ઈનડાયરેક્ટ એલોરીકોગ્નિશન મુખ્યત્વે ક્રોનિક અસ્વીકાર (Chronic Rejection) માટે જવાબદાર છે, જે પ્રત્યારોપણ પછીના મહિનાઓ અથવા વર્ષોમાં ધીમે ધીમે વિકાસ પામે છે અને ગ્રાફ્ટ વાહિનીઓને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.

અસ્વીકાર પ્રક્રિયામાં અન્ય કોષો અને અણુઓની ભૂમિકા :

'T'-કોષો ઉપરાંત, અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષો જેમ કે 'B'-કોષો (B-cells), કુદરતી કિલર કોષો (NK cells) અને મેક્રોફેજ પણ એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારમાં ભૂમિકા ભજવે છે. 'B'-કોષો એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરે છે. જે દાતાના પેશીઓ સાથે પ્રતિક્રિયા કરી શકે છે, કોમ્પ્લીમેન્ટ સીસ્ટમને સક્રિય કરી

શકે છે. અને બળતરા પેદા કરી શકે છે. NK કોષો અને મેક્રોફેજ પણ દાતાના કોષોને સીધા જ મારી નાખી શકે છે અને બળતરામાં ફાળો આપી શકે છે.

પરિણામ :

એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારના પરિણામે પ્રત્યારોપણ કરાયેલા પેશીઓ અથવા અંગને નુકસાન થાય છે અને તે નિષ્ફળ પણ થઈ શકે છે. તીવ્ર અસ્વીકાર ઝડપથી પ્રગતિ કરી શકે છે અને અંગના કાર્યમાં તીવ્ર ઘટાડો કરી શકે છે. ક્રોનિક અસ્વીકાર ધીમે ધીમે પ્રગતિ કરે છે અને અંગના કાર્યમાં ધીમે ધીમે ઘટાડો અને અંતે નિષ્ફળતા તરફ દોરી જાય છે. પ્રત્યારોપણ કરેલા અંગમાં રુધિરવાહિનીઓમાં નુકશાન, ફાઇબ્રોસિસ અને કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો એ ક્રોનિક અસ્વીકારના લાક્ષણિક ચિહ્નો છે.

આપણે એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારના જટિલ તંત્રોને સમજ્યા. હવે આપણે આગળ વધીશું. એમએચસી અને ટીશ્યુ ટાઇપિંગ (MHC and Tissue Typing)નો અભ્યાસ કરીશું, જે પ્રત્યારોપણ પહેલા દાતા અને પ્રાપ્તકર્તા વચ્ચેની સુસંગતતા નક્કી કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આ સમજ આપણને પ્રત્યારોપણની સફળતાને કેવી રીતે સુધારી શકાય તે અંગે માર્ગદર્શન આપશે.

11.4. એમએચસી અને ટીશ્યુ ટાઇપિંગ (MHC and Tissue Typing) :

આપણે અગાઉ એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારના જટિલ તંત્રોનો અભ્યાસ કર્યો અને સમજ્યા કે કેવી રીતે પ્રાપ્તકર્તાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ દાતાના પેશીઓ પર હુમલો કરી શકે છે. હવે આપણે **મેજર હિસ્ટોકમ્પેટિબિલિટી કોમ્પ્લેક્સ (MHC)** અને **ટીશ્યુ ટાઇપિંગ**ની મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે પ્રત્યારોપણની સફળતાને સુધારવા માટે ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ પરિબળો છે.

મેજર હિસ્ટોકમ્પેટિબિલિટી કોમ્પ્લેક્સ (MHC) :

MHC એ જનીનોનો એક સમૂહ છે. જે કોષોની સપાટી પર જોવા મળતા પ્રોટીન અણુઓને કોડ કરે છે. આ અણુઓને **હ્યુમન લ્યુકોસાઇટ એન્ટિજેન (HLA)** તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. MHC અણુઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, કારણ કે તેઓ રોગપ્રતિકારક કોષોને 'પોતાના' અને 'બહારના' કોષો વચ્ચે ભેદ પાડવામાં મદદ કરે છે. તેઓ 'T'-કોષોને પેપ્ટાઇડ એન્ટિજેન્સ રજૂ કરે છે, જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરૂ કરવા માટે જરૂરી છે.

MHC જનીનોને બે મુખ્ય વર્ગોમાં વિભાજિત કરવામાં આવે છે.

- **MHC વર્ગ I :** આ જનીનો એવા પ્રોટીન અણુઓને કોડ કરે છે. જે શરીરના લગભગ તમામ કોષોની સપાટી પર જોવા મળે છે. તેઓ કોષની અંદર ઉત્પન્ન થતાં પેપ્ટાઇડ્સને સાયટોટોક્સિક 'T'-કોષો (CTLs)ને રજૂ કરે છે. જો આ પેપ્ટાઇડ્સ વાયરસ અથવા કેન્સરગ્રસ્ત કોષોમાંથી ઉદ્ભવતા હોય, તો CTLs તે કોષોનો નાશ કરશે. MHC વર્ગ I અણુઓમાં HLA-A, HLA-B અને HLA-Cનો સમાવેશ થાય છે.
- **MHC વર્ગ II :** આ જનીનો એવા પ્રોટીન અણુઓને કોડ કરે છે. જે મુખ્યત્વે એન્ટિજેન-પ્રસ્તુત કોષો (APCs) જેવાં કે ડેન્ડ્રિટિક કોષો, મેક્રોફેજ અને 'B'-કોષોની સપાટી પર જોવા મળે છે. તેઓ શરીરની બહારથી ગ્રહણ કરાયેલા પેપ્ટાઇડ્સને 'T'-હેલ્પર કોષોને રજૂ કરે છે.

'T'-હેલ્પર કોષો પછી રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને સંકલન કરવામાં મદદ કરે છે. MHC વર્ગ II અણુઓમાં HLA-DP, HLA-DQ અને HLA-DRનો સમાવેશ થાય છે.

MHC જનીનો અત્યંત પોલીમોર્ફિક હોય છે, એટલે કે તેમના ઘણાં વિવિધ પ્રકારો (એલીલ્સ) અસ્તિત્વમાં છે. પ્રત્યેક વ્યક્તિને MHC એલીલ્સનો એક અનન્ય સમૂહ વારસામાં મળે છે, અડધો માતા પાસેથી અને અડધો પિતા પાસેથી. આ વિવિધતા રોગપ્રતિકારક શક્તિને વિશાળ શ્રેણીના પેથોજેન્સને ઓળખવામાં મદદ કરે છે.

ટીશ્યુ ટાઇપિંગ (Tissue Typing) :

ટીશ્યુ ટાઇપિંગ જેને HLA ટાઇપિંગ પણ કહેવામાં આવે છે, તે એક પ્રયોગશાળા પ્રક્રિયા છે. જેનો ઉપયોગ પ્રત્યારોપણ પહેલાં દાતા અને પ્રાપ્તકર્તાના MHC/HLA એલીલ્સની ઓળખ અને સરખામણી કરવા માટે થાય છે. ટીશ્યુ ટાઇપિંગનો ઉદ્દેશ દાતા અને પ્રાપ્તકર્તા વચ્ચે શક્ય તેટલી શ્રેષ્ઠ HLA સુસંગતતા શોધવાનો છે. જેટલી વધુ HLA સુસંગતતા હશે, તેટલી અસ્વીકારની શક્યતા ઓછી હશે અને પ્રત્યારોપણની સફળતાની શક્યતા વધુ હશે.

ટીશ્યુ ટાઇપિંગ માટે રક્ત અથવા પેશીઓના નમૂના લેવામાં આવે છે અને HLA એલીલ્સને ઓળખવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

- **સેરોલોજિકલ ટાઇપિંગ (Serological Typing) :** આ પદ્ધતિમાં જાણીતા HLA એન્ટિજેન્સ સામે એન્ટિબોડીઝનો ઉપયોગ કરીને કોષોની સપાટી પર HLA અણુઓની હાજરી શોધવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ પ્રમાણમાં ઝડપી અને સરળ છે., પરંતુ તે ઓછી રિઝોલ્યુશન ધરાવે છે અને અમુક ચોક્કસ HLA એલીલ્સને ઓળખી શકતી નથી.
- **ડીએનએ-આધારિત ટાઇપિંગ (DNA-based Typing) :** આ પદ્ધતિઓમાં પોલિમરેઝ ચેઇન રિએક્શન (PCR) અને અન્ય મોલેક્યુલર તકનીકોનો ઉપયોગ કરીને સીધા જ HLA જનીનોનું વિશ્લેષણ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિઓ સેરોલોજિકલ ટાઇપિંગ કરતાં વધુ સચોટ અને વિગતવાર માહિતી પૂરી પાડે છે અને તે ઉચ્ચ રિઝોલ્યુશન ટાઇપિંગ માટે પરવાનગી આપે છે, જે ચોક્કસ HLA એલીલ્સને ઓળખવામાં મદદ કરે છે.

ટીશ્યુ ટાઇપિંગનું મહત્ત્વ :

ટીશ્યુ ટાઇપિંગ પ્રત્યારોપણની સફળતા માટે અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે. દાતા અને પ્રાપ્તકર્તા વચ્ચે HLA મેળ ખાવાથી નીચેના લાભો થાય છે.

- ખાસ કરીને તીવ્ર અસ્વીકારનું જોખમ ઘટે છે.
- પ્રત્યારોપણ કરેલા અંગના કાર્યકાળમાં સુધારો થાય છે. વધુ સારી HLA સુસંગતતા ધરાવતા પ્રત્યારોપણ લાંબા સમય સુધી ટકી રહે છે.
- ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓની જરૂરિયાત ઘટે છે. ઓછી દવાઓની જરૂર પડતાં આડઅસરોનું જોખમ પણ ઘટે છે.

- ચેપ અને કેન્સર પ્રત્યારોપણ પછીની ગૂંચવણોનું જોખમ ઘટે છે.

જોકે, ખાસ કરીને અસંબંધિત દાતાઓ વચ્ચે સંપૂર્ણ HLA સુસંગતતા ભાગ્યે જ શક્ય છે. તેથી, ટીશ્યુ ટાઇપિંગનો ઉદ્દેશ શક્ય તેટલી શ્રેષ્ઠ સુસંગતતા શોધવાનો છે. કિડની અને બોન મેરો પ્રત્યારોપણમાં HLA સુસંગતતા સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ છે, જ્યારે યકૃત જેવાં અન્ય અંગોના પ્રત્યારોપણમાં ઓછી સુસંગતતા પણ સ્વીકાર્ય હોઈ શકે છે.

આપણે MHC અને ટીશ્યુ ટાઇપિંગના મહત્ત્વને સમજ્યા. હવે આપણે આગળ વધીશું અને ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપી (Immunosuppressive Therapy)નો અભ્યાસ કરીશું, જે પ્રત્યારોપણ અસ્વીકારને રોકવા માટે ઉપયોગમાં લેવામાં આવતી દવાઓ અને સારવારનો સમૂહ છે. આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવીને અસ્વીકારને અટકાવવામાં મદદ કરે છે.

11.5. ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપી (Immunosuppressive Therapy)

આપણે અગાઉ એમએચસી (MHC) અને ટીશ્યુ ટાઇપિંગના મહત્ત્વ વિશે શીખ્યા, જે પ્રત્યારોપણ પહેલાં દાતા અને પ્રાપ્તકર્તા વચ્ચે સુસંગતતા સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરે છે. હવે આપણે **ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપી** પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે પ્રત્યારોપણ પછી અસ્વીકારને રોકવા માટે એક મહત્ત્વપૂર્ણ સારવાર પદ્ધતિ છે.

ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપી શું છે ?

ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપી એ દવાઓ અને સારવારનો સમૂહ છે. જેનો ઉપયોગ પ્રત્યારોપણ પછી શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવવા માટે કરવામાં આવે છે. આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક કોષો, જેમ કે 'T'-કોષો અને 'B'-કોષોની પ્રવૃત્તિને ઘટાડીને અથવા અટકાવીને કાર્ય કરે છે, જે એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારમાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે. ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ વિના પ્રાપ્તકર્તાનું શરીર પ્રત્યારોપણ કરાયેલા અંગને 'બહારના' પદાર્થ તરીકે ઓળખશે અને તેના પર હુમલો કરશે, જેના પરિણામે અંગને નુકસાન થશે અને તે નિષ્ફળ થઇ શકે છે.

ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપીના પ્રકાર :

ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપીને સામાન્ય રીતે ત્રણ તબક્કામાં વહેંચવામાં આવે છે.

1. **ઇન્ડક્શન થેરાપી (Induction Therapy) :** આ તીવ્ર ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ સારવાર પ્રત્યારોપણના સમયની આસપાસ આપવામાં આવે છે અને તેનો ઉદ્દેશ તીવ્ર અસ્વીકારના પ્રારંભિક જોખમને ઘટાડવાનો છે. ઇન્ડક્શન થેરાપીમાં સામાન્ય રીતે શક્તિશાળી એન્ટિબોડીઝનો ઉપયોગ થાય છે. જે 'T'-કોષોને ખતમ કરે છે. અથવા તેમની પ્રવૃત્તિને અટકાવે છે.

2. **મેઇન્ટેનન્સ થેરાપી (Maintenance Therapy) :** આ લાંબાગાળાની ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ સારવાર છે. જે પ્રત્યારોપણ કરેલા અંગના સમગ્ર જીવનકાળ દરમિયાન ચાલુ રાખવામાં આવે છે. મેઇન્ટેનન્સ થેરાપીનો ઉદ્દેશ ક્રોનિક અસ્વીકારને અટકાવવાનો અને પ્રત્યારોપણ કરેલા

અંગના લાંબાગાળાના અસ્તિત્વને સુનિશ્ચિત કરવાનો છે. મેઇન્ટેનન્સ થેરાપીમાં સામાન્ય રીતે ઘણી ઓછી માત્રામાં ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓનું મિશ્રણ આપવામાં આવે છે.

3. **એન્ટિ-રિજેક્શન થેરાપી (Anti-rejection Therapy) :** આ તીવ્ર ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ સારવાર છે. જે અસ્વીકારના એપિસોડની સારવાર માટે આપવામાં આવે છે. જો કોઈ પ્રાપ્તકર્તામાં અસ્વીકારના ચિહ્નો દેખાય, તો ડૉક્ટરો અસ્વીકાર પ્રક્રિયાને રોકવા માટે શક્તિશાળી ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓની ઊંચી માત્રા આપી શકે છે.

ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓના પ્રકાર :

ઘણાં વિવિધ પ્રકારની ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ ઉપલબ્ધ છે, જે નીચેના વર્ગોમાં વહેંચાયેલી છે.

- **કેલ્સિન્યુરિન ઈન્હીબીટર્સ (Calcineurin Inhibitors - CNIs) :** આ દવાઓ 'T'-કોષોના સક્રિયકરણમાં સામેલ કેલ્સિન્યુરિન નામના પ્રોટીનની પ્રવૃત્તિને અટકાવે છે. સાયક્લોસ્પોરિન (Cyclosporine) અને ટેક્રોલિમસ (Tacrolimus) એ સૌથી સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતા CNIs છે.
- **એન્ટિપ્રોલિફેરેટિવ એજન્ટ્સ (Antiproliferative Agents) :** આ દવાઓ 'T'-કોષો અને 'B'-કોષોના પ્રસારને અટકાવે છે. માયકોફેનોલેટ મોફેટીલ (Mycophenolate Mofetil - MMF) અને એઝાથિયોપ્રિન (Azathioprine) એ સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતા એન્ટિપ્રોલિફેરેટિવ એજન્ટ્સ છે.
- **કોર્ટિકોસ્ટેરોઇડ્સ (Corticosteroids) :** આ શક્તિશાળી બળતરા વિરોધી દવાઓ છે. જે રોગપ્રતિકારક કોષોની પ્રવૃત્તિને દબાવી દે છે. પ્રેડનીસોન (Prednisone) એ સૌથી સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતા કોર્ટિકોસ્ટેરોઇડ છે.
- **એમટીઓઆર ઈન્હીબીટર્સ (mTOR Inhibitors) :** આ દવાઓ કોષોના વિકાસ અને પ્રસારમાં સામેલ mTOR નામના પ્રોટીનની પ્રવૃત્તિને અટકાવે છે. સિરોલિમસ (Sirolimus) અને એવેરોલિમસ (Everolimus) એ mTOR ઈન્હીબીટર્સના ઉદાહરણો છે.
- **એન્ટિબોડી થેરાપી (Antibody Therapy) :** આ થેરાપીમાં 'T'-કોષો અથવા અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને નિશાન બનાવતા એન્ટિબોડીઝનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. બેસિલિક્સીમેબ (Basiliximab) અને એલેમ્ટુઝુમેબ (Alemtuzumab) એ એન્ટિબોડી થેરાપીના ઉદાહરણો છે.

ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપીની આડઅસરો :

ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ પ્રત્યારોપણ અસ્વીકારને રોકવામાં ખૂબ જ અસરકારક છે, પરંતુ તે આડઅસરો પણ કરી શકે છે. કારણ કે આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવી દે છે, તેથી પ્રાપ્તકર્તાને ચેપ, અમુક પ્રકારના કેન્સર અને અન્ય સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓનું જોખમ વધી જાય છે. ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓની અન્ય સામાન્ય આડઅસરોમાં નીચેનાનો સમાવેશ થઈ શકે છે.

ઉબકા અને ઉલટી

- ઝાડા
- વાળ ખરવા
- ધ્રુજારી
- હાઈ બ્લડ પ્રેશર
- ડાયાબિટીસ
- કિડનીની સમસ્યાઓ

પ્રત્યારોપણ પછી, ડૉક્ટરો પ્રાપ્તકર્તાની નજીકથી દેખરેખ રાખે છે. અને આડઅસરોને ઓછી કરવા માટે ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓની માત્રાને કાળજીપૂર્વક ગોઠવે છે.

ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપી એ પ્રત્યારોપણની સફળતા માટે આવશ્યક ભાગ ભજવે છે. આ દવાઓ પ્રાપ્તકર્તાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવીને પ્રત્યારોપણ કરેલા અંગના અસ્વીકારને રોકવામાં મદદ કરે છે. જોકે, ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓની આડઅસરો પણ થઈ શકે છે, તેથી ડૉક્ટરોએ લાભો અને જોખમોને કાળજીપૂર્વક તોલવા જોઈએ અને પ્રત્યેક દર્દી માટે શ્રેષ્ઠ સારવાર યોજના બનાવવી જોઈએ. પ્રત્યારોપણ પછી, પ્રાપ્તકર્તાઓએ ડૉક્ટરોની સૂચનાઓનું કાળજીપૂર્વક પાલન કરવું જોઈએ, નિયમિતપણે દવાઓ લેવી જોઈએ અને કોઈપણ આડઅસરોની તાત્કાલિક જાણ કરવી જોઈએ. આગળ વધીશું અને ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ રોગ (Graft-versus-Host Disease)નો અભ્યાસ કરીશું.

11.6. ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ રોગ (Graft-versus-Host Disease) :

આપણે અગાઉ ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપી વિશે શીખ્યા જે પ્રત્યારોપણ પછી અસ્વીકારને રોકવામાં મદદ કરે છે. હવે આપણે **ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ રોગ (Graft-versus-Host Disease - GVHD)** પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે પ્રત્યારોપણની એક ગંભીર અને સંભવિત જીવલેણ ગૂંચવણ છે.

ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ રોગ (GVHD) શું છે ?

GVHD એ એવી સ્થિતિ છે. જે ત્યારે થાય છે. જ્યારે પ્રત્યારોપણ કરાયેલા પેશીઓમાં રહેલા દાતાના રોગપ્રતિકારક કોષો (મુખ્યત્વે 'T'-કોષો) પ્રાપ્તકર્તાના શરીરના કોષોને 'બહારના' તરીકે ઓળખે છે અને તેના પર હુમલો કરે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, પ્રત્યારોપણ કરેલા કોષો પ્રાપ્તકર્તાના શરીર પર હુમલો કરે છે, તેથી તેને 'ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ' રોગ કહેવામાં આવે છે.

GVHD મુખ્યત્વે **એલોજેનેક (allogeneic) બોન મેરો અથવા સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન** પછી થાય છે, જેમાં દાતા અને પ્રાપ્તકર્તા આનુવંશિક રીતે સમાન હોતા નથી. જોકે, તે ભાગ્યે જ ઘન અંગ પ્રત્યારોપણ (solid organ transplantation) પછી પણ થઈ શકે છે. ઓટોલોગસ (autologous) ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન (જેમાં દર્દીના પોતાના કોષોનો ઉપયોગ થાય છે.)માં GVHD થતો નથી.

GVHD કેવી રીતે થાય છે ?

GVHD થવા માટે ત્રણ શરતો પૂરી થવી આવશ્યક છે.

1. **ગ્રાફ્ટમાં ઇમ્યુનોકોમ્પીટેન્ટ કોષો હોવા જોઇએ :** પ્રત્યારોપણ કરાયેલા પેશીઓમાં જીવંત અને કાર્યરત રોગપ્રતિકારક કોષો હોવા જોઇએ જે પ્રાપ્તકર્તાના પેશીઓ પર હુમલો કરી શકે.

2. **પ્રાપ્તકર્તામાં એન્ટિજેન્સ હોવા જોઇએ જે દાતાના કોષોને 'બહારના' દેખાય :** પ્રાપ્તકર્તાના કોષો પર એવા એન્ટિજેન્સ (જેમ કે HLA) હોવા જોઇએ જે દાતાના 'T'-કોષો દ્વારા વિદેશી તરીકે ઓળખાય.

3. **પ્રાપ્તકર્તા ગ્રાફ્ટ કોષો સામે અસરકારક રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા માઉન્ટ કરવામાં અસમર્થ હોવો જોઇએ :** પ્રાપ્તકર્તાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ એટલી દબાયેલી હોવી જોઇએ કે તે દાતાના ટી-કોષોના હુમલાને રોકી શકે નહીં.

જ્યારે આ શરતો પૂરી થાય છે, ત્યારે દાતાના 'T'-કોષો સક્રિય થાય છે અને પ્રાપ્તકર્તાના કોષો પર હુમલો કરવાનું શરૂ કરે છે. આ હુમલો મુખ્યત્વે ચામડી, યકૃત અને જઠરાંત્રિય માર્ગને અસર કરે છે, પરંતુ તે અન્ય અંગોને પણ નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.

GVHDના પ્રકાર :

GVHD ને બે મુખ્ય પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. :

- **તીવ્ર GVHD (Acute GVHD) :** તે સામાન્ય રીતે પ્રત્યારોપણ પછીના પ્રથમ 100 દિવસમાં થાય છે, પરંતુ તે પછી પણ થઇ શકે છે. તીવ્ર GVHDના લક્ષણોમાં ચામડી પર ફોલ્લા, ઝાડા, ઉબકા, ઉલટી, પેટમાં દુખાવો અને કમળો (યકૃતને નુકસાનને કારણે) શામેલ હોઇ શકે છે. તીવ્ર GVHD ને તીવ્રતાના આધારે ગ્રેડ I (હળવો) થી ગ્રેડ IV (ગંભીર)માં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.

- **ક્રોનિક GVHD (Chronic GVHD) :** તે સામાન્ય રીતે પ્રત્યારોપણ પછી 100 દિવસ પછી થાય છે અને તે લાંબા સમય સુધી ચાલુ રહી શકે છે. ક્રોનિક GVHDના લક્ષણો તીવ્ર GVHD કરતાં વધુ વૈવિધ્યસભર હોઇ શકે છે અને તેમાં ચામડીનું જાડું થવું અને સખ્તાઇ, શુષ્ક આંખો અને મોં, શ્વાસ લેવામાં તકલીફ, સ્નાયુઓમાં નબળાઇ અને સાંધામાં દુખાવો શામેલ હોઇ શકે છે. ક્રોનિક GVHDને પણ મર્યાદિત (limited) અથવા વ્યાપક (extensive)માં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

GVHDનું નિદાન અને સારવાર :

GVHDનું નિદાન શારીરિક પરીક્ષા, તબીબી ઇતિહાસ અને બાયોપ્સી (પેશીના નમૂનાની માઇક્રોસ્કોપ હેઠળ તપાસ)ના આધારે કરવામાં આવે છે.

GVHDની સારવારનો મુખ્ય આધાર **ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ** છે, જે દાતાના 'T'-કોષોની પ્રવૃત્તિને દબાવી દે છે. તીવ્ર GVHDની સારવારમાં સામાન્ય રીતે કોર્ટિકોસ્ટેરોઇડ્સની ઊંચી માત્રા આપવામાં આવે છે, જે અન્ય ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ સાથે સંયોજનમાં હોઇ શકે છે. ક્રોનિક

GVHDની સારવારમાં લાંબાગાળાની ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપીની જરૂર પડે છે. અને તેમાં કોર્ટિકોસ્ટેરોઇડ્સ, કેલ્સિન્યુરિન ઈન્હીબીટર્સ, MTOR ઈન્હીબીટર્સ અને અન્ય દવાઓ શામેલ હોઈ શકે છે.

GVHDની સારવારમાં **સહાયક સંભાળ (supportive care)** પણ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આમાં ચેપ અટકાવવા અને સારવાર કરવી, પોષણ સંબંધી સહાય પૂરી પાડવી અને પીડા અને અન્ય લક્ષણોનું સંચાલન કરવું શામેલ હોઈ શકે છે.

GVHDનું નિવારણ :

GVHDને રોકવા માટે ઘણી વ્યૂહરચનાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે.

- **દાતા અને પ્રાપ્તકર્તા વચ્ચે સારી HLA સુસંગતતા :** આ GVHDના જોખમને ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.
- **'T'-કોષ ડિપ્લેશન (T-cell depletion) :** પ્રત્યારોપણ પહેલાં દાતાના ગ્રાફ્ટમાંથી 'T'-કોષોને દૂર કરવા.
- **પ્રોફીલેક્ટિક ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપી :** પ્રત્યારોપણ પહેલાં અને પછી ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ આપવી.

GVHD એ એલોજેનેક બોન મેરો અથવા સ્ટેમ સેલ ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનની ગંભીર ગૂંચવણ છે. જે પ્રત્યારોપણની સફળતાને જોખમમાં મૂકી શકે છે. GVHDનું નિવારણ અને સારવાર પ્રત્યારોપણના પરિણામોને સુધારવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. સંશોધકો GVHDને વધુ સારી રીતે સમજવા અને તેને રોકવા અને સારવાર માટે નવી વધુ અસરકારક રીતો શોધવા માટે સતત કાર્ય કરી રહ્યા છે.

11.7. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન અને તેની પડકારો (Xenotransplantation and Its Challenges) :

આપણે ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ રોગ (GVHD) વિશે શીખ્યા, જે એલોજેનેક ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન સાથે સંકળાયેલી એક ગંભીર ગૂંચવણ છે. હવે આપણે **ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન (Xenotransplantation)** પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે એક આશાસ્પદ છતાં પડકારજનક ક્ષેત્ર છે. જે માનવ અંગ પ્રત્યારોપણની અછતને દૂર કરવાની સંભાવના ધરાવે છે.

ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન શું છે ?

ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન એ એક પ્રક્રિયા છે. જેમાં **એક પ્રજાતિના જીવંત કોષો, પેશીઓ અથવા અંગોને અન્ય પ્રજાતિના પ્રાપ્તકર્તામાં પ્રત્યારોપણ કરવામાં આવે છે.** ઉદાહરણ તરીકે, ડુક્કરના હૃદયના વાલ્વનું માનવમાં પ્રત્યારોપણ કરવું એ ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનનું એક સ્વરૂપ છે. જેનો હાલમાં ઉપયોગ થાય છે. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનનો મુખ્ય ઉદ્દેશ માનવ અંગોની અછતને દૂર કરવાનો છે, જે વિશ્વભરમાં લાખો લોકો માટે જીવલેણ સમસ્યા છે.

ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનનો સંક્ષિપ્ત ઇતિહાસ :

પ્રાણીઓમાંથી માનવોમાં પેશીઓ અને અંગોના પ્રત્યારોપણના પ્રયાસોનો ઇતિહાસ સદીઓ જૂનો છે. 20મી સદીની શરૂઆતમાં સર્જનોએ વાંદરાઓ અને બબૂનમાંથી માનવોમાં કિડની પ્રત્યારોપણ કરવાનો પ્રયાસ કર્યો, પરંતુ આ પ્રારંભિક પ્રયાસો નિષ્ફળ રહ્યા. 1960ના દાયકામાં, ચિમ્પાન્ઝીમાંથી માનવોમાં કિડની અને હૃદયના પ્રત્યારોપણના કેટલાંક કિસ્સા નોંધાયા હતા, પરંતુ પ્રાપ્તકર્તાઓ ટૂંકા સમયમાં જ મૃત્યુ પામ્યા હતા.

તાજેતરના દાયકાઓમાં ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનના ક્ષેત્રમાં નોંધપાત્ર પ્રગતિ થઈ છે. વૈજ્ઞાનિકોએ **ડુક્કરને ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન માટે સૌથી યોગ્ય દાતા પ્રજાતિ તરીકે ઓળખી કાઢ્યા છે**, કારણ કે તેમના અંગોનું કદ અને શરીરવિજ્ઞાન માનવ અંગો સાથે સામ્યતા ધરાવે છે. વધુમાં, આનુવંશિક ઈજનેરી (genetic engineering) તકનીકોના વિકાસથી ડુક્કરના જનીનોમાં ફેરફાર કરવાનું શક્ય બન્યું છે. જેથી માનવ રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા અસ્વીકાર થવાની શક્યતા ઓછી થાય.

ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનના ફાયદા :

- **અંગોની ઉપલબ્ધતામાં વધારો :** ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન માનવ અંગોની અછતને દૂર કરી શકે છે અને પ્રત્યારોપણની રાહ જોઈ રહેલા લાખો લોકોનો જીવ બચાવી શકે છે.
- **પ્રત્યારોપણ માટે રાહ જોવાનો સમય ઘટાડવો :** હાલમાં ઘણા દર્દીઓ યોગ્ય માનવ દાતા અંગની રાહ જોતા મૃત્યુ પામે છે. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન રાહ જોવાનો સમય નોંધપાત્ર રીતે ઘટાડી શકે છે.
- **આયોજિત પ્રત્યારોપણ :** ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન પ્રત્યારોપણને કટોકટીને બદલે આયોજિત પ્રક્રિયા બનાવી શકે છે, જે શસ્ત્રક્રિયાની સફળતાની શક્યતામાં સુધારો કરી શકે છે.

ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનના પડકારો :

ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન એક આશાસ્પદ ક્ષેત્ર હોવા છતાં તેને ક્લિનિકલ પ્રેક્ટિસમાં વ્યાપકપણે અપનાવવામાં આવે તે પહેલાં ઘણા નોંધપાત્ર પડકારોને દૂર કરવાની જરૂર છે. આ પડકારોમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે. :

- **રોગપ્રતિકારક અસ્વીકાર (Immunological Rejection) :** માનવ રોગપ્રતિકારક શક્તિ ઝેનોગ્રાફ્ટને 'બહારના' તરીકે ઓળખે છે અને તેના પર હુમલો કરે છે. ઝેનોગ્રાફ્ટ અસ્વીકાર એલોગ્રાફ્ટ અસ્વીકાર કરતાં વધુ તીવ્ર અને ઝડપી હોય છે. ઝેનોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારના મુખ્ય પ્રકારો નીચે મુજબ છે.
    - **હાયપરએક્યુટ રિજેક્શન (Hyperacute Rejection) :** આ પ્રત્યારોપણ પછી મિનિટો અથવા કલાકોમાં થાય છે. અને તે પ્રીફોર્મ્ડ એન્ટિબોડીઝ (preformed

antibodies)ને કારણે થાય છે. જે ડુક્કરના કોષો પરના એન્ટિજેન્સ સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે.

- **એક્યુટ વેસ્ક્યુલર રિજેક્શન (Acute Vascular Rejection) :** આ પ્રત્યારોપણ પછીના દિવસો અથવા અઠવાડિયામાં થાય છે. તે એન્ટિબોડીઝ અને કોમ્પ્લીમેન્ટ સીસ્ટમના સક્રિયકરણને કારણે થાય છે.
- **સેલ્યુલર રિજેક્શન (Cellular Rejection) :** આ 'T'-કોષો દ્વારા મધ્યસ્થી થાય છે. અને તે પ્રત્યારોપણ પછીના અઠવાડિયા અથવા મહિનાઓમાં થઈ શકે છે.

- **ઝૂનોસિસ (Zoonosis) :** ઝૂનોસિસ એ પ્રાણીઓમાંથી માનવોમાં ફેલાતા ચેપી રોગો છે. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન દ્વારા ડુક્કરમાંથી માનવોમાં વાયરસ અથવા અન્ય પેથોજેન્સ ફેલાવાનું જોખમ રહેલું છે, જેને **પોર્સિન એન્ડોજેનસ રેટ્રોવાયરસ (Porcine Endogenous Retroviruses - PERVs)** કહેવામાં આવે છે. આ વાયરસ ડુક્કરના જીનોમમાં એકીકૃત હોય છે અને તે માનવ કોષોને ચેપ લગાવી શકે છે, કે કેમ તે અંગે ચિંતા રહેલી છે.
- **શારીરિક અને જૈવિક અસંગતતાઓ (Physiological and Biological Incompatibilities) :** ડુક્કર અને માનવ અંગો વચ્ચે શારીરિક અને જૈવિક તફાવતો હોઈ શકે છે. જે ઝેનોગ્રાફ્ટના કાર્ય અને દીર્ધાયુષ્યને અસર કરી શકે છે.
- **નૈતિક ચિંતાઓ (Ethical Concerns) :** ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન ઘણા નૈતિક પ્રશ્નો ઉભા કરે છે, જેમાં પ્રાણી કલ્યાણ, સંભવિત જોખમો અને ઝેનોગ્રાફ્ટની યોગ્ય ફાળવણીનો સમાવેશ થાય છે.

ભવિષ્યની દિશા :

ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનના ક્ષેત્રમાં નોંધપાત્ર પ્રગતિ થઈ હોવા છતાં, ક્લિનિકલ પ્રેક્ટિસમાં તેનો વ્યાપકપણે ઉપયોગ થાય તે પહેલાં ઘણા પડકારોને દૂર કરવાની જરૂર છે. વૈજ્ઞાનિકો આ પડકારોને પહોંચી વળવા માટે સઘન પ્રયાસો કરી રહ્યા છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે.

- **આનુવંશિક રીતે ફેરફાર કરેલા ડુક્કરોનો વિકાસ :** વૈજ્ઞાનિકો એવા ડુક્કરો વિકસાવવા પર કામ કરી રહ્યા છે. જેમના જનીનોમાં ફેરફાર કરવામાં આવ્યો હોય જેથી માનવ રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા અસ્વીકાર થવાની શક્યતા ઓછી હોય. આમાં ડુક્કરના એન્ટિજેન્સને દૂર કરવા અને માનવ એન્ટિજેન્સ ઉમેરવાનો સમાવેશ થાય છે.
- **નવી ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓનો વિકાસ :** ઝેનોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારને રોકવા માટે વધુ અસરકારક અને ઓછી ઝેરી દવાઓ વિકસાવવાની જરૂર છે.
- **ઝૂનોસિસના જોખમનું મૂલ્યાંકન અને ઘટાડો :** ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન દ્વારા PERVs જેવાં વાયરસ ફેલાવાના જોખમનું કાળજીપૂર્વક મૂલ્યાંકન અને નિરીક્ષણ કરવાની જરૂર છે.

- **નૈતિક મુદ્દાઓ પર ચર્ચા અને માર્ગદર્શિકા :** ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન સાથે સંકળાયેલા નૈતિક પ્રશ્નો પર ખુલ્લી અને પારદર્શક ચર્ચા થવી જોઈએ અને આ ક્ષેત્રને માર્ગદર્શન આપવા માટે સ્પષ્ટ નૈતિક માર્ગદર્શિકા વિકસાવવી જોઈએ.

ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન એ એક આશાસ્પદ ક્ષેત્ર છે. જે માનવ અંગોની અછતને દૂર કરવાની અને પ્રત્યારોપણની રાહ જોઈ રહેલા લાખો લોકોના જીવ બચાવવાની સંભાવના ધરાવે છે. જોકે, આ ક્ષેત્રમાં ઘણા પડકારો પણ છે. જેને દૂર કરવાની જરૂર છે. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનના ફાયદા અને જોખમોનું કાળજીપૂર્વક મૂલ્યાંકન કરવું જોઈએ અને આ ક્ષેત્રમાં આગળ વધવા માટે વૈજ્ઞાનિક સંશોધન અને નૈતિક ચર્ચા બંને જરૂરી છે.

11.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજીના રસપ્રદ અને જટિલ વિશ્વમાં ઊંડા ઉતર્યા. આપણે આ ક્ષેત્રના ઇતિહાસ, મૂળભૂત સિદ્ધાંતો અને પ્રત્યારોપણના વિવિધ પ્રકારોનો અભ્યાસ કર્યો. પ્રત્યારોપણની શરૂઆત એક સ્વપ્ન તરીકે થઈ હતી, પણ આજે તે લાખો લોકો માટે જીવન બચાવતી વાસ્તવિકતા બની ગઇ છે.

આપણે ઓટોગ્રાફ્ટ, એલિયોગ્રાફ્ટ અને ઝેનોગ્રાફ્ટ વચ્ચેનો ભેદ શીખ્યા. ઓટોગ્રાફ્ટમાં દર્દીના પોતાના જ પેશીઓનો ઉપયોગ થાય છે, જ્યારે એલિયોગ્રાફ્ટમાં અન્ય વ્યક્તિના અને ઝેનોગ્રાફ્ટમાં પ્રાણીઓના પેશીઓનો ઉપયોગ થાય છે. એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારના જટિલ તંત્રોને સમજવું એ પ્રત્યારોપણની સફળતા માટે ચાવીરૂપ છે. ડાયરેક્ટ અને ઈનડાયરેક્ટ એલોરીકોગ્નિશન દ્વારા 'T'-કોષો દાતાના પેશીઓને ઓળખે છે. અને તેના પર હુમલો કરે છે.

MHC અને ટીશ્યુ ટાઇપિંગ દાતા અને પ્રાપ્તકર્તા વચ્ચેની સુસંગતતા નક્કી કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. MHC અણુઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને 'પોતાના' અને 'બહારના' કોષો વચ્ચે ભેદ પાડવામાં મદદ કરે છે. ટીશ્યુ ટાઇપિંગ દ્વારા HLA સુસંગતતા ચકાસવામાં આવે છે, જે પ્રત્યારોપણની સફળતાની શક્યતા વધારે છે.

ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપી પ્રત્યારોપણ પછી અસ્વીકારને રોકવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. વિવિધ પ્રકારની દવાઓ, જેમ કે કેલ્સિન્યુરિન ઈન્હીબીટર્સ, એન્ટિપ્રોલિફેરેટિવ એજન્ટ્સ અને કોર્ટિકોસ્ટેરોઇડ્સ, રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવીને કાર્ય કરે છે. જોકે, ઈમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓની આડઅસરો પણ હોય છે, જેનું કાળજીપૂર્વક સંચાલન કરવું જરૂરી છે.

ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ રોગ (GVHD) એ એલોજેનેક ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનની ગંભીર ગૂંચવણ છે, જેમાં દાતાના રોગપ્રતિકારક કોષો પ્રાપ્તકર્તાના શરીર પર હુમલો કરે છે. GVHDને રોકવા અને તેની સારવાર માટે સંશોધન ચાલુ છે.

ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન, જે પ્રાણીઓમાંથી માનવોમાં અંગ પ્રત્યારોપણનો સમાવેશ કરે છે, તે માનવ અંગોની અછતને દૂર કરવાની સંભાવના ધરાવે છે. જોકે, રોગપ્રતિકારક અસ્વીકાર, ઝૂનોસિસનું જોખમ અને નૈતિક ચિંતાઓ જેવા નોંધપાત્ર પડકારો પણ રહેલા છે.

આ એકમ દ્વારા, આપણે પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજીની પ્રગતિ, પડકારો અને ભવિષ્યની સંભાવનાઓનો અભ્યાસ કર્યો. આ ક્ષેત્રમાં થઇ રહેલા સંશોધનો પ્રત્યારોપણની સફળતામાં સુધારો કરવાનું અને માનવજાતની સુખાકારીમાં વધારો કરવાનું વચન આપે છે.

11.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજી શું અભ્યાસ કરે છે ?
   a) ફક્ત પ્રત્યારોપણની શસ્ત્રક્રિયા પ્રક્રિયાઓ
   b) ફક્ત પ્રત્યારોપણ માટે દાતાઓની પસંદગી
   c) શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને પ્રત્યારોપણ વચ્ચેનો સંબંધ
   d) ફક્ત પ્રત્યારોપણ પછીની ગૂંચવણો
2. ઓટોગ્રાફ્ટમાં કોનો ઉપયોગ થાય છે ?
   a) અન્ય વ્યક્તિના પેશીઓ
   b) પ્રાણીઓના પેશીઓ
   c) દર્દીના પોતાના જ પેશીઓ
   d) કૃત્રિમ પેશીઓ
3. એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારનું મુખ્ય કારણ શું છે ?
   a) બેક્ટેરિયલ ચેપ
   b) પ્રાપ્તકર્તાના શરીર દ્વારા દાતાના પેશીઓને 'બહારના' ગણવા
   c) અપૂરતી રક્ત પુરવઠો
   d) શસ્ત્રક્રિયાની ભૂલ
4. એમએચસી (MHC) અણુઓ શું કાર્ય કરે છે ?
   a) રક્ત ગંઠાઈ જવાની પ્રક્રિયામાં મદદ કરે છે.
   b) રોગપ્રતિકારક કોષોને 'પોતાના' અને 'બહારના' કોષો વચ્ચે ભેદ પાડવામાં મદદ કરે છે.
   c) ઓક્સિજનનું વહન કરે છે.
   d) હોર્મોન્સનું ઉત્પાદન કરે છે.

5. ટીશ્યુ ટાઇપિંગનો ઉદ્દેશ શું છે ?
   a) દાતા અને પ્રાપ્તકર્તાના રક્ત પ્રકાર નક્કી કરવા
   b) દાતા અને પ્રાપ્તકર્તાના એમએચસી (MHC) એલીલ્સની સુસંગતતા નક્કી કરવા
   c) દાતાના અંગોનું કાર્ય પરીક્ષણ કરવા
   d) પ્રાપ્તકર્તાની રોગપ્રતિકારક શક્તિનું પરીક્ષણ કરવા
6. ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ દવાઓ શું કાર્ય કરે છે ?
   a) રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજિત કરે છે.
   b) રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવી દે છે.

c) બેક્ટેરિયાનો નાશ કરે છે.

d) પીડા ઘટાડે છે.

7. ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ રોગ (GVHD)માં શું થાય છે?

a) પ્રાપ્તકર્તાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ દાતાના પેશીઓ પર હુમલો કરે છે.

b) દાતાના રોગપ્રતિકારક કોષો પ્રાપ્તકર્તાના શરીર પર હુમલો કરે છે.

c) પ્રત્યારોપણ કરેલા અંગમાં ચેપ લાગે છે.

d) પ્રત્યારોપણ કરેલા અંગને અપૂરતો રક્ત પુરવઠો મળે છે.

8. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનમાં કઈ પ્રજાતિના અંગોનો ઉપયોગ થવાની સૌથી વધુ સંભાવના છે ?

a) વાંદરાઓ b) બબૂન c) ડુક્કર d) ચિમ્પાન્ઝી

9. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનનો મુખ્ય ફાયદો શું છે ?

a) અંગોની ઉપલબ્ધતામાં વધારો b) ઓછી કિંમત

c) પ્રત્યારોપણ અસ્વીકારનું ઓછું જોખમ d) શસ્ત્રક્રિયાની સરળતા

10. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનમાં ઝૂનોસિસ એટલે શું?

a) પ્રાણીઓમાંથી માનવોમાં ફેલાતાં ચેપી રોગો

b) પ્રત્યારોપણ કરેલા અંગની નિષ્ફળતા

c) એલર્જીક પ્રતિક્રિયા

d) ગંભીર રક્તસ્ત્રાવ

જવાબો : 1-c, 2-c, 3-b, 4-b, 5-b, 6-b, 7-b, 8-c, 9-a, 10-a.

ટૂંકા પ્રશ્નો :

1. પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજીની વ્યાખ્યા આપો.
2. ઓટોગ્રાફ્ટ અને એલિયોગ્રાફ્ટ વચ્ચેનો મુખ્ય તફાવત શું છે?
3. ડાયરેક્ટ એલોરીકોગ્નિશન અને ઈનડાયરેક્ટ એલોરીકોગ્નિશન વચ્ચે શું તફાવત છે?
4. એમએચસી (MHC) વર્ગ I અને વર્ગ II અણુઓ ક્યાં જોવા મળે છે?
5. સેરોલોજિકલ ટાઇપિંગ અને ડીએનએ-આધારિત ટાઇપિંગ વચ્ચે શું તફાવત છે?
6. કેલ્સિન્યુરિન ઈન્હીબીટર્સ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
7. તીવ્ર અને ક્રોનિક ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ રોગ (GVHD) વચ્ચે શું તફાવત છે ?
8. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનમાં કયા પ્રાણીનો દાતા તરીકે ઉપયોગ થવાની સૌથી વધુ સંભાવના છે. અને શા માટે?
9. હાયપરએક્યુટ રિજેક્શન શાના કારણે થાય છે?
10. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન સાથે સંકળાયેલી બે નૈતિક ચિંતાઓ જણાવો.

લાંબા પ્રશ્નો :

1. એલિયોગ્રાફ્ટ અસ્વીકારના મુખ્ય તંત્રોનું વિગતવાર વર્ણન કરો. તેમાં 'T' -કોષો, એન્ટિજેન-પ્રસ્તુત કોષો (APCs) અને સાયટોકાઇન્સની ભૂમિકા શામેલ કરો.
2. એમએચસી (MHC) અને ટીશ્યુ ટાઇપિંગનું પ્રત્યારોપણની સફળતામાં શું મહત્ત્વ છે? એમએચસી (MHC) જનીનોની વિવિધતા અને ટીશ્યુ ટાઇપિંગ પદ્ધતિઓનો ઉલ્લેખ કરો.
3. ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ થેરાપીના સિદ્ધાંતો, પ્રકારો અને આડઅસરોનું વર્ણન કરો. ઇન્ડક્શન, મેઇન્ટેનન્સ અને એન્ટિ-રિજેક્શન થેરાપી વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ કરો.
4. ગ્રાફ્ટ-બનામ-હોસ્ટ રોગ (GVHD) થવાના કારણો, પ્રકારો, નિદાન અને સારવારનું વર્ણન કરો. GVHD ને રોકવા માટે કઈ વ્યૂહરચનાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે?
5. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનના ફાયદા અને પડકારોની ચર્ચા કરો. રોગપ્રતિકારક અસ્વીકાર, ઝૂનોસિસ અને નૈતિક ચિંતાઓના મુદ્દાઓને સંબોધિત કરો. ઝેનોટ્રાન્સપ્લાન્ટેશનના ભવિષ્ય પર ટૂંકમાં ચર્ચા કરો.

પ્રત્યારોપણ ઇમ્યુનોલોજી (Transplantation Immunology) :

12

12.1 પ્રસ્તાવના

12.2 ટ્યુમર એન્ટિજેન્સ : ટ્યુમર-વિશિષ્ટ અને ટ્યુમર-સંબધિત

12.3 કેન્સર સામે રોગપ્રતિકારક શક્તિનો પ્રતિભાવ

12.4 ઇમ્યુન સર્વેલન્સ અને ઇમ્યુનોએડિટિંગ

12.5 ટ્યુમરથી બચવાના ઉપાયો

12.6 કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી : ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ, CAR 'T'-સેલ થેરેપી

12.7 ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ પર તેની અસર

12.8 સારાંશ

12.9 સ્વાધ્યાય

12.1. પ્રસ્તાવના

આપણે સૌ જાણીએ છીએ કે કેન્સર એક એવો ભયાનક રોગ છે જે દર વર્ષે લાખો લોકોનો જીવ લે છે. પરંતુ શું આપણે જાણીએ છીએ કે કેન્સર સામે લડવા માટે આપણું પોતાનું શરીર પણ એક શક્તિશાળી શસ્ત્ર ધરાવે છે? આ શસ્ત્ર આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ છે, જે શરીરમાં ઘૂસી ગયેલા બહારના દુશ્મનો, જેવાં કે બેક્ટેરિયા અને વાયરસને ઓળખી અને તેનો નાશ કરી શકે છે. ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજી વિજ્ઞાનની એ શાખા છે જે કેન્સર અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેની જટિલ ક્રિયાપ્રતિક્રિયાનો અભ્યાસ કરે છે.

આ એકમમાં આપણે ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં ઊંડા ઉતરીશું અને છ મહત્ત્વપૂર્ણ મુદ્દાઓ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. સૌ પ્રથમ, આપણે ટ્યુમર એન્ટિજેન્સ વિશે જાણીશું, જે ટ્યુમર કોષો પર જોવા મળતા વિશિષ્ટ અણુઓ છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સર કોષોને ઓળખવામાં મદદ કરે છે. ટ્યુમર એન્ટિજેન્સ બે પ્રકારના હોય છે : ટ્યુમર-વિશિષ્ટ અને ટ્યુમર-સંબધિત.

ત્યારબાદ, આપણે કેન્સર સામેની રોગપ્રતિકારક શક્તિની પ્રતિક્રિયાનો અભ્યાસ કરીશું. જેમાં રોગપ્રતિકારક કોષો, જેમ કે 'T'-સેલ્સ અને કુદરતી ઘાતક કોષો, કેવી રીતે ટ્યુમર કોષોને શોધી કાઢે છે અને તેમનો નાશ કરે છે તે વિશે જાણીશું.

આપણે ઇમ્યુન સર્વેલન્સ અને ઇમ્યુનોએડિટિંગ જેવાં મહત્ત્વપૂર્ણ ખ્યાલો પર પણ ધ્યાન આપીશું. ઇમ્યુન સર્વેલન્સ એટલે રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા શરીરમાં ટ્યુમર કોષોની સતત દેખરેખ અને ઇમ્યુનોએડિટિંગ એટલે કેન્સર કોષો અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેનો ક્રમિક સંઘર્ષ, જે ટ્યુમરના વિકાસને પ્રભાવિત કરે છે.

આપણે એ પણ સમજીશું કે કેવી રીતે ટ્યુમર રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવા માટે વિવિધ યુક્તિઓનો ઉપયોગ કરે છે. આમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવવાની ક્ષમતા અને એન્ટિજેન ઢાંકવાની યુક્તિઓ શામેલ છે.

આ એકમનો મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ કેન્સર ઇમ્યુનોથેરેપી પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરશે. ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ અને CAR ટી-સેલ થેરેપી જેવી નવીન સારવારો વિશે જાણીશું જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સર સામે વધુ અસરકારક રીતે લડવામાં મદદ કરે છે.

છેલ્લે, આપણે ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ પર તેની અસરનો અભ્યાસ કરીશું. ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ એ ટ્યુમર કોષોની આસપાસનું જટિલ વાતાવરણ છે જે ટ્યુમરના વિકાસ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિના પ્રતિભાવને પ્રભાવિત કરે છે.

આ એકમ દ્વારા આપણને ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજીના આકર્ષક ક્ષેત્રનો ઊંડાણપૂર્વકનો પરિચય મળશે અને કેન્સર સામેની લડાઈમાં આ જ્ઞાન કેવી રીતે ઉપયોગી થઈ શકે છે તે સમજીશું.

પરિચય :

ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજી એ ઇમ્યુનોલોજીની એક શાખા છે જે કેન્સર કોશિકાઓ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેની ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓનો અભ્યાસ કરે છે. આ ક્ષેત્રમાં સંશોધન કેન્સર સામે રોગપ્રતિકારક શક્તિના પ્રતિભાવને સમજવા, કેન્સરના નિદાન અને સારવાર માટે નવી પદ્ધતિઓ વિકસાવવા અને કેન્સર રસીઓ બનાવવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજીનો ઇતિહાસ 19મી સદીનો છે, જ્યારે વૈજ્ઞાનિકોએ શોધી કાઢ્યું હતું કે, કેન્સર કોશિકાઓ રોગપ્રતિકારક કોષો દ્વારા હુમલો કરી શકાય છે. 20મી સદીમાં ટ્યુમર એન્ટિજેન્સ, રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવના ઘટકો અને ટ્યુમર કોશિકાઓ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીથી બચવાની પદ્ધતિઓ વિશે ઘણી મહત્ત્વપૂર્ણ શોધો કરવામાં આવી હતી.

વૈજ્ઞાનિકોનું યોગદાન :

- **વિલિયમ બી. કોલી :** તેમને 'ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજીના જનક' માનવામાં આવે છે. 1890ના દાયકામાં, તેમણે 'કોલી ટોક્સિન' નામનું બેક્ટેરિયલ મિશ્રણ વિકસાવ્યું જે કેન્સરના દર્દીઓમાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને ઉત્તેજીત કરી શકે છે.

- **જ્યોર્જ સ્નેલ, જીન ડોસેટ અને બરુજ બેનાસેરાફ :** ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન ઇમ્યુનોલોજીમાં તેમના કાર્ય માટે 1980માં ફિઝિયોલોજી અથવા મેડિસિનમાં નોબેલ પુરસ્કાર જીત્યો. તેમના કાર્યથી ટ્યુમર એન્ટિજેન્સની શોધ થઈ.
- **જેમ્સ પી. એલિસન અને તાકુસુ હોન્જો :** કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપીમાં તેમના કાર્ય માટે 2018માં ફિઝિયોલોજી અથવા મેડિસિનમાં નોબેલ પુરસ્કાર જીત્યો. તેમણે શોધ્યું કે, રોગપ્રતિકારક કોષો પર ચોક્કસ પ્રોટીન બંધ કરવાથી કેન્સર સામે રોગપ્રતિકારક શક્તિના પ્રતિભાવમાં સુધારો થાય છે.

ભારતીય વૈજ્ઞાનિકોએ ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું છે.

- **ટાટા મેમોરિયલ સેન્ટર, મુંબઈ :** ભારતમાં કેન્સર સંશોધન અને સારવાર માટેનું મુખ્ય કેન્દ્ર છે. કેન્દ્રના વૈજ્ઞાનિકોએ કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી, કેન્સર રસીઓ અને કેન્સરના નિદાન માટે નવી પદ્ધતિઓ વિકસાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવી છે.
- **ઇન્ડિયન કાઉન્સિલ ઓફ મેડિકલ રિસર્ચ (ICMR) :** ભારતમાં તબીબી સંશોધન માટેની ટોચની સંસ્થા છે. ICMR એ ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં ઘણા સંશોધન પ્રોજેક્ટ્સને ભંડોળ પૂરું પાડ્યું છે.

ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજી એ ઝડપથી વિકાસશીલ ક્ષેત્ર છે અને ભવિષ્યમાં કેન્સરની સારવારમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવવાની સંભાવના છે.

12.2. ટ્યુમર એન્ટિજેન્સ : ટ્યુમર-વિશિષ્ટ અને ટ્યુમર-સંબધિત (Tumor Antigens : Tumor-Specific and Tumor-Associated) :

જેમ આપણે જાણીએ છીએ કે, રોગપ્રતિકારક શક્તિ શરીરને બહારના દુશ્મનો, જેવાં કે બેક્ટેરિયા અને વાયરસથી રક્ષણ આપે છે. આ કાર્ય કરવા માટે રોગપ્રતિકારક શક્તિએ શરીરના સ્વસ્થ કોષો અને બહારના દુશ્મનો વચ્ચે ભેદ પારખવાની ક્ષમતા ધરાવવી જરૂરી છે. આ ભેદ એન્ટિજેન્સ નામના અણુઓ દ્વારા પારખવામાં આવે છે. એન્ટિજેન્સ એવા અણુઓ છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને પ્રતિભાવ આપવા માટે ઉશ્કેરે છે. ટ્યુમર એન્ટિજેન્સ એ એન્ટિજેન્સ છે જે ટ્યુમર કોષો પર જોવા મળે છે અને તે રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સર કોષોને ઓળખવામાં અને તેનો નાશ કરવામાં મદદ કરે છે.

ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને મુખ્યત્વે બે પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે :

1. ટ્યુમર-વિશિષ્ટ એન્ટિજેન્સ (TSAs) :

- આ એન્ટિજેન્સ ફક્ત ટ્યુમર કોષો પર જ જોવા મળે છે અને સ્વસ્થ કોષો પર હોતા નથી.
- TSAs ટ્યુમર કોષોમાં થતાં જનીનિક પરિવર્તનોના પરિણામે ઉદ્દભવે છે.
- આ પરિવર્તનો એવા પ્રોટીનનું નિર્માણ કરે છે જે શરીર માટે 'નવા' હોય છે અને તેથી રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા તેને 'બહારના' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

- TSAs રોગપ્રતિકારક શક્તિને ટ્યુમર કોષોને ચોક્કસ રીતે લક્ષ્યાંક બનાવવામાં મદદ કરે છે, જે કેન્સરની સારવાર માટે ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે.
- ઉદાહરણ તરીકે, વાયરલ ઓન્કોજીન દ્વારા થતાં કેન્સરમાં, વાયરલ પ્રોટીન TSAs તરીકે કાર્ય કરે છે.
- બીજું ઉદાહરણ છે કેન્સર કોષોમાં થતાં જનીનિક પરિવર્તનોને કારણે બનતા નિયોએન્ટિજેન્સ. આ નિયોએન્ટિજેન્સ સ્વસ્થ કોષોમાં જોવા મળતા નથી અને તેથી તે રોગપ્રતિકારક શક્તિ માટે આદર્શ લક્ષ્યાંક છે.

2. ટ્યુમર-સંબધિત એન્ટિજેન્સ (TAAs) :

- આ એન્ટિજેન્સ ટ્યુમર કોષો તેમજ અમુક સ્વસ્થ કોષો પર પણ જોવા મળે છે.
- જો કે, TAAs ટ્યુમર કોષો પર વધુ માત્રામાં વ્યક્ત થાય છે અથવા સ્વસ્થ કોષોની સરખામણીમાં અલગ રીતે વ્યક્ત થાય છે.
- TAAs વિવિધ પ્રકારના હોઈ શકે છે, જેમ કે :
    - **ઓન્કોફેટલ એન્ટિજેન્સ (Oncofetal Antigens) :** આ એન્ટિજેન્સ સામાન્ય રીતે ગર્ભના વિકાસ દરમિયાન વ્યક્ત થાય છે અને પુખ્ત વયના સ્વસ્થ કોષોમાં જોવા મળતા નથી. અમુક કેન્સર કોષો ફરીથી આ એન્ટિજેન્સ વ્યક્ત કરવાનું શરૂ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કાર્સિનોએમ્બ્રાયોનિક એન્ટિજન (CEA) અને આલ્ફા-ફેટોપ્રોટીન (AFP) ઓન્કોફેટલ એન્ટિજેન્સ છે જે અમુક પ્રકારના કેન્સરમાં જોવા મળે છે.
    - **વિભેદિત એન્ટિજેન્સ (Differentiation Antigens) :** આ એન્ટિજેન્સ ચોક્કસ પ્રકારના કોષો અથવા પેશીઓમાં જ વ્યક્ત થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, પ્રોસ્ટેટ-સ્પેસિફિક એન્ટિજન (PSA) ફક્ત પ્રોસ્ટેટ ગ્રંથિના કોષોમાં વ્યક્ત થાય છે અને તેનો ઉપયોગ પ્રોસ્ટેટ કેન્સરના નિદાન માટે થાય છે. મેલાનોમામાં જોવા મળતા MART-1 અને tyrosinase એ વિભેદિત એન્ટિજેન્સના અન્ય ઉદાહરણો છે.
    - **અતિવ્યક્ત એન્ટિજેન્સ (Overexpressed Antigens) :** આ એન્ટિજેન્સ સ્વસ્થ કોષોમાં ઓછી માત્રામાં વ્યક્ત થાય છે, પરંતુ ટ્યુમર કોષોમાં તેની માત્રા ઘણી વધારે હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, HER2/neu એન્ટિજન સ્તન કેન્સરના કોષોમાં અતિવ્યક્ત થાય છે. બીજું ઉદાહરણ છે MUC1, જે સ્તન, ફેફસાં અને અંડાશયના કેન્સરમાં અતિવ્યક્ત થાય છે.
    - **કેન્સર-ટેસ્ટિસ એન્ટિજેન્સ (Cancer-Testis Antigens) :** આ એન્ટિજેન્સ સામાન્ય રીતે ફક્ત નર પ્રજનન કોષોમાં જ વ્યક્ત થાય છે, પરંતુ અમુક કેન્સર કોષોમાં પણ તે વ્યક્ત થઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, MAGE અને NY-ESO-1

કેન્સર-ટેસ્ટિસ એન્ટિજેન્સ છે જે મેલાનોમા, ફેફસાના કેન્સર અને અન્ય કેન્સરમાં જોવા મળે છે.

ટ્યુમર એન્ટિજેન્સની શોધ કેન્સરના નિદાન, સારવાર અને રોગના પુનરાવર્તનની દેખરેખમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ટ્યુમર એન્ટિજેન્સનો ઉપયોગ કેન્સરની રસીઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપી જેવી નવી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે પણ થઈ શકે છે.

આમ, આપણે જોયું કે, ટ્યુમર એન્ટિજેન્સ કેન્સર અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેની જટિલ ક્રિયાપ્રતિક્રિયામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. હવે આપણે આગળ વધીશું અને જોઈશું કે ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને ઓળખ્યા પછી રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેન્સર સામે કેવી રીતે પ્રતિક્રિયા આપે છે, એટલે કે, 'કેન્સર સામે રોગપ્રતિકારક શક્તિનો પ્રતિભાવ'નો અભ્યાસ કરીશું.

12.3. કેન્સર સામે રોગપ્રતિકારક શક્તિનો પ્રતિભાવ (Immune Response Against Cancer).

આપણે એ સમજીશું કે આ ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને ઓળખ્યા પછી આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેન્સર સામે કેવી રીતે પ્રતિક્રિયા આપે છે.

રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેન્સર સામે લડવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. જ્યારે ટ્યુમર કોષો વિકાસ પામે છે અને ટ્યુમર એન્ટિજેન્સ વ્યક્ત કરવાનું શરૂ કરે છે, ત્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિના કોષો આ એન્ટિજેન્સને 'બહારના' તરીકે ઓળખી કાઢે છે અને તેનો નાશ કરવા માટે પ્રતિક્રિયા આપે છે. આ પ્રતિક્રિયામાં જન્મજાત અને અનુકૂલનશીલ બંને પ્રકારની રોગપ્રતિકારક શક્તિના કોષો ભાગ લે છે.

જન્મજાત રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Innate Immunity) :

- આ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો પ્રથમ પ્રતિભાવ છે જે ઝડપી અને બિન-વિશિષ્ટ હોય છે.
- **કુદરતી ઘાતક કોષો (Natural Killer Cells - NK Cells) :** NK કોષો ટ્યુમર કોષોને સીધા જ ઓળખી શકે છે અને મારી શકે છે, ખાસ કરીને એવા કોષો જે MHC વર્ગ I અણુઓ ઓછા વ્યક્ત કરતા હોય. (MHC વર્ગ I અણુઓ સ્વસ્થ કોષો દ્વારા વ્યક્ત થાય છે અને રોગપ્રતિકારક કોષોને 'પોતાના' કોષો ઓળખવામાં મદદ કરે છે. ઘણા ટ્યુમર કોષો MHC વર્ગ I અણુઓનું પ્રમાણ ઘટાડી દે છે જેથી રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચી શકાય.)
- **મેક્રોફેજ (Macrophages) :** આ કોષો ટ્યુમર કોષોને ઘેરીને તેમનો નાશ કરી શકે છે (ફેગોસાયટોસિસ). તેઓ સાયટોકાઇન્સ નામના રસાયણો પણ સ્ત્રાવ કરે છે જે અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે અને ટ્યુમર કોષોના વિકાસને અવરોધે છે.
- **ડેન્ડ્રિટિક કોષો (Dendritic Cells - DCs) :** આ કોષો ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને ગ્રહણ કરે છે અને તેને ટી-સેલ્સ સમક્ષ રજૂ કરે છે, જે અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક શક્તિને સક્રિય કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Adaptive Immunity) :

- આ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો પ્રતિભાવ ધીમો હોય છે પરંતુ વધુ વિશિષ્ટ અને શક્તિશાળી હોય છે.
- **'T'-સેલ્સ (T Cells) :** 'T'-સેલ્સ એ અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક શક્તિના મુખ્ય કોષો છે. તેઓ ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને ઓળખી શકે છે જે ડેન્ડ્રિટિક કોષો દ્વારા MHC અણુઓ સાથે રજૂ કરવામાં આવે છે.
    - **સાયટોટોક્સિક T લિમ્ફોસાઇટ્સ (Cytotoxic T Lymphocytes - CTLs) :** આ કોષો ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને ઓળખે છે અને સીધા જ ટ્યુમર કોષોને મારી નાખે છે. તેઓ પરફોરિન અને ગ્રેનઝાઇમ્સ જેવાં રસાયણો મુક્ત કરે છે જે ટ્યુમર કોષોમાં છિદ્રો બનાવે છે અને તેમને મૃત્યુ તરફ દોરી જાય છે.
    - **સહાયક 'T'-સેલ્સ (Helper T Cells) :** આ કોષો સાયટોકાઇન્સ ઉત્પન્ન કરે છે જે CTLs અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોની પ્રવૃત્તિને વધારે છે. તેઓ 'B'-સેલ્સને એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવામાં પણ મદદ કરે છે.
- 'B'**-સેલ્સ (B Cells) :** 'B'-સેલ્સ એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરે છે જે ટ્યુમર એન્ટિજેન્સ સાથે જોડાઈ શકે છે. આ એન્ટિબોડીઝ ટ્યુમર કોષોને નિશાન બનાવી શકે છે અને તેમને ફેગોસાયટોસિસ અથવા કોમ્પ્લિમેન્ટ સિસ્ટમ દ્વારા નાશ માટે ચિહિત કરી શકે છે.

કેન્સર સામે રોગપ્રતિકારક શક્તિની પ્રતિક્રિયા નીચે મુજબના તબક્કામાં થઈ શકે છે :

1. **ટ્યુમર એન્ટિજેન્સની ઓળખ :** ડેન્ડ્રિટિક કોષો ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને ગ્રહણ કરે છે અને લસિકા ગાંઠોમાં સ્થળાંતર કરે છે.
2. **'T'-સેલ્સનું સક્રિયકરણ :** લસિકા ગાંઠોમાં, ડેન્ડ્રિટિક કોષો ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને 'T'-સેલ્સ સમક્ષ રજૂ કરે છે. જે 'T'-સેલ્સ ચોક્કસ ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને ઓળખે છે તે સક્રિય થાય છે અને વિસ્તરણ પામે છે.
3. **ટ્યુમર સ્થળ પર સ્થળાંતર :** સક્રિય 'T'-સેલ્સ લસિકા ગાંઠો છોડી દે છે અને લોહીના પ્રવાહ દ્વારા ટ્યુમર સ્થળ પર સ્થળાંતર કરે છે.
4. **ટ્યુમર કોષોનો નાશ :** ટ્યુમર સ્થળ પર, CTLs ટ્યુમર એન્ટિજેન્સ વ્યક્ત કરતા ટ્યુમર કોષોને ઓળખે છે અને તેમનો નાશ કરે છે.
5. **રોગપ્રતિકારક મેમરી :** અમુક 'T-સેલ્સ મેમરી 'T'-સેલ્સમાં ફેરવાય છે જે લાંબા સમય સુધી શરીરમાં રહે છે અને જો ફરીથી એ જ ટ્યુમર એન્ટિજેન્સનો સામનો થાય તો ઝડપી અને શક્તિશાળી પ્રતિભાવ આપે છે.

આમ, આપણે જોયું કે રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેન્સર સામે એક શક્તિશાળી શસ્ત્ર છે. જો કે, ટ્યુમર કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવા માટે વિવિધ યુક્તિઓ અપનાવે છે, જે આપણે આગળના મુદ્દા, 'ઇમ્યુન સર્વેલન્સ અને ઇમ્યુનોએડિટિંગ'માં ચર્ચા કરીશું.

12.4. ઇમ્યુન સર્વેલન્સ અને ઇમ્યુનોએડિટિંગ (Immune Surveillance and Immunoediting) :

આપણે જોયું કે રોગપ્રતિકારક શક્તિ ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને ઓળખીને કેન્સર સામે કેવી રીતે પ્રતિક્રિયા આપે છે. હવે આપણે ઇમ્યુન સર્વેલન્સ અને ઇમ્યુનોએડિટિંગ અભ્યાસ કરીશું જે કેન્સર અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેના જટિલ સંબંધને વધુ ઊંડાણપૂર્વક સમજાવશે.

ઇમ્યુન સર્વેલન્સ (Immune Surveillance) :

- ઇમ્યુન સર્વેલન્સ એ એક પ્રક્રિયા છે જેમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ સતત શરીરનું નિરીક્ષણ કરે છે અને કેન્સરગ્રસ્ત કોષોને શોધી કાઢીને તેમનો નાશ કરે છે.
- આ ખ્યાલ સૌપ્રથમ 1900ના દાયકાની શરૂઆતમાં પોલ એહરલિચ દ્વારા પ્રસ્તાવિત કરવામાં આવ્યો હતો અને ત્યારબાદ 1950 ના દાયકામાં મેકફારલેન બર્નેટ અને લેવિસ થોમસ દ્વારા વિકસાવવામાં આવ્યો હતો.
- ઇમ્યુન સર્વેલન્સનો સિદ્ધાંત એ છે કે કેન્સર કોષો શરીરમાં નિયમિતપણે ઉદભવે છે, પરંતુ રોગપ્રતિકારક શક્તિ સામાન્ય રીતે તેમને ઓળખી કાઢે છે અને ટ્યુમરમાં વિકાસ પામે તે પહેલાં જ તેમનો નાશ કરી દે છે.
- આ પ્રક્રિયામાં કુદરતી ઘાતક કોષો (NK Cells), મેક્રોફેજ, ડેન્ડ્રિટિક કોષો અને 'T'-સેલ્સ જેવાં રોગપ્રતિકારક કોષો મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- NK કોષો અને 'T'-સેલ્સ ખાસ કરીને મહત્ત્વપૂર્ણ છે કારણ કે તેઓ ટ્યુમર કોષોને સીધા જ ઓળખી શકે છે અને મારી શકે છે.
- ઇમ્યુન સર્વેલન્સ એ એક મહત્ત્વપૂર્ણ સંરક્ષણ પ્રણાલી છે જે કેન્સરના વિકાસને રોકવામાં મદદ કરે છે.

ઇમ્યુનોએડિટિંગ (Immunoediting) :

- ઇમ્યુનોએડિટિંગ એ એક વધુ જટિલ અને ગતિશીલ પ્રક્રિયા છે જે ઇમ્યુન સર્વેલન્સના ખ્યાલને વિસ્તૃત કરે છે.
- રોબર્ટ શ્રેબર દ્વારા પ્રસ્તાવિત ઇમ્યુનોએડિટિંગનો સિદ્ધાંત એ છે કે રોગપ્રતિકારક શક્તિ ફક્ત કેન્સરના વિકાસને અટકાવતી નથી, પરંતુ તે ટ્યુમરના વિકાસને પણ 'આકાર' આપે છે.
- ઇમ્યુનોએડિટિંગ પ્રક્રિયાને ત્રણ તબક્કામાં વહેંચી શકાય છે :

1. **નાબૂદી (Elimination) :** આ તબક્કો ઇમ્યુન સર્વેલન્સ જેવો જ છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેન્સરગ્રસ્ત કોષોને ઓળખી કાઢે છે અને તેમનો નાશ કરે છે. જો આ તબક્કો સફળ થાય, તો ટ્યુમર સંપૂર્ણપણે નાબૂદ થઈ જાય છે.

2. **સમતુલા (Equilibrium) :** આ તબક્કામાં, રોગપ્રતિકારક શક્તિ ટ્યુમર કોષોને સંપૂર્ણપણે નાબૂદ કરી શકતી નથી, પરંતુ તેમનો વિકાસ નિયંત્રણમાં રાખે છે. ટ્યુમર કોષો અને રોગપ્રતિકારક કોષો વચ્ચે એક પ્રકારનું 'યુદ્ધવિરામ ' હોય છે. આ તબક્કો વર્ષો સુધી ટકી શકે છે.

3. **બચાવ (Escape) :** આ તબક્કામાં, ટ્યુમર કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવા માટે વિવિધ યુક્તિઓ અપનાવે છે અને અનિયંત્રિત રીતે વિકાસ પામવાનું શરૂ કરે છે. આ યુક્તિઓમાં ટ્યુમર એન્ટિજેન્સની અભિવ્યક્તિ ઘટાડવી, રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યને અવરોધિત કરવું, અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવવા માટેના પરિબળો સ્ત્રાવિત કરવા શામેલ હોઈ શકે છે.

ઇમ્યુનોએડિટિંગનું મહત્ત્વ :

- ઇમ્યુનોએડિટિંગ એ સમજવામાં મદદ કરે છે કે શા માટે અમુક ટ્યુમર રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા નાબૂદ થઈ જાય છે, જ્યારે અન્ય ટ્યુમર રોગપ્રતિકારક શક્તિના હુમલાથી બચીને વિકાસ પામે છે.

- તે એ પણ સમજાવે છે કે શા માટે અમુક કેન્સરની સારવાર શરૂઆતમાં સફળ થાય છે પરંતુ સમય જતાં નિષ્ફળ જાય છે. જ્યારે ટ્યુમર કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવા માટે અનુકૂલન સાધે છે ત્યારે આવું થઈ શકે છે.

- ઇમ્યુનોએડિટિંગના સિદ્ધાંતો કેન્સરની નવી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવામાં મદદ કરી રહ્યા છે, જેમ કે ઇમ્યુનોથેરાપી, જેનો ઉદ્દેશ રોગપ્રતિકારક શક્તિને ટ્યુમર કોષો સામે વધુ અસરકારક રીતે લડવામાં મદદ કરવાનો છે.

ઉદાહરણ :

ચાલો આપણે એક ઉદાહરણ દ્વારા સમજીએ. ધારો કે કોઈ વ્યક્તિના શરીરમાં કેન્સર કોષો ઉદભવવાનું શરૂ થાય છે.

- **નાબૂદી :** શરૂઆતમાં, રોગપ્રતિકારક શક્તિના કોષો, જેમ કે NK કોષો અને 'T'-સેલ્સ આ કેન્સર કોષોને ઓળખી કાઢે છે અને તેમનો નાશ કરે છે (ઇમ્યુન સર્વેલન્સ -એટલે કે રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા કેન્સર કોષોને શોધીને તેમનો નાશ કરવાની પ્રક્રિયા)

- **સમતુલા :** જો અમુક કેન્સર કોષો નાશ પામવાથી બચી જાય, તો તેઓ અને રોગપ્રતિકારક કોષો વચ્ચે સમતુલાનો તબક્કો શરૂ થાય છે. રોગપ્રતિકારક કોષો ટ્યુમરના વિકાસને નિયંત્રણમાં રાખે છે, પરંતુ તેને સંપૂર્ણપણે નાબૂદ કરી શકતા નથી.

- **બચાવ :** સમય જતાં ટ્યુમર કોષો પરિવર્તનો દ્વારા રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવાની ક્ષમતા વિકસાવી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, તેઓ ટ્યુમર એન્ટિજેન્સની અભિવ્યક્તિ ઘટાડી શકે છે અથવા રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યને અવરોધિત કરી શકે છે. આનાથી ટ્યુમર અનિયંત્રિત રીતે વિકાસ પામવાનું શરૂ કરે છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિના નિયંત્રણમાંથી 'બચી' જાય છે.

આમ, ઇમ્યુન સર્વેલન્સ અને ઇમ્યુનોએડિટિંગ એ બે મહત્ત્વપૂર્ણ ખ્યાલો છે જે કેન્સર અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેના જટિલ અને ગતિશીલ સંબંધને સમજવામાં મદદ કરે છે. આ જ્ઞાન કેન્સરની નવી અને વધુ અસરકારક સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. હવે આપણે આગળ વધીશું અને જોઈશું કે ટ્યુમર રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવા માટે કઈ કઈ યુક્તિઓનો ઉપયોગ કરે છે, જે 'ટ્યુમર થી બચવાના ઉપાયો' (Tumor Escape Mechanisms) મુદ્દા માં સમાવેશ થશે.

12.5. ટ્યુમરથી બચવાના ઉપાયો (Tumor Escape Mechanisms) :

અગાઉ ઇમ્યુન સર્વેલન્સ અને ઇમ્યુનોએડિટિંગ વિશે શીખ્યા, જેમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેન્સર કોષોને શોધી કાઢીને તેમનો નાશ કરવાનો પ્રયાસ કરે છે. જો કે, ટ્યુમર કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિના હુમલાથી બચવા અને વિકાસ કરવાનું ચાલુ રાખવા માટે વિવિધ પ્રકારની જટિલ પદ્ધતિઓ વિકસાવે છે. આ પદ્ધતિઓને 'ટ્યુમરથી બચવાના ઉપાયો' (Tumor Escape Mechanisms) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

ટ્યુમર દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતા મુખ્ય બચાવના ઉપાયો નીચે મુજબ છે :

1. ટ્યુમર એન્ટિજેન્સની અભિવ્યક્તિમાં ઘટાડો :

- ટ્યુમર કોષો ટ્યુમર એન્ટિજેન્સની અભિવ્યક્તિ ઘટાડી શકે છે અથવા સંપૂર્ણપણે ગુમાવી શકે છે, જેનાથી રોગપ્રતિકારક કોષો માટે તેમને ઓળખવાનું મુશ્કેલ બને છે.
- આ એન્ટિજેન્સને કોડ કરતા જનીનોમાં પરિવર્તન, એન્ટિજેન પ્રોસેસિંગ મશીનરીમાં ખામી, અથવા MHC વર્ગ I અણુઓની અભિવ્યક્તિમાં ઘટાડો થવાને કારણે થઈ શકે છે.

2. રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યમાં અવરોધ :

- ટ્યુમર કોષો એવા પરિબળો સ્ત્રાવિત કરી શકે છે જે રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યને અવરોધે છે, જેમ કે 'T'-સેલ્સ અને NK કોષો.
- ઉદાહરણ તરીકે, ટ્યુમર કોષો TGF-β અને IL-10 જેવાં ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ સાયટોકાઇન્સ સ્ત્રાવિત કરી શકે છે, જે રોગપ્રતિકારક કોષોની પ્રવૃત્તિને દબાવી દે છે.
- તેઓ PD-L1 જેવાં ચેકપોઇન્ટ અણુઓ પણ વ્યક્ત કરી શકે છે, જે 'T'-સેલ્સ પરના PD-1 રીસેપ્ટર સાથે જોડાઈને ટી-સેલ પ્રતિભાવને નિષ્ક્રિય કરે છે.

3. રોગપ્રતિકારક દમનકારી વાતાવરણનું નિર્માણ :

- ટ્યુમર કોષો તેમની આસપાસ એક રોગપ્રતિકારક દમનકારી વાતાવરણ બનાવી શકે છે, જેને ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ (TME) કહેવામાં આવે છે.
- TMEમાં વિવિધ પ્રકારના કોષો હોય છે, જેમ કે ટ્યુમર-સંબંધિત મેક્રોફેજ (TAMs), માયલોઇડ-ડિરાઇવ્ડ સપ્રેસર કોષો (MDSCs) અને નિયમનકારી 'T'-સેલ્સ (Tregs), જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને દબાવવામાં મદદ કરે છે.
- આ કોષો ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ સાયટોકાઇન્સ સ્ત્રાવિત કરે છે, રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યને અવરોધે છે, અને ટ્યુમરના વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે.

4. એન્ટિજેન માસ્કિંગ (Antigen Masking) :

- ટ્યુમર કોષો તેમની સપાટી પરના ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને છુપાવવા માટે ગ્લાયકોકેલિક્સ નામના અણુઓનો જાડો સ્તર બનાવી શકે છે, જેનાથી રોગપ્રતિકારક કોષો માટે તેમને ઓળખવાનું મુશ્કેલ બને છે.

5. એપોપ્ટોસિસ (Apoptosis) સામે પ્રતિકાર :

- ટ્યુમર કોષો એપોપ્ટોસિસ (પ્રોગ્રામ્ડ કોષ મૃત્યુ) સામે પ્રતિકાર વિકસાવી શકે છે, જે રોગપ્રતિકારક કોષો દ્વારા પ્રેરિત મૃત્યુની પ્રક્રિયા છે.
- તેઓ એપોપ્ટોસિસને અટકાવતા પ્રોટીનની અભિવ્યક્તિમાં વધારો કરી શકે છે અથવા એપોપ્ટોસિસને પ્રેરિત કરતા પ્રોટીનની અભિવ્યક્તિમાં ઘટાડો કરી શકે છે.

6. એન્જીઓજેનેસિસ (Angiogenesis)ને પ્રોત્સાહન :

- ટ્યુમર કોષો એન્જીઓજેનેસિસને પ્રોત્સાહન આપી શકે છે, જે નવી રક્તવાહિનીઓનું નિર્માણ છે.
- આ રક્તવાહિનીઓ ટ્યુમરને પોષક તત્વો અને ઓક્સિજન પૂરો પાડે છે, જેનાથી તે વિકાસ પામી શકે અને ફેલાઈ શકે છે.
- વધુમાં, નવી રક્તવાહિનીઓ ટ્યુમર કોષોને રોગપ્રતિકારક કોષોથી બચવામાં પણ મદદ કરી શકે છે.

ટ્યુમરથી બચવાના ઉપાયોનું મહત્ત્વ :

- ટ્યુમરથી બચવાના આ ઉપાયો સમજવા એ કેન્સરની સારવાર માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.
- આ ઉપાયોને નિષ્ક્રિય કરીને, કેન્સરની સારવારની અસરકારકતામાં સુધારો કરી શકાય છે.

- ઉદાહરણ તરીકે, ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ એ દવાઓ છે જે ટ્યુમર કોષો દ્વારા વ્યક્ત કરાયેલા ચેકપોઇન્ટ અણુઓને અવરોધિત કરે છે, જેનાથી 'T'-સેલ્સ ટ્યુમર કોષોને વધુ અસરકારક રીતે મારી શકે છે.

ઉદાહરણ :

ચાલો આપણે એક ઉદાહરણ દ્વારા સમજીએ. ધારો કે, કોઈ ટ્યુમર કોષ PD-L1 અણુ વ્યક્ત કરે છે. જ્યારે 'T'-સેલ આ ટ્યુમર કોષ પાસે આવે છે, ત્યારે PD-L1 'T'-સેલ પરના PD-1 રીસેપ્ટર સાથે જોડાઈ જાય છે. આ જોડાણ 'T'-સેલને નિષ્ક્રિય કરે છે અને તેને ટ્યુમર કોષને મારતા અટકાવે છે. ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર દવાઓ PD-L1 અથવા PD-1ને અવરોધિત કરીને આ પ્રક્રિયામાં દખલ કરે છે, જેનાથી 'T'-સેલ ફરીથી સક્રિય થાય છે અને ટ્યુમર કોષનો નાશ કરી શકે છે.

આમ, ટ્યુમર કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવા માટે અનેકવિધ ઉપાયોનો ઉપયોગ કરે છે. આ ઉપાયોને સમજવાથી કેન્સરની નવી અને વધુ અસરકારક સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવામાં મદદ મળી શકે છે.

12.6. કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી : ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ, CAR 'T'-સેલ થેરેપી (Cancer Immunotherapy : Checkpoint Inhibitors, CAR T-Cell Therapy)

આપણે અગાઉ જોયું કે, ટ્યુમર કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવા માટે વિવિધ પ્રકારની પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે. કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી એ એક નવી અને આશાસ્પદ સારવાર પદ્ધતિ છે જેનો ઉદ્દેશ્ય રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સર સામે વધુ અસરકારક રીતે લડવામાં મદદ કરવાનો છે. ઇમ્યુનોથેરાપી ટ્યુમરથી બચવાના ઉપાયોને નિષ્ક્રિય કરીને અથવા રોગપ્રતિકારક કોષોની પ્રવૃત્તિને વધારીને કાર્ય કરે છે.

કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપીના ઘણા પ્રકારો છે, જેમાં બે મુખ્ય પ્રકારો નીચે મુજબ છે :

1. ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ (Checkpoint Inhibitors) :

- રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં 'ચેકપોઇન્ટ્સ' હોય છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રણમાં રાખે છે અને સ્વ-પેશીઓને નુકસાન થતું અટકાવે છે.
- ટ્યુમર કોષો આ ચેકપોઇન્ટ્સનો દુરુપયોગ કરીને રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચી શકે છે.
- ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ એ એન્ટિબોડીઝ છે જે આ ચેકપોઇન્ટ પ્રોટીનને અવરોધિત કરે છે, જેનાથી ટી-સેલ્સ સક્રિય થાય છે અને ટ્યુમર કોષો પર હુમલો કરે છે.
- હાલમાં ઉપયોગમાં લેવાતા મુખ્ય ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ નીચે મુજબ છે :
    - **એન્ટિ-CTLA-4 એન્ટિબોડીઝ (Anti-CTLA-4 Antibodies) :** CTLA-4 એ 'T'-સેલ્સ પર જોવા મળતું એક ચેકપોઇન્ટ પ્રોટીન છે. એન્ટિ-CTLA-4

એન્ટિબોડીઝ, જેમ કે ઇપિલિમુમેબ, CTLA-4ને અવરોધિત કરે છે અને 'T'-સેલ્સને સક્રિય કરે છે.

- **એન્ટિ-PD-1 એન્ટિબોડીઝ (Anti-PD-1 Antibodies) :** PD-1 એ 'T'-સેલ્સ પર જોવા મળતું અન્ય એક ચેકપોઇન્ટ પ્રોટીન છે. એન્ટિ-PD-1 એન્ટિબોડીઝ, જેમ કે પેમ્બ્રોલીઝુમેબ અને નિવોલુમેબ, PD-1 ને અવરોધિત કરે છે અને 'T'-સેલ પ્રતિક્રિયાને વધારે છે.

- **એન્ટિ-PD-L1 એન્ટિબોડીઝ (Anti-PD-L1 Antibodies) :** PD-L1 એ ટ્યુમર કોષો અને અન્ય કોષો દ્વારા વ્યક્ત કરાયેલું પ્રોટીન છે જે PD-1 સાથે જોડાઇને 'T'-સેલ્સને નિષ્ક્રિય કરે છે. એન્ટિ-PD-L1 એન્ટિબોડીઝ, જેમ કે એટેઝોલીઝુમેબ અને ડર્વાાલુમેબ, PD-L1ને અવરોધિત કરે છે અને 'T'-સેલ પ્રતિભાવને પુનઃસ્થાપિત કરે છે.

2. CAR 'T'-સેલ થેરેપી (CAR T-Cell Therapy) :

- CAR 'T'-સેલ થેરેપી એ એક પ્રકારની ઇમ્યુનોથેરાપી છે જેમાં દર્દીના પોતાના 'T'-સેલ્સને આનુવંશિક રીતે સંશોધિત કરવામાં આવે છે જેથી તેઓ ટ્યુમર કોષોને ઓળખી શકે અને તેમનો નાશ કરી શકે.
- આ પ્રક્રિયા નીચે મુજબના તબક્કામાં કરવામાં આવે છે :

  1. **લ્યુકાફેરેસિસ (Leukapheresis) :** દર્દીના શરીરમાંથી લોહી કાઢવામાં આવે છે અને તેમાંથી 'T'-સેલ્સ અલગ કરવામાં આવે છે.
  2. **આનુવંશિક ફેરફાર (Genetic Modification) :** 'T'-સેલ્સમાં એક કૃત્રિમ રીસેપ્ટર દાખલ કરવામાં આવે છે જેને કાઇમેરિક એન્ટિજેન રીસેપ્ટર (Chimeric Antigen Receptor - CAR) કહેવામાં આવે છે. CAR 'T'-સેલને ચોક્કસ ટ્યુમર એન્ટિજેન, જેમ કે CD19, ને ઓળખવામાં મદદ કરે છે.
  3. **વિસ્તરણ (Expansion) :** પ્રયોગશાળામાં CAR 'T'-સેલ્સની સંખ્યામાં વધારો કરવામાં આવે છે.
  4. **ઇન્ફ્યુઝન (Infusion) :** સંશોધિત CAR ટી-સેલ્સને ફરીથી દર્દીના શરીરમાં ઇન્જેક્ટ કરવામાં આવે છે.
  5. **ટ્યુમર કોષોનો નાશ :** CAR 'T'-સેલ્સ ટ્યુમર કોષોને ઓળખે છે અને તેમનો નાશ કરે છે.

CAR 'T'-સેલ થેરેપીના ફાયદા અને ગેરફાયદા :

- **ફાયદા :**
  - CAR 'T'-સેલ થેરેપી અમુક પ્રકારના કેન્સર, ખાસ કરીને રક્ત કેન્સર જેમ કે લ્યુકેમિયા અને લિમ્ફોમા, ની સારવારમાં ખૂબ જ અસરકારક સાબિત થઈ છે.
  - તે અન્ય સારવારો નિષ્ફળ ગયા પછી પણ કામ કરી શકે છે.
- **ગેરફાયદા :**
  - CAR 'T'-સેલ થેરેપી ગંભીર આડઅસરો પેદા કરી શકે છે, જેમ કે સાયટોકાઇન રીલીઝ સિન્ડ્રોમ (Cytokine Release Syndrome - CRS) અને ન્યુરોટોક્સિસિટી (Neurotoxicity).
  - તે ખૂબ ખર્ચાળ પણ છે.

ઇમ્યુનોથેરાપીનું ભવિષ્ય :

- કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી એ એક ઝડપથી વિકસતું ક્ષેત્ર છે અને નવી સારવાર પદ્ધતિઓ સતત વિકસાવવામાં આવી રહી છે.
- સંશોધકો નવી ઇમ્યુનોથેરાપી દવાઓ, જેમ કે બાયસ્પેસિફિક એન્ટિબોડીઝ અને ઓન્કોલાયટીક વાયરસ વિકસાવવા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરી રહ્યા છે.
- તેઓ ઇમ્યુનોથેરાપીને અન્ય સારવાર પદ્ધતિઓ, જેમ કે કીમોથેરાપી અને રેડિયોથેરાપી, સાથે જોડવાની રીતો પણ શોધી રહ્યા છે.

આમ, કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી એ કેન્સરની સારવારમાં એક ક્રાંતિકારી અભિગમ છે જેણે ઘણા દર્દીઓ માટે આશા જગાવી છે. ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ અને CAR 'T'-સેલ થેરેપી જેવી ઇમ્યુનોથેરાપી દવાઓએ અમુક પ્રકારના કેન્સરની સારવારમાં નોંધપાત્ર સફળતા દર્શાવી છે. જેમ જેમ સંશોધન આગળ વધતું જશે તેમ તેમ, ઇમ્યુનોથેરાપી કેન્સર સામેની લડાઈમાં વધુને વધુ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવશે તેવી અપેક્ષા છે.

12.7. ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ પર તેની અસર (Tumor Microenvironment and Its Influence on Immune Response) :

આપણે અગાઉ જોયું કે કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી રોગપ્રતિકારક શક્તિને ટ્યુમર કોષો સામે લડવામાં કેવી રીતે મદદ કરી શકે છે. પરંતુ ટ્યુમર ફક્ત કેન્સર કોષોનો સમૂહ નથી. તે એક જટિલ વાતાવરણથી ઘેરાયેલું હોય છે જેને ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ (TME) કહેવામાં આવે છે. TME ટ્યુમરના વિકાસ, ફેલાવા અને રોગપ્રતિકારક શક્તિના પ્રતિભાવને પ્રભાવિત કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ (TME) શું છે?

TME એ ટ્યુમર કોષોની આસપાસનું જટિલ વાતાવરણ છે જેમાં વિવિધ પ્રકારના કોષો, રુધિરવાહિનીઓ, બાહ્યકોષીય આધારક (extracellular matrix - ECM), અને દ્રાવ્ય પરિબળો જેમ કે સાયટોકાઇન્સ અને વૃદ્ધિ પરિબળોનો સમાવેશ થાય છે. TME ના મુખ્ય ઘટકો નીચે મુજબ છે :

- **કોષીય ઘટકો (Cellular Components) :**
  - **ટ્યુમર-સંબંધિત મેક્રોફેજ (Tumor-Associated Macrophages - TAMs) :** આ મેક્રોફેજનો એક વિશિષ્ટ પ્રકાર છે જે ટ્યુમરના વિકાસ અને ફેલાવાને પ્રોત્સાહન આપે છે. તેઓ ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ સાયટોકાઇન્સ સ્ત્રાવિત કરે છે અને રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યને અવરોધે છે.
  - **માયલોઇડ-ડિરાઇવ્ડ સપ્રેસર કોષો (Myeloid-Derived Suppressor Cells - MDSCs) :** આ કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવે છે અને ટ્યુમરના વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે. તેઓ નાઇટ્રિક ઓક્સાઇડ અને આર્જીનેઝ જેવાં પદાર્થો સ્ત્રાવિત કરે છે જે 'T'-સેલ્સના કાર્યને અવરોધે છે.
  - **નિયમનકારી 'T'-સેલ્સ (Regulatory T Cells - Tregs) :** આ 'T'-સેલ્સનો એક વિશિષ્ટ પ્રકાર છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને દબાવી દે છે. ટ્યુમરમાં Tregsની ઊંચી સંખ્યા નબળા પૂર્વસૂચન સાથે સંકળાયેલી છે.
  - **કેન્સર-સંબંધિત ફાઇબ્રોબ્લાસ્ટ્સ (Cancer-Associated Fibroblasts - CAFs) :** આ કોષો ECMના ઉત્પાદનમાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે અને ટ્યુમરના વિકાસ અને ફેલાવાને પ્રોત્સાહન આપે છે. તેઓ વૃદ્ધિ પરિબળો અને સાયટોકાઇન્સ પણ સ્ત્રાવિત કરે છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને પ્રભાવિત કરી શકે છે.
  - **એન્ડોથેલિયલ કોષો (Endothelial Cells) :** આ કોષો રુધિરવાહિનીઓની અંદરની દીવાલ બનાવે છે અને ટ્યુમરને પોષકતત્વો અને ઓક્સિજન પૂરો પાડે છે.
- **અકોષીય ઘટકો (Acellular Components) :**
  - **બાહ્યકોષીય આધારક (Extracellular Matrix - ECM) :** ECM એ પ્રોટીન અને અન્ય અણુઓનું જટિલ નેટવર્ક છે જે કોષોને માળખાકીય આધાર પૂરો પાડે છે. ટ્યુમરમાં ECM ઘણીવાર બદલાઇ જાય છે અને તે ટ્યુમરના વિકાસ અને ફેલાવાને પ્રોત્સાહન આપી શકે છે.

- **દ્રાવ્ય પરિબળો (Soluble Factors) :** TMEમાં વિવિધ પ્રકારના દ્રાવ્ય પરિબળો હોય છે, જેમ કે સાયટોકાઇન્સ, કીમોકાઇન્સ અને વૃદ્ધિ પરિબળો. આ પરિબળો કોષો વચ્ચે સંકેત આપવામાં અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને પ્રભાવિત કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

TME રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે?

TME રોગપ્રતિકારક શક્તિ પર વિવિધ રીતે પ્રભાવ પાડી શકે છે, જેમાંથી મોટાભાગની રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવવા તરફી હોય છે :

- **રોગપ્રતિકારક કોષોની ભરતીમાં અવરોધ :** TMEમાં હાજર અમુક પરિબળો, જેમ કે કેમોકાઇન્સ, રોગપ્રતિકારક કોષોને ટ્યુમરમાં પ્રવેશતાં અટકાવી શકે છે.
- **રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યમાં અવરોધ :** TAMs, MDSCs અને Tregs જેવાં કોષો ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ સાયટોકાઇન્સ અને અન્ય પરિબળો સ્ત્રાવિત કરે છે જે 'T'-સેલ્સ અને NK કોષો જેવાં રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યને અવરોધે છે.
- **રોગપ્રતિકારક ચેકપોઇન્ટ્સનું પ્રેરણ :** TMEમાં હાજર કોષો PD-L1 જેવાં ચેકપોઇન્ટ અણુઓ વ્યક્ત કરી શકે છે, જે 'T'-સેલ્સને નિષ્ક્રિય કરે છે.
- **રોગપ્રતિકારક દમનકારી કોષોની ભરતી અને સક્રિયકરણ :** TME રોગપ્રતિકારક દમનકારી કોષો, જેમ કે TAMs, MDSCs અને Tregsને આકર્ષિત કરી શકે છે અને તેમને સક્રિય કરી શકે છે.
- **એન્ટિજેન પ્રેઝન્ટેશનમાં ખામી :** TMEમાં હાજર પરિબળો ટ્યુમર કોષો દ્વારા એન્ટિજેન પ્રેઝન્ટેશનમાં ખામી પેદા કરી શકે છે, જેનાથી રોગપ્રતિકારક કોષો માટે તેમને ઓળખવાનું મુશ્કેલ બને છે.

TMEને લક્ષ્યાંક બનાવીને કેન્સરની સારવાર :

TME કેન્સરના વિકાસ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિના પ્રતિભાવમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે તે સમજ કેન્સરની નવી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે માર્ગ ખોલે છે. TMEને લક્ષ્યાંક બનાવતી કેટલીક વ્યૂહરચનાઓમાં શામેલ છે :

- **રોગપ્રતિકારક દમનકારી કોષોને નિષ્ક્રિય કરવા :** TAMs, MDSCs અને Tregs જેવાં કોષોને નિષ્ક્રિય કરવા અથવા દૂર કરવા માટે દવાઓ વિકસાવવામાં આવી રહી છે.
- **રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યમાં સુધારો :** TMEમાં હાજર રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યને વધારવા માટે દવાઓ વિકસાવવામાં આવી રહી છે.
- **ECMને પુનઃરચના :** ECMને બદલવા માટે દવાઓ વિકસાવવામાં આવી રહી છે જેથી તે રોગપ્રતિકારક કોષોને ટ્યુમરમાં પ્રવેશવાની અને કાર્ય કરવાની મંજૂરી આપે.

- **એન્જીઓજેનેસિસને અવરોધિત કરવું :** ટ્યુમરમાં નવી રુધિરવાહિનીઓના નિર્માણને અવરોધિત કરવા માટે દવાઓ વિકસાવવામાં આવી રહી છે.

ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ એ એક જટિલ અને ગતિશીલ વાતાવરણ છે જે ટ્યુમરના વિકાસ, ફેલાવા અને રોગપ્રતિકારક શક્તિના પ્રતિભાવને પ્રભાવિત કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. TMEના ઘટકો અને તે રોગપ્રતિકારક શક્તિ સાથે કેવી રીતે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરે છે તે સમજવું કેન્સરની નવી અને વધુ અસરકારક સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. જેમ જેમ સંશોધન આગળ વધતું જશે તેમ તેમ, TMEને લક્ષ્યાંક બનાવતી સારવાર પદ્ધતિઓ કેન્સર સામેની લડાઈમાં વધુને વધુ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવશે તેવી અપેક્ષા છે.

12.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજીના મહત્ત્વપૂર્ણ અને રસપ્રદ ક્ષેત્રમાં ઊંડા ઉતર્યા, જે કેન્સર કોષો અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેની જટિલ ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓનો અભ્યાસ કરે છે. શરૂઆતમાં આપણે ટ્યુમર એન્ટિજેન્સની વિભાવના સમજી, જે ટ્યુમર કોષોની સપાટી પર જોવા મળતા વિશિષ્ટ અણુઓ છે. આ એન્ટિજેન્સ રોગપ્રતિકારક શક્તિ માટે કેન્સર કોષોને 'ઓળખ ચિહ્ન' તરીકે કામ કરે છે. આપણે ટ્યુમર એન્ટિજેન્સના બે મુખ્ય પ્રકારો - ટ્યુમર-વિશિષ્ટ અને ટ્યુમર-સંબધિત એન્ટિજેન્સ વચ્ચેનો ભેદ પણ શીખ્યા.

ત્યારબાદ, આપણે કેન્સર સામે રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે પ્રતિક્રિયા આપે છે તેનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આપણે જોયું કે જન્મજાત અને અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિવિધ કોષો, જેમ કે કુદરતી ઘાતક કોષો, મેક્રોફેજ, ડેન્ડ્રિટિક કોષો, 'T'-સેલ્સ અને 'B'-સેલ્સ, કેવી રીતે સહકાર સાધીને કેન્સર કોષોને શોધી કાઢીને તેમનો નાશ કરવાનો પ્રયાસ કરે છે. આ એકમમાં આપણે ઇમ્યુન સર્વેલન્સ અને ઇમ્યુનોએડિટિંગ જેવાં મહત્ત્વપૂર્ણ ખ્યાલોને પણ આવરી લીધા. ઇમ્યુન સર્વેલન્સ એ રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા શરીરનું સતત નિરીક્ષણ કરવાની પ્રક્રિયા છે, જ્યારે ઇમ્યુનોએડિટિંગ એ રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને કેન્સર કોષો વચ્ચેનો ગતિશીલ સંઘર્ષ છે જે ટ્યુમરના વિકાસને આકાર આપે છે.

આ એકમનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ ટ્યુમર કોષો દ્વારા અપનાવવામાં આવતા 'બચાવના ઉપાયો'ને સમર્પિત હતો. આપણે શીખ્યા કે કેવી રીતે ટ્યુમર કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિના હુમલાથી બચવા માટે વિવિધ પ્રકારની જટિલ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે, જેમ કે ટ્યુમર એન્ટિજેન્સની અભિવ્યક્તિ ઘટાડવી, રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યને અવરોધિત કરવું અને રોગપ્રતિકારક દમનકારી વાતાવરણનું નિર્માણ કરવું.

આપણે કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપીના આશાસ્પદ ક્ષેત્રની ચર્ચા કરી. આપણે ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ અને CAR 'T'-સેલ થેરેપી જેવી નવીન સારવાર પદ્ધતિઓ વિશે શીખ્યા, જેનો ઉદ્દેશ્ય રોગપ્રતિકારક શક્તિને પુનઃસક્રિય કરીને કેન્સર સામે વધુ અસરકારક રીતે લડવામાં મદદ કરવાનો છે. ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ રોગપ્રતિકારક કોષો પરના 'બ્રેક'ને દૂર કરે છે, જ્યારે CAR 'T'-સેલ થેરેપી દર્દીના પોતાના ટી-સેલ્સને ટ્યુમર કોષોને ઓળખીને નાશ કરવા માટે આનુવંશિક રીતે સુધારે છે.

છેલ્લે, આપણે ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ (TME)ના મહત્ત્વ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું. TME એ ટ્યુમર કોષોની આસપાસનું જટિલ વાતાવરણ છે જેમાં વિવિધ પ્રકારના કોષો, રુધિરવાહિનીઓ અને અન્ય પરિબળોનો સમાવેશ થાય છે. આપણે શીખ્યા કે કેવી રીતે TME રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને દબાવી શકે છે અને કેન્સર કોષોને ટકી રહેવા અને વિકાસ કરવામાં મદદ કરી શકે છે. TMEને લક્ષ્યાંક બનાવતી નવી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવાનું મહત્ત્વ પણ આપણે સમજ્યું.

નિષ્કર્ષમાં આ એકમ ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજીના મૂળભૂત સિદ્ધાંતોની વ્યાપક ઝાંખી પૂરી પાડે છે. આ જ્ઞાન કેન્સરની નવી અને વધુ અસરકારક સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે પાયાનું મહત્ત્વ ધરાવે છે, જે આપણને આ ભયાનક રોગ સામેની લડાઈમાં વધુ સારી રીતે સજ્જ કરે છે.

12.9. સ્વાધ્યાય

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) :

1. ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજી શું અભ્યાસ કરે છે?
   a) ટ્યુમર કોષો અને ચેતા કોષો વચ્ચેની ક્રિયાપ્રતિક્રિયા
   b) ટ્યુમર કોષો અને રક્ત કોષો વચ્ચેની ક્રિયાપ્રતિક્રિયા
   c) ટ્યુમર કોષો અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેની ક્રિયાપ્રતિક્રિયા
   d) ટ્યુમર કોષો અને આંતરડાના કોષો વચ્ચેની ક્રિયાપ્રતિક્રિયા
2. ટ્યુમર એન્ટિજેન્સના મુખ્યત્વે કેટલા પ્રકારો છે?
   a) 1 b) 2 c) 3 d) 4
3. નીચેનામાંથી કયું ટ્યુમર-સંબંધિત એન્ટિજેનનું ઉદાહરણ નથી?
   a) કાર્સિનોએમ્બ્રાયોનિક એન્ટિજન (CEA)
   b) આલ્ફા-ફેટોપ્રોટીન (AFP)
   c) વાયરલ ઓન્કોજીન પ્રોટીન
   d) પ્રોસ્ટેટ-સ્પેસિફિક એન્ટિજન (PSA)
4. કયા કોષો ટ્યુમર એન્ટિજેન્સને ગ્રહણ કરે છે અને તેને 'T'-સેલ્સ સમક્ષ રજૂ કરે છે?
   a) કુદરતી ઘાતક કોષો (NK Cells) b) મેક્રોફેજ
   c) ડેન્ડ્રિટિક કોષો (DCs) d) 'B'-સેલ્સ (B Cells)
5. ઇમ્યુનોએડિટિંગનો કયો તબક્કો 'સમતુલા' તરીકે ઓળખાય છે?
   a) પ્રથમ b) બીજો c) ત્રીજો d) ચોથો
6. નીચેનામાંથી કયો ટ્યુમરથી બચવાનો ઉપાય નથી?
   a) ટ્યુમર એન્ટિજેન્સની અભિવ્યક્તિમાં ઘટાડો
   b) રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યમાં વધારો
   c) રોગપ્રતિકારક દમનકારી વાતાવરણનું નિર્માણ
   d) એપોપ્ટોસિસ સામે પ્રતિકાર
7. ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ કયા પ્રોટીનને અવરોધિત કરે છે?
   a) CTLA-4 અને PD-1 b) CD19 c) CAR d) MHC

8. CAR 'T'-સેલ થેરેપીમાં 'T'-સેલ્સમાં કયો કૃત્રિમ રીસેપ્ટર દાખલ કરવામાં આવે છે?
   a) CTLA-4   b) PD-1   c) CAR   d) MHC
9. ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ (TME)માં કયા કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવવામાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે?
   a) ટ્યુમર-સંબંધિત મેક્રોફેજ (TAMs)   b) કુદરતી ઘાતક કોષો (NK Cells)
   c) સાયટોટોક્સિક ટી લિમ્ફોસાઇટ્સ (CTLs)   d) ડેન્ડ્રિટિક કોષો (DCs)
10. TMEમાં કયો ઘટક કોષોને માળખાકીય આધાર પૂરો પાડે છે?
    a) રુધિરવાહિનીઓ   b) સાયટોકાઇન્સ
    c) બાહ્યકોષીય આધારક (ECM)   d) વૃદ્ધિ પરિબળો

જવાબો : 1-c, 2-b, 3-c, 4-c, 5-b, 6-b, 7-a, 8-c, 9-a, 10-c.

ટૂંકા પ્રશ્નો :

1. ટ્યુમર-વિશિષ્ટ એન્ટિજેન્સ (TSAs) અને ટ્યુમર-સંબધિત એન્ટિજેન્સ (TAAs) વચ્ચે શું તફાવત છે?
2. કુદરતી ઘાતક કોષો (NK Cells) કેન્સર સામે કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
3. સાયટોટોક્સિક T લિમ્ફોસાઇટ્સ (CTLs) ટ્યુમર કોષોનો નાશ કેવી રીતે કરે છે?
4. ઇમ્યુન સર્વેલન્સ એટલે શું?
5. ઇમ્યુનોએડિટિંગના ત્રણ તબક્કાઓ શું છે?
6. ટ્યુમર કોષો એન્ટિજેન માસ્કિંગ કેવી રીતે કરે છે?
7. ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટરનું ઉદાહરણ આપો.
8. CAR 'T'-સેલ થેરેપીમાં કયો ટ્યુમર એન્ટિજેન લક્ષ્યાંક બનાવવામાં આવે છે?
9. ટ્યુમર-સંબંધિત મેક્રોફેજ (TAMs) ટ્યુમરના વિકાસને કેવી રીતે પ્રોત્સાહન આપે છે?
10. ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ (TME) રોગપ્રતિકારક કોષોની ભરતીને કેવી રીતે અવરોધે છે?

વિસ્તૃત પ્રશ્નો :

1. ટ્યુમર ઇમ્યુનોલોજીના સિદ્ધાંતો સમજાવો અને કેન્સરની સારવારમાં તેનું શું મહત્ત્વ છે?
2. કેન્સર સામે રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે પ્રતિક્રિયા આપે છે તેનું વિગતવાર વર્ણન કરો. જન્મજાત અને અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક શક્તિ બંનેના ઘટકો શામેલ કરો.
3. ઇમ્યુનોએડિટિંગ પ્રક્રિયાનું વિગતવાર વર્ણન કરો અને દરેક તબક્કાનું ઉદાહરણ આપો.
4. ટ્યુમર કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવા માટે કઇ કઇ યુક્તિઓનો ઉપયોગ કરે છે? દરેક યુક્તિનું ટૂંકમાં વર્ણન કરો.
5. ટ્યુમર માઇક્રોએન્વાયરમેન્ટ (TME)ના મુખ્ય ઘટકો શું છે અને TME રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે? TME ને લક્ષ્યાંક બનાવીને કેન્સરની સારવાર કેવી રીતે કરી શકાય?

ટીકાકરણ/ રસીકરણ (Vaccination)

13

13.1 પ્રસ્તાવના

13.2 ટીકાકરણના સિદ્ધાંતો

13.3 રસીઓના પ્રકારો

13.4 રસીકરણ કાર્યક્રમો અને સમયપત્રક

13.5 ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ

13.6 રસી સહાયકો

13.7 રસીઓની સલામતી અને અસરકારકતા

13.8 સારાંશ

13.9 સ્વાધ્યાય

13.1. પ્રસ્તાવના

આપણા સૌના જીવનમાં સ્વાસ્થ્ય એ સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ પરિબળ છે. સ્વસ્થ રહીને જ આપણે આપણા જીવનના તમામ કાર્યો સારી રીતે કરી શકીએ છીએ અને સુખ-સમૃદ્ધિ પ્રાપ્ત કરી શકીએ છીએ. આ સ્વાસ્થ્યને ટકાવી રાખવામાં ટીકાકરણ (Vaccination) એ મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. ટીકાકરણ એ એક એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં વ્યક્તિને રોગ પ્રતિકારક શક્તિ પ્રદાન કરવા માટે રસી આપવામાં આવે છે.

આ એકમમાં આપણે ટીકાકરણ વિશે ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું. ટીકાકરણ શું છે? તે કેવી રીતે કાર્ય કરે છે? શું તેના કોઈ સિદ્ધાંતો છે? આ એકમ માં આપણે આ બધા પ્રશ્નોના જવાબો શોધીશું.

આપણે વિવિધ પ્રકારના રસીઓ જેમ કે જીવિત ક્ષીણિત, નિષ્ક્રિય, સબયૂનિટ, ટોક્સોઇડ અને DNA રસીઓ વિશે પણ શીખીશું. દરેક રસીના પોતાના ફ઼ાયદા અને ગેરફ઼ાયદા હોય છે.

આ ઉપરાંત, આપણે જુદા જુદા દેશોમાં અમલમાં મુકવામાં આવેલા રસીકરણ કાર્યક્રમો અને સમયપત્રકનો અભ્યાસ કરીશું. આ કાર્યક્રમોનો ઉદ્દેશ બાળકો અને પુખ્ત વયના લોકોને ગંભીર રોગોથી બચાવવાનો છે.

ઝૂંડ પ્રતિરક્ષા (Herd Immunity) એ એક મહત્ત્વપૂર્ણ ખ્યાલ છે જે દર્શાવે છે કે જ્યારે વસ્તીના મોટા ભાગના લોકોને રસી આપવામાં આવે છે, ત્યારે તે સમગ્ર સમુદાયને રોગથી રક્ષણ આપે છે.

આપણે રસી સહાયકો (Vaccine Adjuvants) વિશે પણ શીખીશું, જે એવાં   પદાર્થો છે જે રસીની અસરકારકતામાં વધારો કરે છે.

છેલ્લે, આપણે રસીઓની સલામતી અને અસરકારકતાનું મૂલ્યાંકન કરીશું. રસીઓ કેટલી સુરક્ષિત છે? શું તેના કોઈ આડઅસરો છે? શું રસીઓ ખરેખર અસરકારક છે?

આ એકમમાં આપણને ટીકાકરણના મહત્ત્વને સમજવામાં મદદ કરશે અને આપણને વધુ સ્વસ્થ અને સુરક્ષિત ભવિષ્ય માટે તૈયાર કરશે.

પરિચય :

ટીકાકરણ એ એક પ્રક્રિયા છે જેમાં વ્યક્તિને કોઈ ચોક્કસ રોગ સામે પ્રતિરક્ષા વિકસાવવા માટે રસી આપવામાં આવે છે. રસીમાં રોગ પેદા કરતા જીવાણુઓ અથવા વાયરસના નબળા અથવા મૃત સ્વરૂપો હોય છે, જે શરીરના પ્રતિરક્ષા તંત્રને રોગ સામે લડવા માટે તૈયાર કરે છે.

ટીકાકરણનો ખ્યાલ સદીઓથી અસ્તિત્વમાં છે. 10મી સદીમાં ચીન અને ભારતમાં શીતળા (Smallpox) સામે રક્ષણ મેળવવા માટે લોકો ઇનોક્યુલેશન (Inoculation) નામની પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ કરતા હતા, જેમાં શીતળાના હળવા સ્વરૂપ ધરાવતા વ્યક્તિના શરીરમાંથી સામગ્રી લેવામાં આવતી અને સ્વસ્થ વ્યક્તિમાં દાખલ કરવામાં આવતી. આ પ્રક્રિયા જોખમી હતી, પરંતુ તે શીતળાથી થતા મૃત્યુને રોકવામાં અસરકારક હતી.

1796માં, અંગ્રેજી ડૉ. એડવર્ડ જેનર (Edward Jenner) એ શોધી કાઢ્યું કે, ગાયના શીતળા (Cowpox) ધરાવતા લોકોમાં શીતળા સામે પ્રતિરક્ષા વિકસે છે. તેમણે શીતળા સામે રક્ષણ આપવા માટે ગાયના શીતળાનો ઉપયોગ કરીને વિશ્વની પ્રથમ રસી વિકસાવી.

જેનરના કાર્ય પછી, ઘણા વૈજ્ઞાનિકોએ ટીકાકરણના ક્ષેત્રમાં મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું છે. લુઈ પાશ્ચર (Louis Pasteur) એ કોલેરા, એન્થ્રેક્સ અને હડકવા જેવી બીમારીઓ માટે રસીઓ વિકસાવી. 20મી સદીમાં વૈજ્ઞાનિકોએ પોલિયો, ઓરી, ગાલપચોળિયાં, રૂબેલા અને અન્ય ઘણી બીમારીઓ સામે રસીઓ વિકસાવી.

ટીકાકરણના ક્ષેત્રમાં ભારતનું પણ મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન રહ્યું છે. ભારતે 1978માં રાષ્ટ્રીય ટીકાકરણ કાર્યક્રમ (National Immunization Programme) શરૂ કર્યો, જેનો ઉદ્દેશ્ય તમામ બાળકોને બાળપણની ગંભીર બીમારીઓથી બચાવવાનો છે. ભારતે 1995માં પોલિયો નાબૂદી કાર્યક્રમ

શરૂ કર્યો અને 2014માં પોલિયોમુક્ત જાહેર થયો. ભારતે શીતળા નાબૂદ કરવામાં પણ મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવી હતી.

આજે, ટીકાકરણ એ જાહેર આરોગ્યનું સૌથી સફળ અને ખર્ચ-અસરકારક માધ્યમ છે. ટીકાકરણ લાખો લોકોને ગંભીર બીમારીઓ અને મૃત્યુથી બચાવે છે.

13.2. ટીકાકરણના સિદ્ધાંતો (Principles of Vaccination) :

ટીકાકરણ એ એક પ્રક્રિયા છે જેના દ્વારા વ્યક્તિને ચોક્કસ રોગ સામે રોગપ્રતિકારક શક્તિ આપવામાં આવે છે. આ રસી દ્વારા કરવામાં આવે છે, જેમાં રોગકારક જીવાણુના નબળા અથવા મૃત સ્વરૂપનો સમાવેશ થાય છે. જ્યારે રસી શરીરમાં દાખલ થાય છે, ત્યારે તે રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજિત કરે છે, જેના કારણે એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન થાય છે. આ એન્ટિબોડીઝ રોગકારક જીવાણુઓને ઓળખે છે અને તેનો નાશ કરે છે, જેના કારણે વ્યક્તિ ભવિષ્યમાં તે રોગથી સુરક્ષિત રહે છે.

ટીકાકરણના મુખ્ય સિદ્ધાંતો નીચે મુજબ છે :

1. રોગપ્રતિકારક શક્તિનો ઉત્તેજન (Stimulation of the Immune System) : રસીનો મુખ્ય ઉદ્દેશ રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજિત કરવાનો છે જેથી તે ચોક્કસ રોગકારક જીવાણુઓ સામે લડી શકે. આ કરવા માટે રસીમાં રોગકારક જીવાણુના નબળા, મૃત અથવા અંશતઃ ભાગ હોય છે. જ્યારે આ રસી શરીરમાં દાખલ થાય છે, ત્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ તેને બાહ્ય પદાર્થ તરીકે ઓળખે છે અને તેની સામે એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન શરૂ કરે છે. આ પ્રક્રિયાને સક્રિય રોગપ્રતિકારક શક્તિ કહેવામાં આવે છે કારણ કે શરીર પોતે જ એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે.

2. એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન (Production of Antibodies) : એન્ટિબોડીઝ એ પ્રોટીન છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. તે ચોક્કસ રોગકારક જીવાણુઓ સાથે બંધાય છે અને તેમને નષ્ટ કરે છે. રસીકરણ દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલા એન્ટિબોડીઝ શરીરમાં લાંબા સમય સુધી રહે છે અને ભવિષ્યમાં તે રોગકારક જીવાણુના સંક્રમણ સામે રક્ષણ આપે છે. એન્ટિબોડીઝ ઉપરાંત, રસીકરણ મેમરી 'B' કોશિકાઓ અને 'T' કોશિકાઓનું ઉત્પાદન પણ કરી શકે છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને લાંબાગાળાની સુરક્ષા પ્રદાન કરે છે.

3. રોગપ્રતિકારક યાદશક્તિ (Immunological Memory) : રસીકરણ રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં 'મેમરી' બનાવે છે. આનો અર્થ એ છે કે જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ ભવિષ્યમાં ફરીથી તે જ રોગકારક જીવાણુનો સામનો કરે છે, ત્યારે તે તેને ઝડપથી ઓળખશે અને તેનો નાશ કરશે. આના કારણે વ્યક્તિને રોગ થતો નથી અથવા હળવો ચેપ લાગે છે. રોગપ્રતિકારક યાદશક્તિ રસીના પ્રકાર અને વ્યક્તિના રોગપ્રતિકારક તંત્રના આધારે થોડા વર્ષોથી લઈને આજીવન ટકી શકે છે.

4. ટોળાંની રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Herd Immunity) : જ્યારે વસ્તીના મોટા ભાગના લોકોને રસી આપવામાં આવે છે, ત્યારે તે સમગ્ર સમુદાયને રોગથી રક્ષણ આપે છે. જેને ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ કહેવામાં આવે છે. જ્યારે ઘણા લોકોને રસી આપવામાં આવે છે, ત્યારે રોગ ફેલાતો નથી, જેના કારણે જેમને રસી આપવામાં આવી નથી તેમને પણ રક્ષણ મળે છે. ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ

એવા લોકો માટે ખાસ કરીને મહત્ત્વપૂર્ણ છે જેઓ તબીબી કારણોસર રસી મેળવી શકતા નથી, જેમ કે નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકો અથવા શિશુઓ. ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રાપ્ત કરવા માટે જરૂરી રસીકરણનો દર રોગના આધારે બદલાય છે.

5. સલામતી અને અસરકારકતા (Safety and Efficacy) : રસીઓ ઉપયોગ માટે મંજૂર કરવામાં આવે તે પહેલાં સખત પરીક્ષણોમાંથી પસાર થાય છે. આ પરીક્ષણો રસીઓની સલામતી અને અસરકારકતાને સુનિશ્ચિત કરે છે. રસીઓ મોટાભાગના લોકો માટે સલામત હોય છે, પરંતુ કેટલીક આડઅસરો પણ શક્ય છે. જો કે, ગંભીર આડઅસરો ભાગ્યે જ જોવા મળે છે. મોટાભાગની રસીઓ રોગને રોકવામાં અત્યંત અસરકારક હોય છે. રસીકરણ એ રોગોને રોકવા અને જાહેર આરોગ્યને સુધારવાનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ઉપાય છે. ટીકાકરણના સિદ્ધાંતોને સમજવાથી આપણને રસીઓ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે અને તે શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે તે અંગે વધુ સારી રીતે સમજણ મળશે. હવે આપણે આગળના પ્રકરણમાં વિવિધ પ્રકારની રસીઓ, જેમ કે જીવિત ક્ષીણિત, નિષ્ક્રિય, સબયૂનિટ, ટોક્સોઇડ અને DNA રસીઓનો અભ્યાસ કરીશું.

13.3. રસીઓના પ્રકારો (Types of Vaccines) :

આપણે વિવિધ પ્રકારની રસીઓનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું. રસીઓને મુખ્યત્વે નીચે મુજબના પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે :

1. જીવિત ક્ષીણિત રસીઓ (Live Attenuated Vaccines) : આ રસીઓમાં જીવંત પરંતુ નબળા પડી ગયેલા રોગકારક જીવાણુઓ હોય છે. આ જીવાણુઓને પ્રયોગશાળામાં વારંવાર ઉછેર કરીને નબળા પાડવામાં આવે છે જેથી તેઓ રોગ પેદા કરવાની ક્ષમતા ગુમાવી દે. જ્યારે આ રસી શરીરમાં દાખલ થાય છે, ત્યારે નબળા પડી ગયેલા જીવાણુઓ ગુણાકાર કરે છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજિત કરે છે. આ પ્રક્રિયા એન્ટિબોડીઝ અને મેમરી કોશિકાઓનું ઉત્પાદન કરે છે જે લાંબાગાળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રદાન કરે છે. જીવિત ક્ષીણિત રસીઓ સામાન્ય રીતે એક જ ડોઝમાં અસરકારક હોય છે, જોકે અમુક કિસ્સાઓમાં બુસ્ટર ડોઝની જરૂર પડી શકે છે.

- **ફાયદા :** મજબૂત રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ, લાંબાગાળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ, ઘણીવાર એક જ ડોઝમાં અસરકારક.
- **ગેરફાયદા :** નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકો માટે યોગ્ય નથી, દુર્લભ કિસ્સાઓમાં રસીમાં રહેલા જીવાણુઓ રોગનું કારણ બની શકે છે, શીત સંગ્રહની જરૂર પડે છે.
- **ઉદાહરણો :** ઓરી, ગાલપચોળિયાં, રૂબેલા (MMR), ચિકનપોક્સ, રોટાવાયરસ, પીળો તાવ અને મૌખિક પોલિયો રસી (OPV).

2. નિષ્ક્રિય રસીઓ (Inactivated Vaccines) : આ રસીઓમાં મૃત રોગકારક જીવાણુઓ હોય છે. આ જીવાણુઓને ગરમી, રસાયણો (જેમ કે ફોર્માલ્ડીહાઇડ) અથવા રેડિયેશન દ્વારા નિષ્ક્રિય કરવામાં આવે છે. નિષ્ક્રિય રસીઓ જીવિત ક્ષીણિત રસીઓ કરતાં ઓછી શક્તિશાળી હોય છે અને

ટૂંકાગાળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રદાન કરે છે. લાંબાગાળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ જાળવવા માટે બૂસ્ટર ડોઝની જરૂર પડે છે.

- **ફાયદા :** નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકો માટે પણ સલામત, શીત સંગ્રહની જરૂર પડતી નથી.
- **ગેરફાયદા :** ઓછી શક્તિશાળી, ટૂંકાગાળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ, બુસ્ટર ડોઝની જરૂર પડે છે.
- **ઉદાહરણો :** ઈન્જેક્ટેબલ પોલિયો રસી (IPV), હડકવા, હિપેટાઇટિસ A, ઇન્ફ્લ્યુએન્ઝા (ફ્લૂ શોટ) અને પર્ટ્યુસિસ (ડૂબતી ઉધરસ - DTaP રસીનો ભાગ).

3. સબયૂનિટ રસીઓ (Subunit Vaccines) : આ રસીઓમાં રોગકારક જીવાણુઓના માત્ર અમુક ભાગો, જેમ કે પ્રોટીન, શર્કરા અથવા કેપ્સ્યુલ (પોલિસેકરાઇડ) હોય છે. આ ભાગોને એન્ટિજેન્સ કહેવામાં આવે છે અને તે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને ઉત્તેજિત કરવા માટે જવાબદાર છે. સબયૂનિટ રસીઓ ખૂબ જ સુરક્ષિત હોય છે કારણ કે તેમાં સંપૂર્ણ જીવાણુ હોતા નથી અને તે રોગ પેદા કરી શકતા નથી. આ રસીઓ બાયોટેક્નોલોજી દ્વારા પણ બનાવી શકાય છે, જેને રિકોમ્બિનન્ટ રસીઓ કહેવામાં આવે છે.

- **ફાયદા :** ખૂબ જ સુરક્ષિત, ચોક્કસ રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ, નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકો માટે યોગ્ય.
- **ગેરફાયદા :** ઓછી શક્તિશાળી, બુસ્ટર ડોઝની જરૂર પડી શકે છે, એડજુવન્ટ્સ (રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ વધારનાર પદાર્થો)ની જરૂર પડી શકે છે.
- **ઉદાહરણો :** હિપેટાઇટિસ B, હ્યુમન પેપિલોમાવાયરસ (HPV), ડૂબતી ઉધરસ (પર્ટ્યુસિસ - DTaP રસીનો ભાગ), મેનિંગોકોકલ રોગ, ન્યુમોકોકલ રોગ, અને શિંગલ્સ (હર્પીસ ઝોસ્ટર).

4. ટોક્સોઇડ રસીઓ (Toxoid Vaccines) : કેટલીક બેક્ટેરિયા ઝેર (ટોક્સિન) ઉત્પન્ન કરે છે જે રોગના મુખ્ય કારણ છે. ટોક્સોઇડ રસીઓ આ ઝેરના નિષ્ક્રિય સ્વરૂપો ધરાવે છે, જેને ટોક્સોઇડ કહેવામાં આવે છે. ટોક્સોઇડ રોગ પેદા કરી શકતા નથી, પરંતુ તે રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજિત કરી શકે છે અને એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન કરી શકે છે જે ઝેરને બેઅસર કરે છે.

- **ફાયદા :** ઝેરના કારણે થતાં રોગો સામે રક્ષણ આપે છે.
- **ગેરફાયદા :** બેક્ટેરિયા સામે રક્ષણ આપતા નથી, બુસ્ટર ડોઝની જરૂર પડે છે.
- **ઉદાહરણો :** ડિપ્થેરિયા અને ટિટાનસ (DTaP અને Tdap રસીનો ભાગ).

5. DNA રસીઓ (DNA Vaccines) : આ નવી પેઢીની રસીઓ છે જે હજુ વિકાસ હેઠળ છે અને માનવ ઉપયોગ માટે મંજૂર કરવામાં આવી નથી. DNA રસીઓમાં રોગકારક જીવાણુના જનીનો હોય છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રોટીન બનાવે છે. આ જનીનોને પ્લાસ્મિડ નામના DNAના નાના ટૂકડાઓમાં

દાખલ કરવામાં આવે છે. જ્યારે આ પ્લાસ્મિડ શરીરમાં દાખલ થાય છે, ત્યારે કોષો જનીનોમાંથી રોગપ્રતિકારક પ્રોટીન ઉત્પન્ન કરે છે, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજિત કરે છે.

- **સંભવિત ફાયદા :** મજબૂત અને લાંબાગાળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ, ઉત્પાદન કરવા માટે સરળ અને સસ્તી, શીત સંગ્રહની જરૂર ન પડે.
- **સંભવિત ગેરફાયદા :** હજુ વિકાસ હેઠળ માનવ ઉપયોગ માટે મંજૂર નથી, લાંબાગાળાની અસરોથી અજ્ઞાત.
- **ઉદાહરણો :** હાલમાં કોઈ માનવ ઉપયોગ માટે ઉપલબ્ધ નથી, પરંતુ વિવિધ રોગો માટે સંશોધન ચાલુ છે.

દરેક પ્રકારની રસીના પોતાના ફાયદા અને ગેરફાયદા છે. રસીની પસંદગી રોગ, વ્યક્તિની ઉંમર અને તબીબી ઇતિહાસ અને અન્ય પરિબળો પર આધારિત છે. હવે આપણે આગામી ભાગમાં જુદા જુદા દેશોમાં અમલમાં મુકવામાં આવેલા રસીકરણ કાર્યક્રમો અને સમયપત્રકનો અભ્યાસ કરીશું.

13.4. રસીકરણ કાર્યક્રમો અને સમયપત્રક (Vaccination Programs and Schedules) :

આપણે અગાઉના ભાગોમાં ટીકાકરણના સિદ્ધાંતો અને રસીઓના વિવિધ પ્રકારો વિશે શીખ્યા. આમાં આપણે જુદા જુદા દેશોમાં અમલમાં મુકવામાં આવેલા રસીકરણ કાર્યક્રમો અને સમયપત્રકનો અભ્યાસ કરીશું.

રસીકરણ કાર્યક્રમો એ જાહેર આરોગ્યની પહેલ છે જેનો ઉદ્દેશ રસીઓ દ્વારા રોગોને રોકવા અને તેનું નિયંત્રણ કરવાનો છે. આ કાર્યક્રમો બાળકો, કિશોરો અને પુખ્ત વયના લોકોને ભલામણ કરેલ રસીઓનો સમયસર પુરવઠો પૂરો પાડે છે. રસીકરણ કાર્યક્રમો રાષ્ટ્રીય સ્તરે સરકાર દ્વારા આયોજિત અને સંચાલિત કરવામાં આવે છે અને તે વિશ્વ આરોગ્ય સંસ્થા (WHO)ની ભલામણો પર આધારિત હોય છે.

રસીકરણ કાર્યક્રમોના મુખ્ય ઉદ્દેશ્યો :

- રસી-પ્રતિરોધ્ય રોગોના બનાવો અને મૃત્યુદરમાં ઘટાડો કરવો.
- ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Herd Immunity) હાંસલ કરવી અને જાળવી રાખવી.
- રસી-પ્રતિરોધ્ય રોગોના ફાટી નીકળવાનું જોખમ ઘટાડવું.
- આરોગ્યસંભાળના ખર્ચમાં ઘટાડો કરવો.
- સમાજના તમામ સભ્યોને રસીકરણનો સમાન લાભ મળે તે સુનિશ્ચિત કરવું.

રસીકરણ સમયપત્રક :

રસીકરણ સમયપત્રક એ ભલામણ કરેલ રસીઓ અને તે કયા સમયે આપવી જોઇએ તેની રૂપરેખા આપે છે. આ સમયપત્રક બાળકોને તેમના જીવનના પ્રારંભિક તબક્કામાં ગંભીર રોગોથી બચાવવા માટે બનાવવામાં આવ્યા છે. સમયપત્રક દેશ પ્રમાણે બદલાઈ શકે છે, પરંતુ તેમાં સામાન્ય રીતે નીચેની રસીઓનો સમાવેશ થાય છે :

- **જન્મ સમયે :** BCG (ક્ષય રોગ), હિપેટાઇટિસ B
- **6 અઠવાડિયા :** DTaP (ડિપ્થેરિયા, ટિટાનસ, પર્ટ્યુસિસ), IPV (પોલિયો), હિબ (હિમોફિલસ ઈન્ફલ્યુએન્ઝા પ્રકાર બી), રોટાવાયરસ, ન્યુમોકોકલ
- **10 અઠવાડિયા :** DTaP, IPV, હિબ, રોટાવાયરસ
- **14 અઠવાડિયા :** DTaP, IPV, હિબ, ન્યુમોકોકલ
- **9 મહિના :** MMR (ઓરી, ગાલપચોળિયાં, રૂબેલા), મેનિંગોકોકલ
- **12-15 મહિના :** MMR, ચિકનપોક્સ, હિપેટાઇટિસ A
- **18 મહિના :** DTaP, IPV, હિબ
- **4-6 વર્ષ :** DTaP, IPV, MMR
- **11-12 વર્ષ :** HPV (હ્યુમન પેપિલોમાવાયરસ), Tdap (ટિટાનસ, ડિપ્થેરિયા, પર્ટ્યુસિસ), મેનિંગોકોકલ

આ ઉપરાંત, પુખ્ત વયના લોકો માટે પણ કેટલીક રસીઓ ભલામણ કરવામાં આવે છે, જેમ કે ઈન્ફલ્યુએન્ઝા, ન્યુમોકોકલ, ટિટાનસ, ડિપ્થેરિયા અને હર્પીસ ઝોસ્ટર (શિંગલ્સ)ની રસીઓ.

ભારતમાં રાષ્ટ્રીય રસીકરણ કાર્યક્રમ (National Immunization Program in India) :

ભારત સરકાર સાર્વત્રિક રસીકરણ કાર્યક્રમ (Universal Immunization Programme - UIP) ચલાવે છે, જે વિશ્વના સૌથી મોટા જાહેર આરોગ્ય કાર્યક્રમોમાંનો એક છે. UIPનો ઉદ્દેશ તમામ બાળકો અને ગર્ભવતી મહિલાઓને મફત રસીઓ પૂરી પાડવાનો છે. આ કાર્યક્રમ અંતર્ગત નીચેની રસીઓ આપવામાં આવે છે :

- BCG (ક્ષય રોગ)
- OPV (મૌખિક પોલિયો રસી) / IPV (ઈન્જેક્ટેબલ પોલિયો રસી)
- DPT (ડિપ્થેરિયા, પર્ટ્યુસિસ અને ટિટાનસ)
- હિપેટાઇટિસ B
- ઓરી / MR (ઓરી અને રૂબેલા)
- JE (જાપાની એન્સેફાલીટીસ) - સ્થાનિક વિસ્તારોમાં
- રોટાવાયરસ
- PCV (ન્યુમોકોકલ કોન્જુગેટ રસી)
- Penta (DPT + હિપેટાઇટિસ B + હિબ)
- TT (ટિટાનસ ટોક્સોઇડ) - ગર્ભવતી સ્ત્રીઓ માટે

રસીકરણ કાર્યક્રમોની સફળતા :

રસીકરણ કાર્યક્રમોએ વિશ્વભરમાં જાહેર આરોગ્ય સુધારવામાં મહત્વની ભૂમિકા ભજવી છે. આ કાર્યક્રમોને કારણે પોલિયો, ઓરી, રૂબેલા અને અન્ય ગંભીર રોગોના બનાવોમાં નાટકીય ઘટાડો થયો છે. ઘણા દેશોમાં પોલિયોનું સંપૂર્ણપણે નાબૂદ કરવામાં આવ્યું છે.

રસીકરણ કાર્યક્રમો સામે પડકારો :

રસીકરણ કાર્યક્રમોને કેટલાક પડકારોનો સામનો કરવો પડે છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- **રસીઓ અંગે ખચકાટ અને અવિશ્વાસ :** અમુક લોકો રસીઓની સલામતી અને અસરકારકતા અંગે ચિંતિત હોય છે, જેના કારણે તેઓ રસી લેવાનો ઇનકાર કરી શકે છે.
- **રસીઓની પહોંચ :** અમુક વિસ્તારોમાં, ખાસ કરીને ગ્રામીણ અને દૂરના વિસ્તારોમાં, રસીઓ સુધી પહોંચવું મુશ્કેલ બની શકે છે.
- **શીત સંગ્રહ સુવિધાઓનો અભાવ :** કેટલીક રસીઓને ચોક્કસ તાપમાને સંગ્રહિત કરવાની જરૂર પડે છે અને શીત સંગ્રહ સુવિધાઓનો અભાવ રસીકરણ કાર્યક્રમોમાં અવરોધ ઊભો કરી શકે છે.
- **આરોગ્યસંભાળ પ્રણાલીની નબળાઈઓ :** અપૂરતી આરોગ્યસંભાળ માળખાકીય સુવિધાઓ, આરોગ્ય કર્મચારીઓની અછત અને નબળી દેખરેખ પ્રણાલીઓ રસીકરણ કાર્યક્રમોની અસરકારકતાને અસર કરી શકે છે.

આ પડકારોને પહોંચી વળવા માટે, સરકારો, આરોગ્ય સંસ્થાઓ અને સમુદાયોએ સાથે મળીને કામ કરવાની જરૂર છે. લોકોમાં રસીઓ અંગે જાગૃતિ ફેલાવવી, રસીઓ સુધી પહોંચમાં સુધારો કરવો, શીત સંગ્રહ સુવિધાઓને મજબૂત બનાવવી અને આરોગ્યસંભાળ પ્રણાલીમાં સુધારો કરવો એ રસીકરણ કાર્યક્રમોની સફળતા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. આગળ આપણે ટોળાંની રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Herd Immunity)ના ખ્યાલનો અભ્યાસ કરીશું.

13.5. ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Herd Immunity) :

આપણે અગાઉના ભાગોમાં ટીકાકરણના સિદ્ધાંતો, રસીઓના પ્રકારો અને રસીકરણ કાર્યક્રમો અને સમયપત્રક વિશે શીખ્યા. અહીં, આપણે ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિના ખ્યાલનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું.

ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ, જેને સામુદાયિક રોગપ્રતિકારક શક્તિ પણ કહેવામાં આવે છે, તે એક પ્રકારનું પરોક્ષ રક્ષણ છે જે ચેપી રોગોથી મળે છે. જ્યારે વસ્તીનો પૂરતો ટકાવારી રોગપ્રતિકારક બની જાય છે, કાં તો રસીકરણ દ્વારા અથવા અગાઉના ચેપ દ્વારા ત્યારે તે સંવેદનશીલ વ્યક્તિઓ માટે રક્ષણાત્મક અસર બનાવે છે જેમને રસી આપી શકાતી નથી અથવા જેમનામાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ બિંદુ છે કે જેના પર પૂરતા પ્રમાણમાં લોકો રોગપ્રતિકારક બને છે કે રોગ સમુદાયમાં સરળતાથી ફેલાઈ શકતો નથી.

ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

જ્યારે કોઈ વ્યક્તિને ચેપી રોગ સામે રસી આપવામાં આવે છે અથવા તે રોગમાંથી સાજા થાય છે, ત્યારે તે રોગપ્રતિકારક બની જાય છે. આનો અર્થ એ છે કે તેમનું શરીર રોગકારક જીવાણુને

ઓળખી શકે છે અને તેનો નાશ કરી શકે છે, જેથી તેઓ ફરીથી બીમાર ન પડે. જ્યારે પૂરતા પ્રમાણમાં લોકો રોગપ્રતિકારક બને છે, ત્યારે રોગ ફેલાવાનું મુશ્કેલ બને છે કારણ કે રોગકારક જીવાણુને સંવેદનશીલ યજમાન મળવાની શક્યતા ઓછી હોય છે. આનાથી તે લોકોનું પણ રક્ષણ થાય છે જેમને રસી આપી શકાતી નથી, જેમ કે ખૂબ નાના બાળકો, સગર્ભા સ્ત્રીઓ અથવા નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકો.

ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ માટે થ્રેશોલ્ડ :

ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રાપ્ત કરવા માટે વસ્તીના જે ટકાને રોગપ્રતિકારક હોવાની જરૂર છે તેને 'થ્રેશોલ્ડ' કહેવામાં આવે છે. આ થ્રેશોલ્ડ રોગના આધારે બદલાય છે અને તે રોગ કેટલો ચેપી છે તેના પર નિર્ભર કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઓરી એ અત્યંત ચેપી રોગ છે અને ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રાપ્ત કરવા માટે આશરે 95% વસ્તીને રોગપ્રતિકારક હોવાની જરૂર છે. પોલિયો માટે, થ્રેશોલ્ડ આશરે 80% છે.

ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિના ફાયદા :

- **સંવેદનશીલ વ્યક્તિઓનું રક્ષણ :** ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ એવા લોકોને રક્ષણ આપે છે જેમને રસી આપી શકાતી નથી અથવા જેમનામાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી છે.
- **રોગચાળાને રોકવામાં મદદ કરે છે :** જ્યારે ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ થ્રેશોલ્ડ સુધી પહોંચે છે, ત્યારે રોગચાળો ફાટી નીકળવાની શક્યતા ઓછી હોય છે.
- **રોગોને નાબૂદ કરવામાં મદદ કરે છે :** ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને કારણે વિશ્વમાંથી શીતળા નાબૂદ કરવામાં આવી છે અને પોલિયો નાબૂદીના આરે છે.
- **આરોગ્યસંભાળના ખર્ચમાં ઘટાડો કરે છે :** રોગોને રોકીને ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ હોસ્પિટલમાં દાખલ થવા અને સારવારના ખર્ચમાં ઘટાડો કરે છે.

ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને રસીકરણ :

રસીકરણ એ ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રાપ્ત કરવાનો સૌથી સુરક્ષિત અને અસરકારક માર્ગ છે. રસીઓ લોકોને ગંભીર બીમારીના જોખમ વિના રોગપ્રતિકારક શક્તિ વિકસાવવામાં મદદ કરે છે. જ્યારે મોટાભાગના લોકોને રસી આપવામાં આવે છે, ત્યારે તે સમગ્ર સમુદાયને સુરક્ષિત રાખવામાં મદદ કરે છે.

ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને અસર કરતા પરિબળો :

- **રસીકરણનો દર :** ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ જાળવવા માટે ઉચ્ચ રસીકરણ દર જાળવવો જરૂરી છે.
- **રસીની અસરકારકતા :** રસી કેટલી સારી રીતે રોગને રોકવામાં મદદ કરે છે તે ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને અસર કરે છે.

- **રોગની ચેપી ક્ષમતા :** રોગ કેટલો સરળતાથી ફેલાય છે તે ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ માટે જરૂરી થ્રેશોલ્ડને અસર કરે છે.
- **વસ્તીની ગતિશીલતા :** લોકો કેવી રીતે અને ક્યાં ભેગા થાય છે તે રોગના ફેલાવાને અસર કરી શકે છે અને ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને જાળવવાનું મુશ્કેલ બનાવી શકે છે.
- **રોગપ્રતિકારક શક્તિનો સમયગાળો :** કુદરતી ચેપ અથવા રસીકરણ દ્વારા મળેલી રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેટલા સમય સુધી ચાલે છે તે ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને અસર કરે છે.

ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ અંગે ગેરસમજો :

કેટલાંક લોકો માને છે કે ટોળાંની રોગપ્રતિકારક શક્તિ તેમને રસી ન લેવાનું બહાનું આપે છે. તેઓ માને છે કે જો આસપાસના મોટાભાગના લોકો રસી લે છે, તો તેઓ સુરક્ષિત રહેશે. જો કે, આ ખતરનાક ગેરસમજ છે. જો ઘણા લોકો રસી ન લેવાનું પસંદ કરે છે, તો ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી પડી શકે છે અને રોગચાળો ફાટી નીકળી શકે છે.

ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ એક મહત્ત્વપૂર્ણ જાહેર આરોગ્ય ખ્યાલ છે જે ચેપી રોગોથી વ્યક્તિઓ અને સમુદાયોને રક્ષણ આપે છે. રસીકરણ એ ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રાપ્ત કરવાનો અને જાળવવાનો સૌથી સુરક્ષિત અને અસરકારક માર્ગ છે. આપણા બધાને સુરક્ષિત રાખવા માટે ઉચ્ચ રસીકરણ દર જાળવવો જરૂરી છે.

13.6. રસી સહાયકો (Vaccine Adjuvants):

આપણે રસી સહાયકો (Vaccine Adjuvants) વિશે ઊંડાણપૂર્વક ચર્ચા કરીશું.

રસી સહાયકો એવા પદાર્થો છે જે રસીની રોગપ્રતિકારક શક્તિને વધારવા માટે તેમાં ઉમેરવામાં આવે છે. તેઓ રસીમાં રહેલા એન્ટિજેન (રોગકારક જીવાણુના ભાગો) પ્રત્યે વધુ મજબૂત અને લાંબા સમય સુધી ટકી રહે તેવી રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા પેદા કરવામાં મદદ કરે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, રસી સહાયકો રસીને વધુ સારી રીતે કાર્ય કરવામાં મદદ કરે છે.

રસી સહાયકો કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

રસી સહાયકો વિવિધ રીતે કાર્ય કરે છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- **એન્ટિજેન પ્રસ્તુતિમાં સુધારો :** રસી સહાયકો એન્ટિજેનને રોગપ્રતિકારક કોષો સમક્ષ વધુ સારી રીતે રજૂ કરવામાં મદદ કરે છે, જેનાથી રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરૂ થાય છે.
- **રોગપ્રતિકારક કોષોનું સક્રિયકરણ :** રસી સહાયકો રોગપ્રતિકારક કોષો, જેમ કે ડેંડ્રિટિક કોષો અને મેક્રોફેજેસને સક્રિય કરે છે, જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **બળતરા પ્રતિભાવમાં વધારો :** રસી સહાયકો ઈન્જેક્શન સાઇટ પર બળતરા પ્રતિભાવમાં વધારો કરી શકે છે, જે વધુ રોગપ્રતિકારક કોષોને આકર્ષિત કરે છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને વધારે છે.
- **એન્ટિજેન ડિપોની રચના :** રસી સહાયકો ઈન્જેક્શન સાઇટ પર એન્ટિજેનનો ભંડાર બનાવી શકે છે, જે એન્ટિજેનને લાંબા સમય સુધી રોગપ્રતિકારક કોષોના સંપર્કમાં રાખે છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને વધારે છે.
- **સાયટોકાઇન્સના ઉત્પાદનમાં વધારો :** રસી સહાયકો સાયટોકાઇન્સના ઉત્પાદનમાં વધારો કરી શકે છે, જે એવા પ્રોટીન છે જે રોગપ્રતિકારક કોષો વચ્ચે સંકેત આપે છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રિત કરે છે.

રસી સહાયકોના પ્રકારો :

રસી સહાયકોને તેમના મૂળ અને કાર્યપદ્ધતિના આધારે વિવિધ પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે :

- **એલ્યુમિનિયમ ક્ષાર :** આ સૌથી સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતા રસી સહાયકો છે અને તે ઘણા દાયકાઓથી રસીઓમાં સુરક્ષિત રીતે ઉપયોગમાં લેવાય છે. એલ્યુમિનિયમ ક્ષાર એન્ટિજેન ડિપો બનાવે છે અને બળતરા પ્રતિભાવમાં વધારો કરે છે. ઉદાહરણોમાં એલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ, એલ્યુમિનિયમ ફોસ્ફેટ અને એલમનો સમાવેશ થાય છે.
- **ઈમલ્શન :** ઈમલ્શન એ તેલ અને પાણીનું મિશ્રણ છે જે એન્ટિજેનને સ્થિર કરે છે અને ધીમે ધીમે મુક્ત કરે છે. ઈમલ્શન એન્ટિજેન પ્રસ્તુતિમાં સુધારો કરે છે અને રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે. ઉદાહરણોમાં MF59 (સ્ક્વેલિન આધારિત) અને AS03 (α-ટોકોફેરોલ અને સ્ક્વેલિન આધારિત) નો સમાવેશ થાય છે.
- **લિપોસોમ્સ :** લિપોસોમ્સ એ સૂક્ષ્મ ગોળાકાર કોથળીઓ છે જે લિપિડ (ચરબી)થી બનેલી હોય છે. તેઓ એન્ટિજેનને ઘેરી શકે છે અને તેને રોગપ્રતિકારક કોષો સુધી પહોંચાડી શકે છે. લિપોસોમ્સ એન્ટિજેન પ્રસ્તુતિમાં સુધારો કરે છે અને રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે.
- **TLR એગોનિસ્ટ્સ :** ટોલ-લાઇક રિસેપ્ટર્સ (TLRs) એ રોગપ્રતિકારક કોષો પરના રીસેપ્ટર્સ છે જે સૂક્ષ્મજીવાણુઓના પરમાણુ પેટર્નને ઓળખે છે. TLR એગોનિસ્ટ્સ એવા પદાર્થો છે જે TLRs સાથે જોડાય છે અને રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે. ઉદાહરણોમાં મોનોફોસ્ફોરીલ લિપિડ A (MPL) અને CpG ઓલિગોડીઓક્સિન્યુક્લિયોટાઇડ્સ (CpG ODNs)નો સમાવેશ થાય છે.
- **સેપોનિન્સ :** સેપોનિન્સ એ છોડમાંથી મેળવેલા કુદરતી પદાર્થો છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજિત કરે છે. તેઓ કોષ પટલ સાથે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરે છે અને બળતરા પ્રતિભાવમાં વધારો કરે છે. ઉદાહરણમાં QS-21નો સમાવેશ થાય છે, જે ક્વિલાજા સેપોનારીયા નામના વૃક્ષની છાલમાંથી મેળવવામાં આવે છે.

રસી સહાયકોના ફાયદા :

- **રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયામાં વધારો :** રસી સહાયકો રસીની અસરકારકતામાં સુધારો કરે છે અને વધુ મજબૂત અને લાંબા સમય સુધી ટકી રહે તેવી રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા પેદા કરે છે.
- **જરૂરી એન્ટિજેનની માત્રામાં ઘટાડો :** રસી સહાયકો એન્ટિજેનની ઓછી માત્રાનો ઉપયોગ કરવાની મંજૂરી આપી શકે છે, જે રસીના ઉત્પાદન ખર્ચને ઘટાડી શકે છે અને આડઅસરોનું જોખમ ઘટાડી શકે છે.
- **રસીના ડોઝની સંખ્યામાં ઘટાડો :** રસી સહાયકો ઓછા રસીના ડોઝ સાથે પૂરતી રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રદાન કરી શકે છે, જે રસીકરણ કાર્યક્રમોને સરળ બનાવી શકે છે.
- **નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકોમાં રસીની અસરકારકતામાં સુધારો :** રસી સહાયકો શિશુઓ, વૃદ્ધો અને નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકોમાં રસીની અસરકારકતામાં સુધારો કરી શકે છે.
- **નવી રસીઓના વિકાસને સક્ષમ બનાવે છે :** રસી સહાયકો નબળા રોગપ્રતિકારક એન્ટિજેન્સ ધરાવતી નવી રસીઓના વિકાસને સક્ષમ બનાવે છે.

રસી સહાયકોની સલામતી :

રસીઓમાં ઉપયોગમાં લેવાતા રસી સહાયકોનું સલામતી માટે સખત પરીક્ષણ કરવામાં આવે છે. મોટાભાગના રસી સહાયકો સલામત અને સારી રીતે સહન કરવામાં આવે છે. જો કે, કોઈપણ રસીની જેમ, કેટલીક આડઅસરો થઈ શકે છે, જેમ કે ઈન્જેક્શન સાઇટ પર દુખાવો, લાલાશ, સોજો, તાવ અને થાક. ગંભીર આડઅસરો ભાગ્યે જ જોવા મળે છે.

રસી સહાયકો એ રસીના મહત્ત્વપૂર્ણ ઘટકો છે જે રસીની રોગપ્રતિકારક શક્તિને વધારે છે અને વધુ સારી સુરક્ષા પ્રદાન કરે છે. તેઓ રસીના વિકાસમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે અને જાહેર આરોગ્યને સુધારવામાં ફાળો આપે છે.

13.7. રસીઓની સલામતી અને અસરકારકતા (Safety and Efficacy of Vaccines) :

આપણે રસીઓની સલામતી અને અસરકારકતા વિશે ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું.

રસીઓ એ અત્યંત સુરક્ષિત અને અસરકારક તબીબી ઉત્પાદનો છે જે ગંભીર રોગોને રોકવા અને લાખો લોકોના જીવ બચાવવામાં મદદ કરે છે. ઉપયોગ માટે મંજૂર કરવામાં આવે તે પહેલાં રસીઓનું સખત પરીક્ષણ કરવામાં આવે છે અને તેની સલામતી અને અસરકારકતા માટે સતત દેખરેખ રાખવામાં આવે છે.

રસીઓની સલામતી (Safety of Vaccines) :

રસીઓ કોઈપણ અન્ય દવાઓની જેમ જ સખત સલામતી ધોરણોને આધીન હોય છે. રસીના વિકાસ અને ઉત્પાદન પ્રક્રિયામાં નીચેના પગલાંઓનો સમાવેશ થાય છે :

- **પ્રારંભિક સંશોધન અને વિકાસ :** વૈજ્ઞાનિકો પ્રયોગશાળામાં રસીના ઉમેદવારોને ઓળખે છે અને તેનું પરીક્ષણ કરે છે.
- **પ્રાણી પરીક્ષણ :** રસીના ઉમેદવારોની સલામતી અને રોગપ્રતિકારક શક્તિનું મૂલ્યાંકન પ્રાણીઓમાં કરવામાં આવે છે.
- **માનવ ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સ :** જો પ્રાણી પરીક્ષણો સફળ થાય, તો રસીના ઉમેદવારો માનવ ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સના ત્રણ તબક્કાઓમાંથી પસાર થાય છે :
    - **તબક્કો 1 :** સ્વયંસેવકોના નાના જૂથમાં રસીની સલામતી અને યોગ્ય ડોઝનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે.
    - **તબક્કો 2 :** સ્વયંસેવકોના મોટા જૂથમાં રસીની સલામતી અને રોગપ્રતિકારક શક્તિનું વધુ મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે.
    - **તબક્કો 3 :** હજારો સ્વયંસેવકોમાં રસીની સલામતી અને અસરકારકતાનું મોટા પાયે મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે. આ તબક્કામાં, રસી જૂથની તુલના પ્લેસિબો (નિષ્ક્રિય પદાર્થ) મેળવતા નિયંત્રણ જૂથ સાથે કરવામાં આવે છે.
- **નિયમનકારી સમીક્ષા અને મંજૂરી :** ક્લિનિકલ ટ્રાયલના ડેટાની રાષ્ટ્રીય નિયમનકારી એજન્સીઓ, જેમ કે યુ.એસ. ફૂડ એન્ડ ડ્રગ એડમિનિસ્ટ્રેશન (FDA) અને યુરોપિયન મેડિસિન્સ એજન્સી (EMA), દ્વારા કાળજીપૂર્વક સમીક્ષા કરવામાં આવે છે. ફક્ત સલામત અને અસરકારક સાબિત થયેલી રસીઓને જ ઉપયોગ માટે મંજૂરી આપવામાં આવે છે.
- **ઉત્પાદન :** મંજૂર થયેલી રસીઓનું કડક ગુણવત્તા નિયંત્રણ ધોરણો હેઠળ ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે.
- **વિતરણ અને સંગ્રહ :** રસીઓને યોગ્ય તાપમાને સંગ્રહિત અને પરિવહન કરવામાં આવે છે તેની ખાતરી કરવા માટે એક શીત શ્રૃંખલા (કોલ્ડ ચેઇન) જાળવવામાં આવે છે.
- **ઉપયોગ પછી સલામતીની દેખરેખ :** રસીઓ ઉપયોગમાં આવ્યા પછી પણ તેની સલામતી પર સતત દેખરેખ રાખવામાં આવે છે. પ્રતિકૂળ ઘટનાઓની જાણ પ્રણાલીઓ (જેમ કે યુ.એસ.માં VAERS) અને નિરીક્ષણ પ્રણાલીઓ દ્વારા દુર્લભ આડઅસરો શોધી કાઢવામાં આવે છે અને તેનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે.

રસીઓની આડઅસરો :

કોઈપણ દવાની જેમ રસીઓ પણ આડઅસરો પેદા કરી શકે છે. મોટાભાગની આડઅસરો હળવી અને ક્ષણિક હોય છે, જેમ કે ઈન્જેક્શન સાઇટ પર દુખાવો, લાલાશ, સોજો, તાવ અને થાક. ગંભીર આડઅસરો ભાગ્યે જ જોવા મળે છે. રસીઓના ફાયદા આડઅસરોના જોખમ કરતાં ઘણા વધારે હોય છે.

રસીઓની અસરકારકતા (Efficacy of Vaccines) :

રસીઓની અસરકારકતા એ રોગને રોકવામાં રસી કેટલી સારી રીતે કાર્ય કરે છે તેનું માપ છે. રસીની અસરકારકતા સામાન્ય રીતે ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સમાં નક્કી કરવામાં આવે છે અને તેને ટકાવારી તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, 95% અસરકારકતા ધરાવતી રસીનો અર્થ એ છે કે રસી મેળવનાર વ્યક્તિને રસી ન મેળવનાર વ્યક્તિની તુલનામાં રોગ થવાની શક્યતા 95% ઓછી છે.

રસીઓની અસરકારકતાને અસર કરતા પરિબળો :

- **રસીનો પ્રકાર :** વિવિધ પ્રકારની રસીઓ (દા.ત., જીવંત ક્ષીણિત, નિષ્ક્રિય, સબયૂનિટ)ની અસરકારકતા અલગ અલગ હોય છે.
- **વ્યક્તિની ઉંમર અને આરોગ્ય સ્થિતિ :** શિશુઓ, વૃદ્ધો અને નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકોમાં રસીની અસરકારકતા ઓછી હોઈ શકે છે.
- **રસીકરણ સમયપત્રક :** ભલામણ કરેલ સમયપત્રક મુજબ રસીના તમામ ડોઝ મેળવવાથી મહત્તમ અસરકારકતા સુનિશ્ચિત થાય છે.
- **રોગચાળાનું પરિબળ :** રોગચાળાનું પરિબળ, જેમ કે વાયરસમાં પરિવર્તન, રસીની અસરકારકતાને અસર કરી શકે છે.

રસીઓ અને જાહેર આરોગ્ય :

રસીઓએ જાહેર આરોગ્ય સુધારવામાં અને બાળ મૃત્યુદર ઘટાડવામાં મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવી છે. રસીઓએ શીતળાને નાબૂદ કરવામાં અને પોલિયો, ઓરી, રૂબેલા અને અન્ય ગંભીર રોગોના બનાવોમાં નાટકીય ઘટાડો કરવામાં મદદ કરી છે. રસીઓ માત્ર રસી મેળવનાર વ્યક્તિને જ નહીં, પરંતુ સમગ્ર સમુદાયને ટોળાંની રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા રક્ષણ આપે છે.

રસીઓ એ અત્યંત સુરક્ષિત અને અસરકારક તબીબી ઉત્પાદનો છે જે ગંભીર રોગોને રોકવા અને લાખો લોકોના જીવ બચાવવામાં મદદ કરે છે. રસીઓ સખત સલામતી પરીક્ષણોમાંથી પસાર થાય છે અને તેની સલામતી અને અસરકારકતા માટે સતત દેખરેખ રાખવામાં આવે છે. રસીઓના ફાયદા આડઅસરોના જોખમ કરતાં ઘણા વધારે હોય છે. રસીકરણ એ વ્યક્તિગત અને જાહેર આરોગ્ય બંને માટે એક મહત્ત્વપૂર્ણ જવાબદારી છે.

13.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે ટીકાકરણ એ ગંભીર રોગોને રોકવા અને લાખો લોકોના જીવ બચાવવા માટેનું સૌથી અસરકારક જાહેર આરોગ્ય માધ્યમ છે.

એકમની શરૂઆતમાં આપણે ટીકાકરણના મૂળભૂત સિદ્ધાંતોનો અભ્યાસ કર્યો. રસીઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજિત કરીને કાર્ય કરે છે, જેના કારણે એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન થાય છે જે રોગકારક જીવાણુઓ સામે લડે છે. રસીકરણ રોગપ્રતિકારક યાદશક્તિ પણ બનાવે છે, જે ભવિષ્યમાં તે જ રોગકારક જીવાણુના સંક્રમણ સામે ઝડપી અને અસરકારક પ્રતિક્રિયા પૂરી પાડે છે. ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ, જ્યાં વસ્તીનો મોટો ભાગ રસીકરણ દ્વારા રોગપ્રતિકારક બને છે, તે સમગ્ર સમુદાયને, રસી ન લઈ શકતા લોકો સહિત, રક્ષણ આપે છે.

ત્યારબાદ, આપણે વિવિધ પ્રકારની રસીઓનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં જીવિત ક્ષીણિત (નબળા પડેલા જીવંત જીવાણુઓ ધરાવતી), નિષ્ક્રિય (મૃત જીવાણુઓ ધરાવતી), સબયૂનિટ (જીવાણુઓના માત્ર અમુક ભાગો ધરાવતી), ટોક્સોઇડ (નિષ્ક્રિય ઝેર ધરાવતી) અને DNA રસીઓ (રોગપ્રતિકારક પ્રોટીન માટેના જનીનો ધરાવતી)નો સમાવેશ થાય છે. દરેક પ્રકારની રસીના પોતાના ફાયદા અને ગેરફાયદા હોય છે, જેની આપણે વિગતવાર ચર્ચા કરી.

આપણે જુદા જુદા દેશોમાં અમલમાં મુકવામાં આવેલા રસીકરણ કાર્યક્રમો અને સમયપત્રકોની ઝીણવટપૂર્વક સમીક્ષા કરી. ભારતના રાષ્ટ્રીય રસીકરણ કાર્યક્રમ (UIP) સહિતના આ કાર્યક્રમો, બાળકો અને પુખ્ત વયના લોકોને ગંભીર રોગોથી બચાવવા માટે સમયસર રસીઓ પૂરી પાડે છે. આપણે શીખ્યા કે આ કાર્યક્રમોનો ઉદ્દેશ રસી-પ્રતિરોધ્ય રોગોના બનાવો અને મૃત્યુદરમાં ઘટાડો કરવો, ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ હાંસલ કરવી, રોગચાળાનું જોખમ ઘટાડવું અને આરોગ્યસંભાળના ખર્ચમાં ઘટાડો કરવાનો છે.

આ એકમમાં રસી સહાયકો (Vaccine Adjuvants)ની ભૂમિકાને પણ આવરી લેવામાં આવી હતી. આ એવા પદાર્થો છે જે રસીમાં ઉમેરવામાં આવે છે જેથી તેની રોગપ્રતિકારક શક્તિ વધે અને તે વધુ સારી રીતે કાર્ય કરે. આપણે વિવિધ પ્રકારના રસી સહાયકો, જેમ કે એલ્યુમિનિયમ ક્ષાર, ઈમલ્શન, લિપોસોમ્સ, TLR એગોનિસ્ટ્સ અને સેપોનિન્સ, કેવી રીતે કાર્ય કરે છે અને રસીની અસરકારકતામાં કેવી રીતે સુધારો કરે છે તે વિશે શીખ્યા.

છેલ્લે, આપણે રસીઓની સલામતી અને અસરકારકતાના મહત્ત્વપૂર્ણ પાસાઓનું વિગતવાર મૂલ્યાંકન કર્યું. રસીઓ કોઈપણ અન્ય દવાઓની જેમ જ સખત સલામતી ધોરણોને આધીન હોય છે, જેમાં પ્રયોગશાળા સંશોધન, પ્રાણી પરીક્ષણ, માનવ ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સના ત્રણ તબક્કાઓ, નિયમનકારી સમીક્ષા અને મંજૂરી, અને ઉપયોગ પછી સતત દેખરેખનો સમાવેશ થાય છે. આપણે શીખ્યા કે મોટાભાગની આડઅસરો હળવી અને ક્ષણિક હોય છે અને રસીઓના ફાયદા આડઅસરોના જોખમ કરતાં ઘણા વધારે હોય છે. રસીકરણ એ વ્યક્તિગત અને જાહેર આરોગ્ય બંને માટે એક મહત્ત્વપૂર્ણ જવાબદારી છે, જે ગંભીર રોગોને રોકવા, જીવન બચાવવા અને તંદુરસ્ત સમાજ બનાવવા માટેનું એક શક્તિશાળી સાધન છે.

અંતે, આ પ્રકરણમાં ટીકાકરણના સિદ્ધાંતો, રસીઓના પ્રકારો, રસીકરણ કાર્યક્રમો અને સમયપત્રક, ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ, રસી સહાયકો અને રસીઓની સલામતી અને અસરકારકતા વિશે શીખ્યા.

13.9. સ્વાધ્યાય

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) :

1. નીચેનામાંથી કયો રસીનો પ્રકાર નથી?
   (a) જીવંત ક્ષીણિત (b) નિષ્ક્રિય
   (c) સબયુનિટ (d) સુપરએક્ટિવ
2. નીચેનામાંથી કયો રોગ રસી દ્વારા અટકાવી શકાય છે?
   (a) પોલિયો (b) ઓરી (c) રૂબેલા (d) ઉપરના બધા
3. રસીકરણનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?
   (a) વ્યક્તિને રોગપ્રતિકારક શક્તિ આપવી
   (b) રોગના ફેલાવાને રોકવો
   (c) ગંભીર રોગોથી થતાં મૃત્યુને ઘટાડવો
   (d) ઉપરના બધા
4. ટોળાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ એટલે શું?
   (a) જ્યારે વસ્તીનો મોટો ભાગ રસીકરણ દ્વારા રોગપ્રતિકારક બને છે
   (b) જ્યારે કોઈ વ્યક્તિ એક કરતા વધુ રોગો સામે રસી મેળવે છે
   (c) જ્યારે રસી 100% અસરકારક હોય છે
   (d) જ્યારે કોઈ રોગ સમુદાયમાંથી સંપૂર્ણપણે નાબૂદ થાય છે
5. રસી સહાયકો શું છે?
   (a) રસીની રોગપ્રતિકારક શક્તિને વધારવા માટે ઉમેરવામાં આવતા પદાર્થો
   (b) રસીના ઉત્પાદનમાં વપરાતા રસાયણો
   (c) રસીના સંગ્રહ માટે વપરાતા પદાર્થો
   (d) રસીના પરિવહન માટે વપરાતા પદાર્થો
6. નીચેનામાંથી કયું રસી સહાયકનું ઉદાહરણ છે?
   (a) એલ્યુમિનિયમ ક્ષાર (b) ઈમલ્શન
   (c) લિપોસોમ્સ (d) ઉપરના બધા
7. રસીની અસરકારકતા શું દર્શાવે છે?
   a) રસી કેટલી સારી રીતે રોગને રોકવામાં મદદ કરે છે.
   (b) રસી કેટલી સલામત છે.
   (c) રસી કેટલી ઝડપથી કાર્ય કરે છે.
   (d) રસીની કિંમત

8. ભારતમાં રાષ્ટ્રીય રસીકરણ કાર્યક્રમ કયા નામે ઓળખાય છે?
   (a) સાર્વત્રિક રસીકરણ કાર્યક્રમ (UIP)
   (b) રાષ્ટ્રીય આરોગ્ય મિશન (NHM)
   (c) સંકલિત બાળ વિકાસ સેવાઓ (ICDS)
   (d) રાષ્ટ્રીય ગ્રામીણ આરોગ્ય મિશન (NRHM)
9. નીચેનામાંથી કઈ રસી શીત સંગ્રહમાં રાખવાની જરૂર નથી?
   (a) OPV   (b) MMR   (c) DTaP   (d) BCG
10. નીચેનામાંથી કઈ રસી મૌખિક રીતે આપવામાં આવે છે?
   (a) OPV   (b) IPV   (c) MMR   (d) DTaP

જવાબો : 1-(d), 2-(d), 3-(d), 4-(a), 5-(a), 6-(d), 7-(a), 8-(a), 9-(c), 10-(a)

ટૂંકા પ્રશ્નો :

1. ટીકાકરણની વ્યાખ્યા આપો.
2. જીવંત ક્ષીણિત અને નિષ્ક્રિય રસીઓ વચ્ચેનો મુખ્ય તફાવત શું છે?
3. રસીકરણ સમયપત્રક શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે?
4. રસીઓમાં એલ્યુમિનિયમ ક્ષારનો ઉપયોગ શા માટે થાય છે?
5. ટોળાંની રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રાપ્ત કરવા માટે શું જરૂરી છે?
6. રસીની સલામતીનું મૂલ્યાંકન કેવી રીતે કરવામાં આવે છે?
7. ભારતમાં કઈ રસીઓ રાષ્ટ્રીય રસીકરણ કાર્યક્રમ હેઠળ આપવામાં આવે છે?
8. રસીકરણ કાર્યક્રમો સામેના મુખ્ય પડકારો કયા છે?
9. એડવર્ડ જેનરનું ટીકાકરણના ક્ષેત્રમાં શું યોગદાન હતું?
10. સબયુનિટ રસીઓ કેવી રીતે બનાવવામાં આવે છે?

લાંબા પ્રશ્નો :

1. ટીકાકરણના સિદ્ધાંતો સમજાવો અને દરેક સિદ્ધાંતનું મહત્ત્વ વર્ણવો.
2. વિવિધ પ્રકારની રસીઓનું વર્ગીકરણ કરો અને દરેક પ્રકારના ફાયદા અને ગેરફાયદાઓની ચર્ચા કરો.
3. રસીકરણ કાર્યક્રમો જાહેર આરોગ્યને સુધારવામાં કેવી રીતે મદદ કરે છે? ભારતના રાષ્ટ્રીય રસીકરણ કાર્યક્રમનું ઉદાહરણ આપીને સમજાવો.
4. ટોળાંની રોગપ્રતિકારક શક્તિનો ખ્યાલ વિગતવાર સમજાવો. ટોળાંની રોગપ્રતિકારક શક્તિને અસર કરતા પરિબળોની ચર્ચા કરો.
5. રસી સહાયકોની ભૂમિકા અને કાર્યપદ્ધતિ સમજાવો. વિવિધ પ્રકારના રસી સહાયકોના ઉદાહરણો આપો અને તેમના ફાયદાઓની ચર્ચા કરો.

ટીકાકરણ/ રસીકરણ (Vaccination)

14

14.1 પ્રસ્તાવના

14.2 એન્ટિબોડી-આધારિત પરીક્ષણો (Antibody-Based Tests)

14.3 કોષ-આધારિત પદ્ધતિઓ (Cell-Based Assays)

14.4 આણ્વિક નિદાન (Molecular Diagnostics)

14.5 ચામડીના પરીક્ષણો (Skin Tests)

14.6 ઈન વિટ્રો ન્યુટ્રલાઈઝેશન પરિક્ષણ (In Vitro Neutralization Assays)

14.7 ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી (Immunohistochemistry)

14.8 સારાંશ

14.9 સ્વાધ્યાય

14.1. પ્રસ્તાવના

આજના ઝડપી યુગમાં બીમારીઓનું જલ્દી અને સચોટ નિદાન કેટલું મહત્ત્વનું છે તે આપણે સૌ જાણીએ છીએ. સમયસર નિદાન થાય તો જ યોગ્ય સારવાર શરૂ કરી શકાય અને દર્દીનો જીવ બચાવી શકાય. આ જ દિશામાં ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સ નામનું ક્ષેત્ર ક્રાંતિકારી ભૂમિકા ભજવી રહ્યું છે. આ ક્ષેત્ર આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે કામ કરે છે તેનો ઊંડો અભ્યાસ કરીને રોગોને પારખવાની નવી રીતો વિકસાવે છે.

આ એકમમાં આપણે ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સની વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઝીણવટપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું. શરૂઆતમાં આપણે એન્ટિબોડી આધારિત પરીક્ષણો, જેમ કે ELISA, ઈમ્યુનોફ્લોરેસન્સ અને વેસ્ટર્ન બ્લોટ, પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. આ પદ્ધતિઓ શરીરમાં એન્ટિબોડી કે એન્ટિજનની હાજરી શોધી કાઢે છે, જે કોઈ સંક્રમણ કે બીમારીનો સંકેત આપે છે.

ત્યારબાદ, આપણે કોષ આધારિત પદ્ધતિઓ, જેમ કે ફ્લો સાયટોમેટ્રી અને ELISPOT, વિશે જાણીશું. આ પદ્ધતિઓ અમુક ચોક્કસ પ્રકારના કોષોને ઓળખી કાઢે છે, તેમની સંખ્યા ગણે છે

અને તેઓ ક્યાં પદાર્થો બનાવે છે તેનું વિશ્લેષણ કરે છે. આ માહિતી આપણને રોગપ્રતિકારક શક્તિની કામગીરી સમજવામાં મદદ કરે છે.

આપણે PCR અને માઇક્રોએરે જેવી આણ્વિક નિદાન પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કરીશું. આ પદ્ધતિઓ જનીન સ્તરે રોગોને પારખે છે અને ખૂબ જ ચોક્કસ પરિણામો આપે છે. આપણે ચામડીના પરીક્ષણો, જેમ કે ક્ષય રોગ અને એલર્જીના પરીક્ષણો, વિશે પણ શીખીશું.

વધુમાં, આપણે ઈન વિટ્રો ન્યુટ્રલાઈઝેશન અને ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી જેવી જટિલ પદ્ધતિઓનો પણ અભ્યાસ કરીશું. આ બધી જ પદ્ધતિઓ, ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સના ક્ષેત્રમાં, રોગોના નિદાનને વધુ સચોટ અને ઝડપી બનાવે છે. આ એકમ આપણને આ ક્ષેત્રની ઉંડાળપૂર્વકની સમજ આપશે અને રોગો સામેની લડાઈમાં આપણને વધુ સજ્જ કરશે, એમાં કોઈ શંકા નથી.

પરિચય :

ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સ એ તબીબી પરીક્ષણોનો સમૂહ છે જે શરીરમાં એન્ટિબોડીઝ અથવા એન્ટિજેન્સની હાજરી શોધી કાઢે છે. આ પરીક્ષણો શરીરના પ્રતિરક્ષા પ્રતિભાવના આધારે રોગો અને અન્ય તબીબી સ્થિતિઓને ઓળખવામાં મદદ કરે છે.

ઈમ્યુનોલોજીનો ઈતિહાસ 18મી સદીના અંતમાં **એડવર્ડ જેનર દ્વારા શીતળાની** રસીની શોધથી શરૂ થયો.

- 19મી સદીમાં, લુઇ પાશ્ચર અને રોબર્ટ કોચ જેવા વૈજ્ઞાનિકોએ સૂક્ષ્મજીવાણુઓ અને રોગ વચ્ચેનો સંબંધ શોધી કાઢ્યો, જેના કારણે ઈમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રનો વિકાસ થયો.
- 20મી સદીમાં, એન્ટિબોડીઝ અને એન્ટિજેન્સની શોધ, તેમજ મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી ટેક્નોલોજીના વિકાસને કારણે ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સમાં ક્રાંતિ થઈ.

અન્ય વૈજ્ઞાનિકોનું યોગદાન :

- **રોબર્ટ કોચ :** ક્ષય રોગ અને કોલેરાના જીવાણુઓની શોધ
- **એમિલ વોન બેહરિંગ :** ડિપ્થેરિયા એન્ટિટોક્સિનની શોધ
- **કાર્લ લેન્ડસ્ટેઇનર :** રક્ત જૂથોની શોધ
- **સેઝર મિલ્સ્ટેઇન અને જ્યોર્જ કોહલર :** મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી ટેક્નોલોજીનો વિકાસ

ભારતીય યોગદાન અને ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સ :

- **ડૉ. ઉપેન્દ્રનાથ બ્રહ્મચારી :** કાલા-અઝર (કાળાતાવ)ની સારવાર માટે યુરિયા સ્ટિબેમાઇનની શોધ
- **ડૉ. શાંતિ સ્વરૂપ ભટનાગર :** કાઉન્સિલ ઓફ સાયન્ટિફિક એન્ડ ઈન્ડસ્ટ્રિયલ રિસર્ચ (CSIR)ના સ્થાપક
- **ડૉ. ગૌતમ ભલ્લા :** ઈમ્યુનોલોજી અને ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન ક્ષેત્રમાં પ્રણેતા
- **ડૉ. ઈન્દિરા નાથ :** કુષ્ઠરોગ અને ઈમ્યુનોલોજી ક્ષેત્રમાં સંશોધન

ભારતમાં ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સનો ઉપયોગ ચેપી રોગો, કેન્સર, સ્વયંપ્રતિરક્ષા બિમારીઓ અને અન્ય ઘણી તબીબી સ્થિતિઓના નિદાન માટે થાય છે. ભારતમાં ઘણી સંશોધન સંસ્થાઓ અને કંપનીઓ ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સના વિકાસ અને ઉત્પાદન પર કાર્ય કરી રહી છે.

14.2. એન્ટિબોડી-આધારિત પરીક્ષણો (Antibody-Based Tests) :

આપણે ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સની પ્રસ્તાવના અને તેનાં મહત્ત્વ વિશે અભ્યાસ કર્યો. હવે આપણે એન્ટિબોડી-આધારિત પરીક્ષણો પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું જે ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સનો પાયો છે. આ પરીક્ષણો શરીરમાં એન્ટિબોડીઝ અને એન્ટિજેન્સની હાજરી શોધી કાઢે છે, જે રોગો અને ચેપને ઓળખવામાં મદદ કરે છે. આપણે ELISA, ઈમ્યુનોફ્લોરેસન્સ અને વેસ્ટર્ન બ્લોટ જેવી મુખ્ય એન્ટિબોડી-આધારિત પદ્ધતિઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું.

એન્ટિબોડીઝ અને એન્ટિજેન્સ શું છે?

આ પરીક્ષણોને સમજતા પહેલા, એન્ટિબોડીઝ અને એન્ટિજેન્સ શું છે તે સમજવું જરૂરી છે. એન્ટિજેન્સ એ કોઈપણ પદાર્થ છે જે શરીરને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા આપવા માટે ઉત્તેજિત કરે છે. આ બેક્ટેરિયા, વાયરસ, પરોપજીવીઓ, એલર્જન અથવા તો શરીરના પોતાના કોષો પણ હોઈ શકે છે. જ્યારે શરીર કોઈ એન્ટિજેનના સંપર્કમાં આવે છે, ત્યારે તે એન્ટિબોડીઝ નામના વિશિષ્ટ પ્રોટીન બનાવે છે. એન્ટિબોડીઝ એન્ટિજેન સાથે જોડાય છે અને તેને નિષ્ક્રિય કરવામાં અથવા દૂર કરવામાં મદદ કરે છે.

ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) :

ELISA એ એક પ્રચલિત અને સંવેદનશીલ પરીક્ષણ છે જેનો ઉપયોગ રક્ત, લાળ અથવા પેશાબ જેવા પ્રવાહીમાં એન્ટિજેન અથવા એન્ટિબોડીની હાજરી અને માત્રા નક્કી કરવા માટે થાય છે. આ પદ્ધતિમાં એક એન્ટિબોડી કે જે ચોક્કસ એન્ટિજેન સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે તે એક ઘન સપાટી, સામાન્ય રીતે માઇક્રોટાઇટર પ્લેટના ખાના (wells of the microtiter plate) પર સ્થિર કરવામાં આવે છે.

પછી, નમૂનાને કુવાઓમાં ઉમેરવામાં આવે છે. જો નમૂનામાં લક્ષ્ય એન્ટિજેન હાજર હોય, તો તે સ્થિર એન્ટિબોડી સાથે બંધાશે. પછી, એન્ઝાઇમ સાથે જોડાયેલ બીજો એન્ટિબોડી ઉમેરવામાં આવે છે, જે ફક્ત બંધાયેલા એન્ટિજેન સાથે જ પ્રતિક્રિયા કરે છે. છેલ્લે, એક સબસ્ટ્રેટ ઉમેરવામાં આવે છે જે એન્ઝાઇમ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને રંગીન ઉત્પાદન બનાવે છે. ઉત્પાદિત રંગની તીવ્રતા નમૂનામાં એન્ટિજેનની માત્રાના પ્રમાણસર હોય છે.

ELISA વિવિધ પ્રકારના હોય છે, જેમ કે ડાયરેક્ટ ELISA, ઇનડાયરેક્ટ ELISA, સેન્ડવીચ ELISA અને કોમ્પિટીટીવ ELISA, જે દરેક ચોક્કસ એપ્લિકેશન માટે અનુકૂળ હોય છે. ELISAનો ઉપયોગ HIV, હેપેટાઇટિસ અને ગર્ભાવસ્થાના પરીક્ષણ જેવાં વિવિધ રોગોના નિદાન માટે થાય છે.

ઈમ્યુનોફ્લોરેસન્સ (Immunofluorescence) :

ઈમ્યુનોફ્લોરેસન્સ એ એક ટેકનિક છે જેનો ઉપયોગ પેશીઓ અથવા કોષોમાં ચોક્કસ એન્ટિજેન્સની હાજરી અને સ્થાન શોધવા માટે થાય છે. આ પદ્ધતિમાં, ફ્લોરોક્રોમ નામના રંગીન પરમાણુ સાથે જોડાયેલ એન્ટિબોડીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

જ્યારે આ ફ્લોરોક્રોમ-લેબલવાળા એન્ટિબોડીઓ પેશી અથવા કોષના નમૂનામાં તેમના લક્ષ્ય એન્ટિજેન સાથે જોડાય છે, ત્યારે તેઓ અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) પ્રકાશ હેઠળ ચમકે છે. આ ચમકતા કોષોને ફ્લોરોસન્સ માઇક્રોસ્કોપ હેઠળ જોઈ શકાય છે, જે એન્ટિજેનનું ચોક્કસ સ્થાન દર્શાવે છે.

ઈમ્યુનોફ્લોરેસન્સનો ઉપયોગ બેક્ટેરિયલ અને વાયરલ ચેપ, સ્વ-પ્રતિરક્ષા રોગો અને કેન્સરના નિદાનમાં થાય છે. તે સંશોધનમાં કોષોમાં પ્રોટીનના સ્થાન અને કાર્યનો અભ્યાસ કરવા માટે પણ વપરાય છે.

વેસ્ટર્ન બ્લોટ (Western Blot) :

વેસ્ટર્ન બ્લોટ, જેને ઈમ્યુનોબ્લોટ પણ કહેવાય છે, એ એક ટેકનિક છે જેનો ઉપયોગ જટિલ મિશ્રણમાં ચોક્કસ પ્રોટીન (એન્ટિજેન)ને શોધવા અને તેની સાપેક્ષ માત્રા નક્કી કરવા માટે થાય છે.

આ પદ્ધતિમાં સૌપ્રથમ પ્રોટીન મિશ્રણને જેલ ઈલેક્ટ્રોફોરેસીસ દ્વારા તેમના કદના આધારે અલગ કરવામાં આવે છે. પછી, પ્રોટીનને જેલમાંથી નાઈટ્રોસેલ્યુલોઝ અથવા PVDF મેમ્બ્રેન પર સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે છે. આ મેમ્બ્રેનને પછી એન્ટિબોડી સાથે ઉકાળવામાં આવે છે જે લક્ષ્ય પ્રોટીન સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે.

ત્યારબાદ, એન્ઝાઇમ સાથે જોડાયેલ ગૌણ એન્ટિબોડી ઉમેરવામાં આવે છે, જે પ્રથમ એન્ટિબોડી સાથે જોડાય છે. છેલ્લે, એક સબસ્ટ્રેટ ઉમેરવામાં આવે છે જે એન્ઝાઇમ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને દેખીતું ઉત્પાદન બનાવે છે, જે બેન્ડના સ્વરૂપમાં દેખાય છે. બેન્ડની તીવ્રતા નમૂનામાં લક્ષ્ય પ્રોટીનની માત્રાના પ્રમાણસર હોય છે.

વેસ્ટર્ન બ્લોટનો ઉપયોગ HIV અને લાઈમ રોગ જેવાં ચેપી રોગોના નિદાન માટે તેમજ સંશોધનમાં પ્રોટીન અભિવ્યક્તિનો અભ્યાસ કરવા માટે થાય છે.

આપણે જોયું કે, એન્ટિબોડી-આધારિત પરીક્ષણો જેમ કે ELISA, ઈમ્યુનોફ્લોરેસન્સ અને વેસ્ટર્ન બ્લોટ એ રોગો અને ચેપને શોધવા માટે શક્તિશાળી સાધનો છે. આ પદ્ધતિઓ એન્ટિબોડીઝ અને એન્ટિજેન્સ વચ્ચેની ચોક્કસ પ્રતિક્રિયાઓનો લાભ ઉઠાવે છે, જે સચોટ અને સંવેદનશીલ પરિણામો આપે છે. આ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ ક્લિનિકલ ડાયગ્નોસ્ટિક્સ, રોગચાળાના સર્વેલન્સ અને જૈવિક સંશોધનમાં વ્યાપકપણે થાય છે.

14.3. કોષ-આધારિત પદ્ધતિઓ (Cell-Based Assays) : ફ્લો સાયટોમેટ્રી અને ELISPOT :

આપણે જોયું કે, એન્ટિબોડી-આધારિત પરીક્ષણો (Antibody-Based Tests) જેવાં કે ELISA, ઈમ્યુનોફ્લોરેસન્સ અને વેસ્ટર્ન બ્લોટનો અભ્યાસ કર્યો. હવે આપણે કોષ-આધારિત પદ્ધતિઓ (Cell-Based Assays) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે આપણને રોગપ્રતિકારક કોષોના ગુણધર્મો અને કાર્યોનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરવા માટે સક્ષમ બનાવે છે. આ વિભાગમાં, આપણે ફ્લો સાયટોમેટ્રી (Flow Cytometry) અને ELISPOT જેવી બે મહત્ત્વપૂર્ણ કોષ-આધારિત પદ્ધતિઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું.

કોષ-આધારિત પદ્ધતિઓનું મહત્ત્વ :

કોષ-આધારિત પદ્ધતિઓ આપણને જીવંત કોષોનો અભ્યાસ કરવાની તક આપે છે, જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને સમજવા માટે ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે. એન્ટિબોડી-આધારિત પરીક્ષણો એન્ટિજેન અથવા એન્ટિબોડીની હાજરી અને માત્રા નક્કી કરે છે, જ્યારે કોષ-આધારિત પદ્ધતિઓ કોષોની સંખ્યા, પ્રકાર, સક્રિયકરણ સ્થિતિ અને કાર્યાત્મક ક્ષમતાઓ વિશે માહિતી પૂરી પાડે છે. આ માહિતી રોગોના નિદાન, સારવારની પ્રગતિનું નિરીક્ષણ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિની કામગીરીને સમજવા માટે અત્યંત ઉપયોગી છે.

1. ફ્લો સાયટોમેટ્રી (Flow Cytometry) :

ફ્લો સાયટોમેટ્રી એ એક શક્તિશાળી ટેકનિક છે જેનો ઉપયોગ પ્રવાહી માધ્યમમાં રહેલા કોષો અને કણોના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મોને માપવા માટે થાય છે. આ ટેકનિકમાં કોષોને ફ્લોરોક્રોમ-લેબલવાળા એન્ટિબોડીઝ સાથે ચિહિત કરવામાં આવે છે જે કોષની સપાટી પર અથવા અંદરના ચોક્કસ એન્ટિજેન્સ સાથે જોડાય છે. પછી, કોષોને એક પ્રવાહી પ્રવાહમાં દાખલ કરવામાં આવે છે જે તેમને એક સમયે એક કરીને લેસર બીમમાંથી પસાર કરે છે.

જ્યારે કોષ લેસર બીમમાંથી પસાર થાય છે, ત્યારે તે પ્રકાશને વિખેરે છે અને ફ્લોરોક્રોમ ઉત્તેજિત થાય છે, જેનાથી પ્રકાશ ઉત્સર્જિત થાય છે. વિખેરાયેલા અને ઉત્સર્જિત પ્રકાશને ડિટેક્ટર્સ દ્વારા માપવામાં આવે છે, જે કોષના કદ, આકાર, દાણાદારતા અને ફ્લોરોસન્સ તીવ્રતા વિશે માહિતી પૂરી પાડે છે. આ માહિતીનો ઉપયોગ કોષોને ઓળખવા, ગણતરી કરવા અને અલગ કરવા માટે થાય છે.

ફ્લો સાયટોમેટ્રીના મુખ્ય ઘટકો :

- **પ્રવાહી પ્રણાલી (Fluidics System) :** કોષોને એક જ ફાઈલમાં લેસર બીમ સમક્ષ રજૂ કરે છે.
- **લેસર (Laser) :** પ્રકાશનો સ્ત્રોત જે કોષો અને ફ્લોરોક્રોમને ઉત્તેજિત કરે છે.
- **ઓપ્ટિકલ સિસ્ટમ (Optical System) :** લેન્સ અને ફિલ્ટર્સ જે પ્રકાશને એકત્રિત કરે છે અને તેને ડિટેક્ટર્સ સુધી પહોંચાડે છે.

- **ડિટેક્ટર્સ (Detectors) :** પ્રકાશની તીવ્રતાને માપે છે અને તેને ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલમાં રૂપાંતરિત કરે છે.
- **ડેટા એક્વિઝિશન અને એનાલિસિસ સિસ્ટમ (Data Acquisition and Analysis System) :** ડેટા એકત્રિત કરે છે, પ્રદર્શિત કરે છે અને તેનું વિશ્લેષણ કરે છે.

ફ્લો સાયટોમેટ્રીના ઉપયોગો :

- **ઈમ્યુનોફિનોટાઈપિંગ (Immunophenotyping) :** કોષોની સપાટી પરના એન્ટિજેન્સના આધારે રોગપ્રતિકારક કોષોના વિવિધ સમૂહોને ઓળખવા અને ગણતરી કરવા.
- **કોષ ચક્ર વિશ્લેષણ (Cell Cycle Analysis) :** કોષોના DNA કન્ટેન્ટને માપીને કોષ ચક્રના વિવિધ તબક્કાઓમાં કોષોની ટકાવારી નક્કી કરવા.
- **એપોપ્ટોસિસ ડિટેક્શન (Apoptosis Detection) :** એપોપ્ટોસિસ (પ્રોગ્રામ્ડ સેલ ડેથ)માંથી પસાર થઈ રહેલા કોષોને શોધવા.
- **કોષ સૉર્ટિંગ (Cell Sorting) :** ચોક્કસ ગુણધર્મોના આધારે કોષોના વિવિધ સમૂહોને ભૌતિક રીતે અલગ કરવા.
- **ઈન્ટ્રાસેલ્યુલર સાયટોકાઈન સ્ટેનિંગ (Intracellular Cytokine Staining) :** કોષો દ્વારા ઉત્પાદિત સાયટોકાઈન્સને માપવા.

2. ELISPOT (Enzyme-Linked Immunospot Assay) :

ELISPOT એ એક અત્યંત સંવેદનશીલ ટેકનિક છે જેનો ઉપયોગ ચોક્કસ એન્ટિજેન પ્રત્યે પ્રતિક્રિયા આપતા કોષો દ્વારા સ્ત્રાવિત સાયટોકાઈન્સ અથવા અન્ય પ્રોટીનને શોધવા અને ગણતરી કરવા માટે થાય છે. આ પદ્ધતિ ELISA જેવી જ સિદ્ધાંત પર કામ કરે છે, પરંતુ તેમાં કોષોને સબસ્ટ્રેટ સાથે કોટેડ પ્લેટ પર કલ્ચર કરવામાં આવે છે.

જ્યારે ઉત્તેજિત કોષો સાયટોકાઈન સ્ત્રાવ કરે છે, ત્યારે તે પ્લેટની સપાટી પર સ્થિર એન્ટિબોડી સાથે જોડાય છે. પછી, એન્ઝાઇમ સાથે જોડાયેલ બીજો એન્ટિબોડી ઉમેરવામાં આવે છે, જે સાયટોકાઈન સાથે જોડાય છે. છેલ્લે, એક સબસ્ટ્રેટ ઉમેરવામાં આવે છે જે એન્ઝાઇમ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને રંગીન ઉત્પાદન બનાવે છે, જે સ્પોટના સ્વરૂપમાં દેખાય છે. દરેક સ્પોટ એક સાયટોકાઈન-સ્ત્રાવ કરતા કોષને રજૂ કરે છે.

ELISPOTના મુખ્ય ઘટકો :

- **PVDF-બેક્ડ માઇક્રોપ્લેટ (PVDF-backed Microplate) :** એન્ટિબોડી કોટિંગ માટે વપરાય છે.
- **કેપ્ચર એન્ટિબોડી (Capture Antibody) :** પ્લેટની સપાટી પર સ્થિર એન્ટિબોડી જે ચોક્કસ સાયટોકાઈન સાથે જોડાય છે.
- **ડિટેક્શન એન્ટિબોડી (Detection Antibody) :** એન્ઝાઇમ સાથે જોડાયેલ એન્ટિબોડી જે સાયટોકાઈન સાથે જોડાય છે.
- **એન્ઝાઇમ સબસ્ટ્રેટ (Enzyme Substrate) :** એન્ઝાઇમ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને રંગીન સ્પોટ બનાવે છે.

ELISPOTના ઉપયોગો :

- **રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોનું નિરીક્ષણ (Monitoring Immune Responses) :** રસીકરણ અથવા ચેપ પછી એન્ટિજેન-વિશિષ્ટ T કોષોની આવર્તનનું મૂલ્યાંકન કરવા.
- **સ્વ-પ્રતિરક્ષા રોગોનું નિદાન (Diagnosis of Autoimmune Diseases) :** સ્વ-એન્ટિજેન્સ પ્રત્યે પ્રતિક્રિયા આપતા કોષોને શોધવા.
- **કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપીનું મૂલ્યાંકન (Evaluation of Cancer Immunotherapy) :** ગાંઠ-વિશિષ્ટ T કોષોની આવર્તનનું મૂલ્યાંકન કરવા.
- **એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓનો અભ્યાસ (Study of Allergic Reactions) :** એલર્જન-વિશિષ્ટ T કોષોને શોધવા.

ફ્લો સાયટોમેટ્રી અને ELISPOT એ શક્તિશાળી કોષ-આધારિત પદ્ધતિઓ છે જે રોગપ્રતિકારક કોષોના ગુણધર્મો અને કાર્યોનો વિગતવાર અભ્યાસ કરવા માટે સક્ષમ બનાવે છે. આ ટેકનિકોનો ઉપયોગ રોગોના નિદાન, સારવારની પ્રગતિનું નિરીક્ષણ, રોગપ્રતિકારક શક્તિની કામગીરીને સમજવા અને નવી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે થાય છે.

14.4. આણ્વિક નિદાન (Molecular Diagnostics) : PCR અને માઈક્રોએરે :

આપણે એન્ટિબોડી-આધારિત પરીક્ષણો (Antibody-Based Tests) અને કોષ-આધારિત પદ્ધતિઓ (Cell-Based Assays)નો અભ્યાસ કર્યો. હવે આપણે આણ્વિક નિદાન (Molecular Diagnostics) તરફ આગળ વધીશું, જે જનીન સ્તરે રોગોને પારખવા અને સમજવા માટેની શક્તિશાળી તકનીકો પૂરી પાડે છે. આ વિભાગમાં, આપણે પોલિમરેઝ ચેઇન રિએક્શન (PCR) અને માઈક્રોએરે (Microarray) જેવી બે મહત્ત્વપૂર્ણ આણ્વિક નિદાન પદ્ધતિઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું.

આણ્વિક નિદાનનું મહત્ત્વ :

આણ્વિક નિદાન એ તબીબી ક્ષેત્રમાં ક્રાંતિ લાવી રહ્યું છે. પરંપરાગત પદ્ધતિઓ ઘણીવાર રોગના લક્ષણો દેખાયા પછી જ નિદાન કરી શકે છે, જ્યારે આણ્વિક નિદાન રોગના પ્રારંભિક તબક્કામાં અને ક્યારેક તો લક્ષણો દેખાય તે પહેલા પણ રોગને શોધી શકે છે. આનું કારણ એ છે કે, આ તકનીકો DNA અથવા RNA જેવાં ન્યુક્લિક એસિડ્સમાં થતાં ફેરફારોને શોધી કાઢે છે, જે રોગની શરૂઆતનો સંકેત આપે છે.

1. પોલિમરેઝ ચેઇન રિએક્શન (PCR - Polymerase Chain Reaction) :

PCR એ એક ક્રાંતિકારી ટેકનિક છે જે DNAના ચોક્કસ ટૂકડાની લાખો નકલો બનાવે છે. આ પ્રક્રિયાને 'ઇન વિટ્રો DNA એમ્પ્લીફિકેશન' તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. PCRનો ઉપયોગ નમૂનામાં રહેલા DNAના ખૂબ જ ઓછા પ્રમાણને પણ શોધી અને વિશ્લેષણ કરવા માટે થાય છે.

PCR કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

PCR પ્રક્રિયામાં ત્રણ મુખ્ય પગલાંઓનો સમાવેશ થાય છે જે વારંવાર ચક્રમાં પુનરાવર્તિત થાય છે :

1. **ડીનેચરેશન (Denaturation) :** આ પગલામાં DNA ધરાવતા નમૂનાને ગરમ કરવામાં આવે છે (સામાન્ય રીતે 94-98°C સુધી) જેના કારણે DNAના બેવડા કુંતલ (double helix) અલગ થઈને બે એકલ કુંતલ (single strands) બનાવે છે.
2. **એનીલિંગ (Annealing) :** તાપમાન ઘટાડવામાં આવે છે (સામાન્ય રીતે 50-65°C સુધી) જેનાથી પ્રાઈમર્સ (Primers) તરીકે ઓળખાતા ટૂંકા DNA ટૂકડાઓ DNAના લક્ષ્ય ક્રમ (target sequence) સાથે જોડાય છે. પ્રાઈમર્સ DNA પોલિમરેઝ એન્ઝાઇમ માટે પ્રારંભિક બિંદુ પૂરા પાડે છે.
3. **એક્સટેન્શન (Extension) :** તાપમાન ફરીથી વધારવામાં આવે છે (સામાન્ય રીતે 72°C સુધી) જેનાથી થર્મોસ્ટેબલ DNA પોલિમરેઝ (Thermostable DNA Polymerase) એન્ઝાઇમ, જેમ કે Taq પોલિમરેઝ, પ્રાઈમરથી શરૂ કરીને DNAના નવા કુંતલનું સંશ્લેષણ કરે છે.

આ ત્રણ પગલાઓનું ચક્ર 20-40 વખત પુનરાવર્તિત થાય છે, જેના પરિણામે DNAના લક્ષ્ય ટૂકડાની લાખો નકલો બને છે.

PCRના પ્રકારો :

- **રીઅલ-ટાઇમ PCR (Real-Time PCR) :** આ પદ્ધતિ PCR પ્રક્રિયા દરમિયાન DNA એમ્પ્લીફિકેશનનું વાસ્તવિક સમયમાં નિરીક્ષણ કરવાની મંજૂરી આપે છે. આનો ઉપયોગ DNAની પ્રારંભિક માત્રાને નિર્ધારિત કરવા માટે થાય છે, જેને ક્વોન્ટિટેટિવ PCR (qPCR) પણ કહેવાય છે.

- **રિવર્સ ટ્રાન્સક્રિપ્ટેઝ PCR (RT-PCR) :** આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ RNAને DNAમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે થાય છે, જેને પછી PCR દ્વારા એમ્પ્લીફાય કરવામાં આવે છે. આનો ઉપયોગ RNA વાયરસ, જેમ કે HIV અને હેપેટાઇટિસ C વાયરસને શોધવા માટે થાય છે.
- **મલ્ટિપ્લેક્સ PCR (Multiplex PCR) :** આ પદ્ધતિ એક જ પ્રતિક્રિયામાં એક સાથે અનેક DNA ટાર્ગેટ્સને એમ્પ્લીફાય કરવાની મંજૂરી આપે છે.

PCRના ઉપયોગો :

- **ચેપી રોગોનું નિદાન (Diagnosis of Infectious Diseases) :** બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પરોપજીવીઓના DNA અથવા RNAને શોધી કાઢવા.
- **જનીન વિકૃતિઓનું નિદાન (Diagnosis of Genetic Disorders) :** જનીનોમાં પરિવર્તન (mutations) શોધવા જે આનુવંશિક રોગોનું કારણ બને છે.
- **કેન્સરનું નિદાન (Cancer Diagnosis) :** કેન્સર કોષોમાં થતાં જનીન ફેરફારોને શોધવા.
- **ફોરેન્સિક વિજ્ઞાન (Forensic Science) :** ગુનાના સ્થળેથી મળેલા નમૂનામાંથી DNAની ઓળખ કરવા.
- **પિતૃત્વ પરીક્ષણ (Paternity Testing) :** DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગ દ્વારા જૈવિક સંબંધો નક્કી કરવા.

2. માઈક્રોએરે (Microarray) :

માઈક્રોએરે એ એક શક્તિશાળી ટેકનિક છે જેનો ઉપયોગ એક જ પ્રયોગમાં હજારો જનીનોની અભિવ્યક્તિ (expression) સ્તરને એક સાથે માપવા માટે થાય છે. આ ટેકનિકને DNA ચિપ (DNA Chip) તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.

માઈક્રોએરે કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

માઈક્રોએરે એ એક નાની ચિપ છે (સામાન્ય રીતે કાચની સ્લાઇડ) જેના પર હજારો જાણીતા DNA ક્રમ ધરાવતા ટૂંકા, એકલ કુંતલ DNA ટૂકડાઓ (જેને પ્રોબ્સ - Probes કહેવાય છે) ચોક્કસ સ્થાન પર ગોઠવાયેલા હોય છે.

પરીક્ષણ કરવા માટે કોષોમાંથી RNA કાઢવામાં આવે છે અને તેને પૂરક DNA (cDNA)માં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે. પછી cDNAને ફ્લોરોસન્ટ રંગથી લેબલ કરવામાં આવે છે. આ લેબલવાળા cDNAને માઈક્રોએરે ચિપ પર હાઇબ્રિડાઇઝ કરવામાં આવે છે.

cDNA ચિપ પરના પૂરક પ્રોબ્સ સાથે જોડાય છે. હાઇબ્રિડાઇઝેશન પછી, ચિપને ધોવામાં આવે છે અને સ્કેનરનો ઉપયોગ કરીને ફ્લોરોસન્સની તીવ્રતા માપવામાં આવે છે. દરેક સ્પોટ પર ફ્લોરોસન્સની તીવ્રતા નમૂનામાં ચોક્કસ જનીનના અભિવ્યક્તિ સ્તરના પ્રમાણસર હોય છે.

માઈક્રોએરેના પ્રકારો :

- **cDNA માઈક્રોએરે (cDNA Microarray) :** આ પ્રકારના માઈક્રોએરેમાં cDNA પ્રોબ્સનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ઓલિગોન્યુક્લિયોટાઇડ માઈક્રોએરે (Oligonucleotide Microarray) :** આ પ્રકારના માઈક્રોએરેમાં ટૂંકા, કૃત્રિમ રીતે સંશ્લેષિત DNA ટૂકડાઓ (ઓલિગોન્યુક્લિયોટાઇડ્સ) પ્રોબ્સ તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

માઈક્રોએરેના ઉપયોગો :

- **જનીન અભિવ્યક્તિ પ્રોફાઇલિંગ (Gene Expression Profiling) :** વિવિધ પરિસ્થિતિઓમાં (દા.ત., રોગ અને સ્વાસ્થ્ય, દવાઓની સારવાર) હજારો જનીનોની અભિવ્યક્તિ સ્તરમાં થતા ફેરફારોનો અભ્યાસ કરવા.
- **કેન્સર સંશોધન (Cancer Research) :** કેન્સરના વિકાસ અને પ્રગતિમાં સામેલ જનીનોને ઓળખવા.
- **દવાઓની શોધ (Drug Discovery) :** દવાઓના લક્ષ્યોને ઓળખવા અને દવાઓની અસરકારકતાનું મૂલ્યાંકન કરવા.
- **રોગોનું વર્ગીકરણ (Disease Classification) :** જનીન અભિવ્યક્તિ પેટર્નના આધારે રોગોના વિવિધ પેટાપ્રકારોને ઓળખવા.
- **ઝેરી જીનોમિક્સ (Toxicogenomics) :** ઝેરી પદાર્થોના સંપર્કમાં આવવાથી જનીન અભિવ્યક્તિમાં થતાં ફેરફારોનો અભ્યાસ કરવા.

PCR અને માઈક્રોએરે એ શક્તિશાળી આણ્વિક નિદાન તકનીકો છે જેણે તબીબી ક્ષેત્રમાં ક્રાંતિ લાવી છે. આ ટેકનિકો રોગોના પ્રારંભિક નિદાન, સારવારની પ્રગતિનું નિરીક્ષણ, જનીન વિકૃતિઓ અને કેન્સરનું નિદાન, ફોરેન્સિક વિજ્ઞાન અને નવી દવાઓની શોધમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

14.5. ચામડીના પરીક્ષણો (Skin Tests) : ક્ષય રોગ અને એલર્જી પરીક્ષણ :

આપણે ચામડીના પરીક્ષણો તરફ આગળ વધીશું, જેનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે ક્ષય રોગ અને એલર્જીના નિદાન માટે થાય છે. આ પરીક્ષણો પ્રમાણમાં સરળ, ઝડપી અને ઓછા ખર્ચાળ છે.

ચામડીના પરીક્ષણોનો સિદ્ધાંત :

ચામડીના પરીક્ષણોનો સિદ્ધાંત એ છે કે જ્યારે કોઇ વ્યક્તિને કોઇ ચોક્કસ પદાર્થ પ્રત્યે સંવેદનશીલતા (sensitivity) હોય, ત્યારે તે પદાર્થના સંપર્કમાં આવવાથી તેની ચામડી પર સ્થાનિક પ્રતિક્રિયા થાય છે. આ પ્રતિક્રિયા સામાન્ય રીતે લાલાશ, સોજો અને ખંજવાળના સ્વરૂપમાં દેખાય છે.

1. ક્ષય રોગનું પરીક્ષણ (Tuberculin Test) :

ક્ષય રોગનું પરીક્ષણ, જેને મેન્ટોક્સ ટેસ્ટ પણ કહેવાય છે, તે નક્કી કરવા માટે કરવામાં આવે છે કે કોઈ વ્યક્તિ બેક્ટેરિયાથી સંક્રમિત છે કે નહીં, જે ક્ષય રોગનું કારણ બને છે.

પરીક્ષણ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે?

આ પરીક્ષણમાં ટ્યુબરક્યુલિન PPD (Purified Protein Derivative) નામનો પદાર્થ, જે બેક્ટેરિયામાંથી મેળવવામાં આવે છે, તેને ચામડીની નીચે ઈન્જેક્ટ કરવામાં આવે છે, સામાન્ય રીતે આગળના હાથની અંદરની બાજુએ. ઈન્જેક્શન પછી, 48 થી 72 કલાક પછી પ્રતિક્રિયાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે.

પરિણામોનું અર્થઘટન :

- **ઈન્ડ્યુરેશન (Induration) :** ઈન્જેક્શન સાઇટ પર સોજો (કઠણ વિસ્તાર) માપવામાં આવે છે. લાલાશને ધ્યાનમાં લેવામાં આવતી નથી.
- **પોઝિટિવ (Positive) :** 10 mm કે તેથી વધુ ઈન્ડ્યુરેશનને સામાન્ય રીતે પોઝિટિવ ગણવામાં આવે છે. જો કે, 5 mm કે તેથી વધુ ઈન્ડ્યુરેશનને HIV સંક્રમિત વ્યક્તિઓ, તાજેતરમાં ક્ષય રોગના દર્દીના સંપર્કમાં આવેલ વ્યક્તિઓ, અથવા નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતી વ્યક્તિઓમાં પોઝિટિવ ગણવામાં આવે છે.
- **નેગેટિવ (Negative) :** 5 mm થી ઓછું ઈન્ડ્યુરેશન અથવા કોઈ ઈન્ડ્યુરેશન ન હોવું એ નેગેટિવ ગણવામાં આવે છે.

મહત્ત્વપૂર્ણ બાબતો :

- પોઝિટિવ ટ્યુબરક્યુલિન ટેસ્ટનો અર્થ એ નથી કે વ્યક્તિને સક્રિય ક્ષય રોગ છે. તેનો અર્થ ફક્ત એ છે કે વ્યક્તિ ભૂતકાળમાં કોઈક સમયે *M. tuberculosis* બેક્ટેરિયાના સંપર્કમાં આવી છે. સક્રિય ક્ષય રોગનું નિદાન કરવા માટે છાતીનો એક્સ-રે અને ગળફાની તપાસ જેવાં અન્ય પરીક્ષણોની જરૂર પડે છે.
- BCG રસીકરણ (Bacillus Calmette-Guérin vaccine) કરાવેલ વ્યક્તિઓમાં ખોટા પોઝિટિવ પરિણામો આવી શકે છે.
- નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતી વ્યક્તિઓમાં ખોટા નેગેટિવ પરિણામો આવી શકે છે.

2. એલર્જી પરીક્ષણ (Allergy Testing) :

એલર્જી પરીક્ષણો એ નક્કી કરવા માટે કરવામાં આવે છે કે કોઈ વ્યક્તિને કોઈ ચોક્કસ એલર્જન (allergen) પ્રત્યે એલર્જી છે કે નહીં. એલર્જન એ એવાં પદાર્થો છે જે મોટાભાગના લોકોમાં કોઈ પ્રતિક્રિયા પેદા કરતા નથી, પરંતુ એલર્જી ધરાવતી વ્યક્તિઓમાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને ઉત્તેજિત કરે છે.

એલર્જી પરીક્ષણના પ્રકારો :

- **સ્કિન પ્રિક ટેસ્ટ (Skin Prick Test) :** આ સૌથી સામાન્ય પ્રકારનું એલર્જી પરીક્ષણ છે. આ પરીક્ષણમાં, એલર્જનના ટીપા ચામડી પર મૂકવામાં આવે છે, સામાન્ય રીતે આગળના હાથની અંદરની બાજુએ અથવા પીઠ પર. પછી, એક નાની સોય અથવા લેન્સેટનો ઉપયોગ કરીને ચામડીને હળવેથી પ્રિક કરવામાં આવે છે, જેનાથી એલર્જન ચામડીમાં પ્રવેશે છે. 15-20 મિનિટ પછી પ્રતિક્રિયાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે.

- **ઈન્ટ્રાડર્મલ ટેસ્ટ (Intradermal Test) :** આ પરીક્ષણમાં એલર્જનની થોડી માત્રા ચામડીની નીચે ઈન્જેક્ટ કરવામાં આવે છે. આ પરીક્ષણ સ્કિન પ્રિક ટેસ્ટ કરતા વધુ સંવેદનશીલ હોય છે અને તેનો ઉપયોગ ત્યારે કરવામાં આવે છે જ્યારે સ્કિન પ્રિક ટેસ્ટના પરિણામો સ્પષ્ટ ન હોય.

- **પેચ ટેસ્ટ (Patch Test) :** આ પરીક્ષણનો ઉપયોગ કોન્ટેક્ટ ડર્મેટાઈટિસ (Contact Dermatitis)નું નિદાન કરવા માટે થાય છે, જે અમુક પદાર્થોના સંપર્કમાં આવવાથી થતી ચામડીની એલર્જી છે. આ પરીક્ષણમાં એલર્જન ધરાવતી પેચને ચામડી પર મૂકવામાં આવે છે અને 48 કલાક સુધી રાખવામાં આવે છે. પછી પ્રતિક્રિયાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે.

પરિણામોનું અર્થઘટન :

- **પોઝિટિવ (Positive) :** એલર્જનના સંપર્કમાં આવેલ જગ્યા પર લાલાશ, સોજો અને ખંજવાળ એ પોઝિટિવ પ્રતિક્રિયા સૂચવે છે. પ્રતિક્રિયાની તીવ્રતા એલર્જીની ગંભીરતા સાથે સંબંધિત હોય છે.

- **નેગેટિવ (Negative) :** કોઈ પ્રતિક્રિયા ન હોવી એ નેગેટિવ પરિણામ સૂચવે છે.

મહત્ત્વપૂર્ણ બાબતો :

- એલર્જી પરીક્ષણ કરતા પહેલા અમુક દવાઓ, જેમ કે એન્ટિહિસ્ટેમાઈન્સ (Antihistamines), લેવાનું ટાળવું જરૂરી છે કારણ કે તે પરિણામોને અસર કરી શકે છે.

- એલર્જી પરીક્ષણના પરિણામોનું અર્થઘટન હંમેશા તબીબી ઇતિહાસ અને શારીરિક તપાસના સંદર્ભમાં થવું જોઈએ.

- ખોટા પોઝિટિવ અને ખોટા નેગેટિવ પરિણામો આવી શકે છે.

ચામડીના પરીક્ષણો એ ક્ષય રોગ અને એલર્જીના નિદાન માટે ઉપયોગી સાધનો છે. આ પરીક્ષણો પ્રમાણમાં સરળ, ઝડપી અને ઓછા ખર્ચાળ છે. જો કે, તે યાદ રાખવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે આ પરીક્ષણોના પરિણામોનું અર્થઘટન હંમેશા તબીબી ઇતિહાસ અને અન્ય પરીક્ષણોના સંદર્ભમાં થવું જોઈએ.

14.6. ઈન વિટ્રો ન્યુટ્રલાઈઝેશન પરિક્ષણ (In Vitro Neutralization Assays)

ઈન વિટ્રો ન્યુટ્રલાઈઝેશન પરિક્ષણ તરફ આગળ વધીશું. આ પરિક્ષણોનો ઉપયોગ એન્ટિબોડીઝની વાયરસ અથવા બેક્ટેરિયલ ઝેરને બેઅસર કરવાની ક્ષમતાને માપવા માટે થાય છે.

ઈન વિટ્રો ન્યુટ્રલાઈઝેશન પરિક્ષણનો સિદ્ધાંત :

ઈન વિટ્રો ન્યુટ્રલાઈઝેશન પરિક્ષણનો સિદ્ધાંત એ છે કે જ્યારે એન્ટિબોડીઝ વાયરસ અથવા બેક્ટેરિયલ ઝેર સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે વાયરસને કોષોને સંક્રમિત કરતા અથવા ઝેરને તેની ઝેરી અસર કરતા અટકાવી શકે છે. આ પરિક્ષણોમાં વાયરસ અથવા ઝેરને એન્ટિબોડીઝના વિવિધ પ્રમાણ સાથે મિશ્રિત કરવામાં આવે છે અને પછી સંવેદનશીલ કોષોના સ્તર પર મૂકવામાં આવે છે. એન્ટિબોડીઝની વાયરસને બેઅસર કરવાની અથવા ઝેરની અસરને રોકવાની ક્ષમતા કોષો પર વાયરસ અથવા ઝેરની અસરને માપીને નક્કી કરવામાં આવે છે.

ઈન વિટ્રો ન્યુટ્રલાઈઝેશન પરિક્ષણના પ્રકાર :

ઈન વિટ્રો ન્યુટ્રલાઈઝેશન પરિક્ષણોના ઘણા પ્રકારો છે, જેનો ઉપયોગ વાયરસ અથવા ઝેરના પ્રકાર અને ઉપલબ્ધ સંસાધનોના આધારે થાય છે. અહીં કેટલાંક સામાન્ય પ્રકારો છે :

1. પ્લેક રિડક્શન ન્યુટ્રલાઈઝેશન ટેસ્ટ (PRNT - Plaque Reduction Neutralization Test) :

PRNT એ વાયરસને બેઅસર કરતા એન્ટિબોડીઝને માપવા માટેનો ગોલ્ડ સ્ટાન્ડર્ડ ટેસ્ટ છે. આ પરિક્ષણમાં વાયરસને સીરમ (જેમાં એન્ટિબોડીઝ હોય છે)ના વિવિધ પ્રમાણ સાથે મિશ્રિત કરવામાં આવે છે અને પછી સંવેદનશીલ કોષોના મોનોલેયર પર મૂકવામાં આવે છે. વાયરસ કોષોને સંક્રમિત કરે છે અને મારે છે, જેના કારણે કોષના સ્તરમાં છિદ્રો (પ્લેક - Plaques) બને છે. એન્ટિબોડીઝની હાજરીમાં પ્લેકની સંખ્યામાં ઘટાડો થાય છે.

PRNT કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

- વાયરસના જાણીતા પ્રમાણને સીરમના વિવિધ પ્રમાણ સાથે મિશ્રિત કરવામાં આવે છે અને ચોક્કસ સમય માટે સેવન (incubate) કરવામાં આવે છે.
- વાયરસ-સીરમ મિશ્રણને પછી સંવેદનશીલ કોષોના મોનોલેયર પર મૂકવામાં આવે છે અને વાયરસને કોષોમાં પ્રવેશવા દેવા માટે ટૂંકા સમય માટે સેવન કરવામાં આવે છે.
- કોષોને પછી અગર (agar)ના સ્તરથી ઢાંકવામાં આવે છે, જે વાયરસને ફેલાતા અટકાવે છે અને અલગ-અલગ પ્લેક બનાવવામાં મદદ કરે છે.
- અમુક સમયના સેવન બાદ કોષોને સ્ટેન (stain) કરવામાં આવે છે જેથી પ્લેકને જોઈ શકાય અને ગણી શકાય.

- એન્ટિબોડી ટાઇટર (Antibody Titer)ને સીરમના ઉચ્ચતમ પ્રમાણ તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે જે પ્લેકની સંખ્યાને 50% કે તેથી વધુ ઘટાડે છે.

2. માઈક્રોન્યુટ્રલાઈઝેશન એસે (Microneutralization Assay) :

માઈક્રોન્યુટ્રલાઈઝેશન એસે એ PRNTનું લઘુચિત્ર સંસ્કરણ (miniaturized version) છે જે માઈક્રોટાઈટર પ્લેટ્સ (microtiter plates) માં કરવામાં આવે છે. આ પરિક્ષણ ઓછી માત્રામાં સીરમ અને વાયરસનો ઉપયોગ કરે છે અને તે ઉચ્ચ થ્રુપુટ સ્ક્રીનીંગ (high-throughput screening) માટે યોગ્ય છે.

3. ફોકસ રિડક્શન ન્યુટ્રલાઈઝેશન ટેસ્ટ (FRNT - Focus Reduction Neutralization Test) :

FRNT એ PRNT જેવું જ છે, પરંતુ તેમાં પ્લેકને બદલે, વાયરસથી સંક્રમિત કોષોના સમૂહો (ફોકસ - Foci)ને ઈમ્યુનોસ્ટેનિંગ દ્વારા શોધી કાઢવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ એવા વાયરસ માટે ઉપયોગી છે જે સ્પષ્ટ પ્લેક બનાવતા નથી.

4. સ્યુડોવાયરસ ન્યુટ્રલાઈઝેશન એસે (Pseudovirus Neutralization Assay) :

સ્યુડોવાયરસ એવા વાયરસ છે જે આનુવંશિક રીતે એન્જિનિયર્ડ હોય છે જેથી તેઓ અન્ય વાયરસના એન્વેલોપ પ્રોટીનને વ્યક્ત કરે. આ પરિક્ષણનો ઉપયોગ એવા વાયરસને બેઅસર કરતા એન્ટિબોડીઝને માપવા માટે થાય છે જે ઉચ્ચ જોખમ ધરાવતા હોય છે અથવા જેમને ઉચ્ચ સ્તરની જૈવ સુરક્ષાની જરૂર હોય છે.

5. એન્ટિટોક્સિન ન્યુટ્રલાઈઝેશન એસે (Antitoxin Neutralization Assay) :

આ પરિક્ષણનો ઉપયોગ બેક્ટેરિયલ ઝેરને બેઅસર કરતા એન્ટિબોડીઝ (એન્ટિટોક્સિન - Antitoxin) ને માપવા માટે થાય છે. આ પરિક્ષણમાં, ઝેરને સીરમના વિવિધ પ્રમાણ સાથે મિશ્રિત કરવામાં આવે છે અને પછી સંવેદનશીલ કોષો અથવા પ્રાણી મોડેલમાં ઝેરની ઝેરી અસરનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે.

ઈન વિટ્રો ન્યુટ્રલાઈઝેશન પરિક્ષણના ઉપયોગો :

- **રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવનું મૂલ્યાંકન (Evaluation of Immune Response) :** રસીકરણ અથવા કુદરતી ચેપ પછી વાયરસ અથવા ઝેરને બેઅસર કરતા એન્ટિબોડીઝના સ્તરને માપવા.
- **એન્ટિવાયરલ દવાઓની અસરકારકતાનું મૂલ્યાંકન (Evaluation of Antiviral Drug Efficacy) :** એન્ટિવાયરલ દવાઓની વાયરસના પ્રતિકૃતિને રોકવાની ક્ષમતાનું મૂલ્યાંકન કરવા.
- **એપિડેમિઓલોજિકલ સર્વેલન્સ (Epidemiological Surveillance) :** વસ્તીમાં ફરતા વાયરસના તાણને ઓળખવા અને તેમની એન્ટિજેનિક વિવિધતાનું મૂલ્યાંકન કરવા.

- **મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપીનો વિકાસ (Development of Monoclonal Antibody Therapy) :** વાયરસ અથવા ઝેરને બેઅસર કરી શકે તેવા શક્તિશાળી મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડીઝને ઓળખવા અને તેનું પરીક્ષણ કરવા.
- **રસીની અસરકારકતાનું મૂલ્યાંકન (Evaluation of Vaccine Efficacy) :** રસી દ્વારા પ્રેરિત એન્ટિબોડીઝની વાયરસને બેઅસર કરવાની ક્ષમતાનું મૂલ્યાંકન કરવા.

ઈન વિટ્રો ન્યુટ્રલાઈઝેશન પરિક્ષણ એ એન્ટિબોડીઝની વાયરસ અથવા બેક્ટેરિયલ ઝેરને બેઅસર કરવાની ક્ષમતાને માપવા માટેના મહત્ત્વપૂર્ણ સાધનો છે. આ પરિક્ષણોનો ઉપયોગ રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવનું મૂલ્યાંકન કરવા, એન્ટિવાયરલ દવાઓ અને રસીઓની અસરકારકતાનું મૂલ્યાંકન કરવા, એપિડેમિઓલોજિકલ સર્વેલન્સ કરવા અને મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી વિકસાવવા માટે થાય છે.

14.7. ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી (Immunohistochemistry)

આપણે હવે ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી તરફ આગળ વધીશું.

ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી શું છે?

ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી એ એક એવી તકનીક છે જેનો ઉપયોગ પેશીઓના નમૂનાઓમાં (tissue sections)માં એન્ટિજેન્સ (પ્રોટીન)ના સ્થાનિકીકરણ અને વિતરણને શોધવા અને કલ્પના કરવા માટે થાય છે. આ તકનીક એન્ટિબોડીઝ અને એન્ટિજેન્સ વચ્ચેની વિશિષ્ટ પ્રતિક્રિયા પર આધારિત છે. એન્ટિબોડીઝનો ઉપયોગ પેશીઓમાં ચોક્કસ એન્ટિજેન્સને બાંધવા માટે થાય છે અને પછી આ બંધાયેલા એન્ટિબોડીઝને શોધી કાઢવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, જે એન્ટિજેનનું સ્થાન અને વિતરણ દર્શાવે છે.

ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

IHC પ્રક્રિયામાં ઘણા પગલાઓ શામેલ છે :

1. **પેશીઓની તૈયારી (Tissue Preparation) :**
    - સૌ પ્રથમ પેશીઓના નમૂનાઓ એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને ફોર્મેલિન જેવાં ફિક્સેટિવમાં સ્થિર કરવામાં આવે છે. ફિક્સેટિવ પેશીઓના બંધારણને સાચવે છે અને એન્ટિજેન્સને ટકાવી રાખે છે.
    - પેશીઓને પેરાફિન મીણમાં જડવામાં આવે છે.
    - પેરાફિન-જડિત પેશીઓને પછી માઇક્રોટોમ નામના ઉપકરણનો ઉપયોગ કરીને પાતળા વિભાગોમાં કાપવામાં આવે છે.
    - આ વિભાગોને પછી કાચની સ્લાઇડ પર મૂકવામાં આવે છે.

2. **એન્ટિજેન રીટ્રીવલ (Antigen Retrieval) :**

    - ફોર્મેલિન ફિક્સેશન એન્ટિજેન્સને ઢાંકી શકે છે, જેનાથી એન્ટિબોડીઝ માટે તેમને બાંધવું મુશ્કેલ બને છે.
    - એન્ટિજેન રીટ્રીવલ એન્ટિજેન્સને ખુલ્લા કરવાની પ્રક્રિયા છે, જે એન્ટિબોડી બંધનને સુધારે છે.
    - આ ગરમી (heat-induced epitope retrieval - HIER) અથવા એન્ઝાઇમેટિક ડાયજેશન દ્વારા કરી શકાય છે.

3. **એન્ટિબોડી સ્ટેનિંગ (Antibody Staining) :**

    - પેશીઓના વિભાગોને પછી પ્રાથમિક એન્ટિબોડી સાથે સેવન કરવામાં આવે છે જે લક્ષ્ય એન્ટિજેન સાથે વિશિષ્ટ રીતે જોડાય છે.
    - પછી ગૌણ એન્ટિબોડી ઉમેરવામાં આવે છે જે પ્રાથમિક એન્ટિબોડી સાથે જોડાય છે. ગૌણ એન્ટિબોડી સામાન્ય રીતે એન્ઝાઇમ (જેમ કે હોર્સરેડિશ પેરોક્સિડેઝ - HRP અથવા આલ્કલાઇન ફોસ્ફેટઝ - AP) અથવા ફ્લોરોક્રોમ સાથે જોડાયેલ હોય છે.

4. **શોધ અને કલ્પના (Detection and Visualization) :**

    - જો એન્ઝાઇમ-લેબલવાળા ગૌણ એન્ટિબોડીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે, તો પછી ક્રોમોજેનિક સબસ્ટ્રેટ ઉમેરવામાં આવે છે. એન્ઝાઇમ સબસ્ટ્રેટ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને રંગીન ઉત્પાદન બનાવે છે જે માઇક્રોસ્કોપ હેઠળ જોઈ શકાય છે.
    - જો ફ્લોરોક્રોમ-લેબલવાળા ગૌણ એન્ટિબોડીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે, તો પછી ફ્લોરોસન્સ માઇક્રોસ્કોપનો ઉપયોગ કરીને પેશીઓનું અવલોકન કરવામાં આવે છે.

ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રીના પ્રકાર :

- **ડાયરેક્ટ ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી (Direct Immunohistochemistry) :** આ પદ્ધતિમાં એન્ઝાઇમ અથવા ફ્લોરોક્રોમ સાથે લેબલવાળા પ્રાથમિક એન્ટિબોડીનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ઈનડાયરેક્ટ ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી (Indirect Immunohistochemistry) :** આ પદ્ધતિમાં, અનલેબલ્ડ પ્રાથમિક એન્ટિબોડી અને એન્ઝાઇમ અથવા ફ્લોરોક્રોમ સાથે લેબલવાળા ગૌણ એન્ટિબોડીનો ઉપયોગ થાય છે. ઈનડાયરેક્ટ પદ્ધતિ ડાયરેક્ટ પદ્ધતિ કરતાં વધુ સંવેદનશીલ હોય છે કારણ કે તે સિગ્નલને વિસ્તૃત (amplify) કરે છે.

ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રીના ઉપયોગો :

- **રોગ નિદાન (Disease Diagnosis) :** કેન્સર, ચેપી રોગો, સ્વ-પ્રતિરક્ષા રોગો અને ન્યુરોડિજનરેટિવ રોગોના નિદાનમાં મદદ કરે છે.

- **પ્રોગ્નોસ્ટિક માર્કર્સ (Prognostic Markers) :** અમુક પ્રોટીનની હાજરી અથવા ગેરહાજરી રોગના આક્રમકતા અને સારવાર પ્રત્યેના પ્રતિભાવની આગાહી કરી શકે છે.
- **થેરાપ્યુટિક ટાર્ગેટ્સ (Therapeutic Targets) :** કેન્સરની સારવાર માટે ઉપયોગમાં લેવાતી દવાઓના લક્ષ્યોને ઓળખવા.
- **સંશોધન (Research) :** કોષો અને પેશીઓમાં પ્રોટીનના વિતરણ અને કાર્યનો અભ્યાસ કરવા.

ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રીના ફાયદા :

- પેશીઓના બંધારણમાં એન્ટિજેન્સનું સ્થાનિકીકરણ અને વિતરણ દર્શાવે છે.
- એક સાથે અનેક એન્ટિજેન્સને શોધવા માટે મલ્ટિપ્લેક્સિંગ કરી શકાય છે.
- પ્રમાણમાં ઓછી ખર્ચાળ અને વ્યાપકપણે ઉપલબ્ધ તકનીક.

ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રીની મર્યાદાઓ :

- પરિણામોનું અર્થઘટન વ્યક્તિલક્ષી હોઈ શકે છે અને તે કરનાર ના અનુભવ પર આધારિત હોઈ શકે છે.
- ખોટા પોઝિટિવ અને ખોટા નેગેટિવ પરિણામો આવી શકે છે.
- એન્ટિબોડીની ગુણવત્તા અને વિશિષ્ટતા પર ખૂબ આધાર રાખે છે.

ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી એ એક શક્તિશાળી તકનીક છે જેનો ઉપયોગ પેશીઓમાં એન્ટિજેન્સના સ્થાનિકીકરણ અને વિતરણને શોધવા અને કલ્પના કરવા માટે થાય છે. આ તકનીક રોગ નિદાન, સંશોધન, પ્રોગ્નોસ્ટિક અને થેરાપ્યુટિક ટાર્ગેટ્સને ઓળખવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. IHC એન્ટિબોડીઝ અને એન્ટિજેન્સ વચ્ચેની વિશિષ્ટ પ્રતિક્રિયા પર આધારિત છે અને તે જીવવિજ્ઞાન અને તબીબી ક્ષેત્રમાં વ્યાપકપણે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

14.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સની વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઝીણવટપૂર્વક અભ્યાસ કર્યો, જે આધુનિક તબીબી ક્ષેત્રમાં રોગોના ઝડપી અને સચોટ નિદાન માટે ક્રાંતિકારી સાબિત થઈ રહી છે. આપણે શરૂઆતમાં **એન્ટિબોડી-આધારિત પરીક્ષણો** જેવા કે ELISA, ઈમ્યુનોફ્લોરેસન્સ અને વેસ્ટર્ન બ્લોટનો અભ્યાસ કર્યો. આ પદ્ધતિઓ શરીરમાં એન્ટિબોડી કે એન્ટિજેનની હાજરી શોધી કાઢે છે. ત્યારબાદ, આપણે **કોષ-આધારિત પદ્ધતિઓ** જેવી કે ફ્લો સાયટોમેટ્રી અને ELISPOTનો અભ્યાસ કર્યો, જે રોગપ્રતિકારક કોષોના પ્રકાર, સંખ્યા અને કાર્યાત્મક ક્ષમતાઓનું વિશ્લેષણ કરે છે.

આગળ વધીને આપણે **આણ્વિક નિદાન પદ્ધતિઓ** PCR અને માઈક્રોએરેનો અભ્યાસ કર્યો, જે જનીન સ્તરે DNA અને RNAમાં થતાં ફેરફારોને શોધી કાઢીને રોગોને પ્રારંભિક તબક્કામાં પારખે છે. આપણે **ચામડીના પરીક્ષણો** જેવાં કે ક્ષય રોગ માટે મેન્ટોક્સ ટેસ્ટ અને એલર્જી પરીક્ષણો વિષે પણ

શીખ્યા. વધુમાં આપણે **ઈન વિટ્રો ન્યુટ્રલાઈઝેશન પરિક્ષણ**નો અભ્યાસ કર્યો, જે એન્ટિબોડીઝની વાયરસ અથવા બેક્ટેરિયલ ઝેરને બેઅસર કરવાની ક્ષમતાને માપે છે. અંતે, આપણે **ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી**નો અભ્યાસ કર્યો, જે પેશીઓમાં પ્રોટીનનું સ્થાનિકીકરણ અને વિતરણ દર્શાવે છે.

આ તમામ પદ્ધતિઓ ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સના ક્ષેત્રમાં રોગોના નિદાનને વધુ સચોટ, ઝડપી અને સંવેદનશીલ બનાવે છે. આ એકમ આપણને આ ક્ષેત્રની ઉંડાળપૂર્વકની સમજ આપે છે અને દર્શાવે છે કે કેવી રીતે આ પદ્ધતિઓ ચેપી રોગો, કેન્સર, સ્વ-પ્રતિરક્ષા બિમારીઓ અને અન્ય તબીબી સ્થિતિઓના નિદાન, સારવારની પ્રગતિનું નિરીક્ષણ અને નવી સારવાર પદ્ધતિઓના વિકાસમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. નિઃશંકપણે, ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સ એ રોગો સામેની લડાઈમાં આપણને વધુ સજ્જ બનાવી રહ્યું છે.

14.9.સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. નીચેનામાંથી કઈ પદ્ધતિ એન્ટિબોડી-આધારિત પરીક્ષણ **નથી**?
   a) ELISA b) ઈમ્યુનોફ્લોરેસન્સ c) વેસ્ટર્ન બ્લોટ d) PCR
2. કઈ કોષ-આધારિત પદ્ધતિ કોષોને તેમની ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મોના આધારે અલગ કરે છે?
   a) ELISPOT b) ફ્લો સાયટોમેટ્રી c) માઈક્રોએરે d) ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી
3. રીઅલ-ટાઇમ PCR ને શું કહેવાય છે?
   a) qPCR b) RT-PCR c) મલ્ટિપ્લેક્સ PCR d) નેસ્ટેડ PCR
4. કયું પરીક્ષણ ક્ષય રોગના નિદાન માટે વપરાય છે?
   a) એલર્જી પરીક્ષણ b) મેન્ટોક્સ ટેસ્ટ c) પેચ ટેસ્ટ d) પ્રિક ટેસ્ટ
5. વાયરસને બેઅસર કરતા એન્ટિબોડીઝને માપવા માટે કયો ગોલ્ડ સ્ટાન્ડર્ડ ટેસ્ટ છે?
   a) માઈક્રોન્યુટ્રલાઈઝેશન એસે
   b) PRNT
   c) FRNT
   d) સ્યુડોવાયરસ ન્યુટ્રલાઈઝેશન એસે
6. નીચેનામાંથી કયો ટેસ્ટ એન્ટિટોક્સિન ન્યુટ્રલાઈઝેશન એસે તરીકે ઓળખાય છે?
   a) બેક્ટેરિયલ ઝેરને બેઅસર કરતા એન્ટિબોડીઝને માપવા માટે થાય છે.
   b) વાયરસને બેઅસર કરતા એન્ટિબોડીઝને માપવા માટે થાય છે.
   c) કેન્સર નિદાન માટે થાય છે.
   d) ચામડીના રોગો માટે થાય છે
7. ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રીમાં HIERનું પૂર્ણ સ્વરૂપ શું છે?
   a) Heat-Induced Epitope Retrieval

b) Histological Immune Enzyme Reaction

c) High Intensity Enzyme Radiation

d) Histochemical Immune Epitope Recognition

8. નીચેનામાંથી કયું ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રીનું કાર્ય નથી?

   a) રોગ નિદાન b) પ્રોગ્નોસ્ટિક માર્કર્સ

   c) વાયરસ ન્યુટ્રલાઈઝેશન d) થેરાપ્યુટિક ટાર્ગેટ્સ

9. કઈ પદ્ધતિ એક સાથે હજારો જનીનોની અભિવ્યક્તિને માપે છે?

   a) PCR b) ELISA c) માઈક્રોએરે d) વેસ્ટર્ન બ્લોટ

10. કોન્ટેક્ટ ડર્મેટાઈટિસના નિદાન માટે કયો ટેસ્ટ વપરાય છે?

    a) પ્રિક ટેસ્ટ b) ઈન્ટ્રાડર્મલ ટેસ્ટ c) પેચ ટેસ્ટ d) મેન્ટોક્સ ટેસ્ટ

જવાબો : 1-d, 2-b, 3-a, 4-b, 5-b, 6-a, 7-a, 8-c, 9-c, 10-c

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સની વ્યાખ્યા આપો.
2. એન્ટિબોડીઝ અને એન્ટિજેન્સ વચ્ચે શું તફાવત છે?
3. ELISAનું પૂર્ણ સ્વરૂપ લખો અને તેના મુખ્ય પ્રકારો જણાવો.
4. ફ્લો સાયટોમેટ્રીના બે ઉપયોગો લખો.
5. ELISPOT અને ELISA વચ્ચે શું સામ્યતા છે?
6. PCRના ત્રણ મુખ્ય પગલાંઓ શું છે?
7. માઈક્રોએરે ચિપ શું છે?
8. ટ્યુબરક્યુલિન ટેસ્ટ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે?
9. PRNTનું પૂર્ણ સ્વરૂપ શું છે અને તેનો ઉપયોગ શું છે?
10. ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રીમાં એન્ટિજેન રીટ્રીવલ શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે?

વિસ્તૃત પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સના વિકાસમાં મુખ્ય વૈજ્ઞાનિકોના યોગદાનની ચર્ચા કરો.
2. એન્ટિબોડી-આધારિત પરીક્ષણો, કોષ-આધારિત પદ્ધતિઓ અને આણ્વિક નિદાન વચ્ચેના તફાવતોને ઉદાહરણો સાથે સમજાવો.
3. PCR ટેકનિકના સિદ્ધાંત, પ્રકારો અને ઉપયોગો વિસ્તૃત ચર્ચા કરો.
4. ઈમ્યુનોહિસ્ટોકેમિસ્ટ્રી ટેકનિકનું પગલું-દર-પગલાં વર્ણન કરો અને તેના ફાયદા અને મર્યાદાઓ જણાવો.
5. આજના સમયમાં રોગોના નિદાન અને સારવારમાં ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક્સનું મહત્ત્વ સમજાવો. વિવિધ ઈમ્યુનોડાયગ્નોસ્ટિક પદ્ધતિઓના ઉદાહરણો આપીને તમારા ઉત્તરને સમર્થન આપો.

ઇમ્યુનોથેરાપી (Immunotherapy)

15

15.1 પ્રસ્તાવના અને પરિચય

15.2 મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી

15.3 સાયટોકાઇન થેરાપી

15.4 એડોપ્ટિવ સેલ ટ્રાન્સફર : CAR T-સેલ થેરાપી

15.5 ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી

15.6 ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ

15.7 એલર્જી માટે ઇમ્યુનોથેરેપી : એલર્જેન-વિશિષ્ટ ઇમ્યુનોથેરેપી

15.8 સારાંશ

15.9 સ્વાધ્યાય

15.1. પ્રસ્તાવના

આપણા શરીરમાં કુદરતી રીતે રોગો સામે લડવાની એક અદ્ભુત શક્તિ રહેલી છે, જેને આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિ તરીકે ઓળખીએ છીએ. આ શક્તિ આપણને બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય હાનિકારક જીવાણુઓથી રક્ષણ આપે છે. પરંતુ કેટલીક વાર આ શક્તિ કેન્સર જેવાં જટિલ રોગો સામે લડવામાં નિષ્ફળ જાય છે. આ પરિસ્થિતિમાં, વૈજ્ઞાનિકોએ ઇમ્યુનોથેરેપી નામની એક ક્રાંતિકારી પદ્ધતિ વિકસાવી છે, જે શરીરની પોતાની રોગપ્રતિકારક શક્તિનો ઉપયોગ કરીને રોગો સામે લડવા માટે મદદ કરે છે.

આ એકમમાં આપણે ઈમ્યુનોથેરેપીના વિવિધ પાસાઓનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું. આપણે મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી વિશે જાણીશું, જેમાં કૃત્રિમ રીતે બનાવેલા એન્ટિબોડીનો ઉપયોગ કેન્સરના કોષોને શોધીને તેનો નાશ કરવા માટે થાય છે. સાયટોકીન થેરાપી રોગપ્રતિકારક કોષોને ઉત્તેજીત કરીને રોગો સામે લડવામાં મદદ કરે છે, જ્યારે એડોપ્ટિવ સેલ ટ્રાન્સફર (CAR T-સેલ થેરાપી) દર્દીના પોતાના રોગપ્રતિકારક કોષોમાં ફેરફાર કરીને તેમને કેન્સરના કોષોને ઓળખીને તેનો નાશ કરવા માટે સક્ષમ બનાવે છે.

આપણે ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર થેરાપી વિશે પણ શીખીશું, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સરના કોષો સામે વધુ અસરકારક રીતે કાર્ય કરવા માટે મુક્ત કરે છે. ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને નિયંત્રિત કરીને તેને વધુ કાર્યક્ષમ બનાવે છે. એલર્જી માટેની ઇમ્યુનોથેરેપી (એલર્જેન-વિશિષ્ટ ઇમ્યુનોથેરેપી) શરીરને એલર્જી પેદા કરનારા પદાર્થો પ્રત્યે ઓછું સંવેદનશીલ બનાવીને એલર્જીના લક્ષણોને ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.

ઇમ્યુનોથેરેપી એ તબીબી વિજ્ઞાનનું એક ખૂબ જ આશાસ્પદ ક્ષેત્ર છે. આ એકમ દ્વારા આપણે ઇમ્યુનોથેરેપી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે, તેના ક્યા ક્યા પ્રકારો છે અને તે કયા રોગોની સારવારમાં ઉપયોગી છે તે અંગેની સંપૂર્ણ માહિતી મેળવીશું. આ માહિતી આપણને ઇમ્યુનોથેરેપીના જ્ઞાનમાં વૃદ્ધિ કરવામાં અને ભવિષ્યમાં તેના વિકાસમાં યોગદાન આપવા માટે પ્રેરણા પૂરી પાડશે.

પરિચય :

ઇમ્યુનોથેરાપી એ કેન્સર અને અન્ય રોગોની સારવાર છે જે શરીરની પોતાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને રોગ સામે લડવામાં મદદ કરે છે. આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરી શકે છે, તેને વધુ સારી રીતે કાર્ય કરવામાં મદદ કરી શકે છે અથવા કેન્સર કોશિકાઓને શોધી અને તેનો નાશ કરવામાં મદદ કરી શકે છે.

ઇમ્યુનોથેરાપીનો શરૂઆત 19 મી સદી થી છે, જ્યારે ડૉ. વિલિયમ કોલીએ કેન્સરની સારવાર માટે બેક્ટેરિયાનો ઉપયોગ કરવાનું શરૂ કર્યું હતું. તેમણે શોધી કાઢ્યું કે બેક્ટેરિયલ ચેપ ક્યારેક કેન્સરના દર્દીઓમાં ટ્યૂમરના સંકોચનનું કારણ બની શકે છે.

- **ડૉ. વિલિયમ કોલી :** 'ઇમ્યુનોથેરાપીના જનક' ગણાય છે.
- **ડૉ. જેમ્સ એલિસન અને ડૉ. તાકુસુ હોન્જો :** 2018માં "કેન્સર ઉપચારમાં નકારાત્મક રોગપ્રતિકારક નિયમનના અવરોધ દ્વારા" તેમના કાર્ય માટે ફિઝિયોલોજી અથવા મેડિસિનમાં નોબેલ પુરસ્કાર મેળવ્યો.
- **ડૉ. સ્ટીવન રોસેનબર્ગ :** કેન્સરની સારવાર માટે ઇન્ટરલ્યુકિન-2 (IL-2) નામની ઇમ્યુનોથેરાપી દવાનો ઉપયોગ કરનાર પ્રથમ વ્યક્તિ.

ભારતનું યોગદાન :

- **ટાટા મેમોરિયલ સેન્ટર (મુંબઈ) :** ભારતમાં કેન્સર સંશોધન અને સારવાર માટેનું અગ્રણી કેન્દ્ર. ઇમ્યુનોથેરાપી સહિત કેન્સરની સારવાર માટે નવી દવાઓ અને ટેક્નોલોજી વિકસાવવામાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે.
- **ભારતીય તબીબી સંશોધન પરિષદ (ICMR) :** ઇમ્યુનોથેરાપી પર સંશોધનને ભંડોળ પૂરું પાડે છે અને ભારતભરના કેન્દ્રોમાં ક્લિનિકલ ટ્રાયલ ચલાવવામાં મદદ કરે છે.

ભારતમાં ઇમ્યુનોથેરાપીનો ઉપયોગ કેન્સર અને અન્ય રોગોની સારવાર માટે વધી રહ્યો છે. ઘણા ભારતીય દર્દીઓએ આ પ્રકારની સારવારથી લાભ મેળવ્યો છે, અને ભારત ઇમ્યુનોથેરાપી સંશોધન અને વિકાસમાં એક મહત્ત્વપૂર્ણ ખેલાડી બની રહ્યું છે.

15.2. મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી (Monoclonal Antibody Therapy)

આપણે ઇમ્યુનોથેરેપીના એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રકાર, મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી (Monoclonal Antibody Therapy) વિશે ઊંડાણપૂર્વક જાણીશું.

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી શું છે?

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી એ એક પ્રકારની ઇમ્યુનોથેરેપી છે જેમાં કૃત્રિમ રીતે બનાવેલા એન્ટિબોડીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. એન્ટિબોડી એ પ્રોટીન છે જે કુદરતી રીતે આપણા શરીરમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. તેઓ બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય હાનિકારક જીવાણુઓ જેવાં વિદેશી પદાર્થોને ઓળખીને તેને નિષ્ક્રિય કરે છે. મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી એ એક જ પ્રકારના રોગપ્રતિકારક કોષ દ્વારા બનાવવામાં આવેલ એન્ટિબોડી છે, જેનો અર્થ છે કે તેઓ ચોક્કસ લક્ષ્ય, જેમ કે કેન્સર કોષ પર રહેલા ચોક્કસ પ્રોટીનને ઓળખીને તેની સાથે જોડાઇ શકે છે.

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી વિવિધ રીતે કાર્ય કરી શકે છે :

- **કેન્સર કોષોને નિશાન બનાવવો :** કેટલાક મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી કેન્સર કોષો પરના ચોક્કસ પ્રોટીન સાથે જોડાઇને તેમને નિશાન બનાવે છે. આ રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સર કોષોને ઓળખીને તેનો નાશ કરવામાં મદદ કરે છે.
- **કેન્સર કોષોના વિકાસને અવરોધવો :** કેટલાંક મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી કેન્સર કોષોને વૃદ્ધિ અને ફેલાવા માટે જરૂરી સિગ્નલોને અવરોધે છે.
- **દવાઓ અથવા કિરણોત્સર્ગને કેન્સર કોષો સુધી પહોંચાડવી :** કેટલાંક મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડીને દવાઓ અથવા કિરણોત્સર્ગ સાથે જોડવામાં આવે છે. આ એન્ટિબોડી કેન્સર કોષો સાથે જોડાઇને દવાઓ અથવા કિરણોત્સર્ગને સીધા કેન્સર કોષો સુધી પહોંચાડે છે, જેનાથી સામાન્ય કોષોને ઓછું નુકસાન થાય છે.
- **રોગપ્રતિકારક શક્તિને સક્રિય કરવી :** કેટલાંક મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી રોગપ્રતિકારક શક્તિના કોષોને કેન્સર કોષો પર હુમલો કરવા માટે ઉત્તેજિત કરે છે.

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપીના ઉપયોગો :

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપીનો ઉપયોગ વિવિધ પ્રકારના કેન્સરની સારવાર માટે થાય છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- સ્તન કેન્સર, ફેફસાનું કેન્સર
- કોલોરેક્ટલ કેન્સર, લિમ્ફોમા
- લ્યુકેમિયા, મેલાનોમા

આ ઉપરાંત મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડીનો ઉપયોગ સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો જેમ કે, રુમેટોઇડ આર્થરાઇટિસ અને ક્રોહન રોગની સારવાર માટે પણ થાય છે.

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપીના ફાયદા :

- **ચોકસાઈ :** મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી ચોક્કસ લક્ષ્યોને નિશાન બનાવે છે, જેનાથી સામાન્ય કોષોને ઓછું નુકસાન થાય છે.
- **અસરકારકતા :** મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી કેટલાંક પ્રકારના કેન્સરની સારવારમાં ખૂબ જ અસરકારક સાબિત થઈ છે.
- **ઓછી આડઅસરો :** પરંપરાગત કેન્સર સારવારની સરખામણીમાં મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી ઓછી આડઅસરો ધરાવે છે.

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપીની આડઅસરો :

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપીની કેટલીક આડઅસરો પણ હોઈ શકે છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- તાવ, ઠંડી, માથાનો દુખાવો, થાક
- ઉબકા, ઉલટી, ઝાડા
- ચામડી પર ફોલ્લીઓ
- એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓ

મોટા ભાગના કિસ્સાઓમાં આ આડઅસરો હળવી હોય છે અને થોડા સમયમાં જાતે જ ઠીક થઈ જાય છે.

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી કેવી રીતે બનાવવામાં આવે છે?

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી પ્રયોગશાળામાં બનાવવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયામાં નીચેના પગલાં શામેલ છે :

1. **પ્રાણીને એન્ટિજેનનો ઇન્જેક્શન આપવો :** સૌ પ્રથમ પ્રાણી (સામાન્ય રીતે ઉંદર)ને ચોક્કસ એન્ટિજેનનો ઇન્જેક્શન આપવામાં આવે છે, જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરૂ કરે છે.
2. **પ્રાણીના બરોળમાંથી કોષો કાઢવા :** થોડા સમય પછી પ્રાણીના બરોળમાંથી એન્ટિબોડી ઉત્પન્ન કરતા કોષો કાઢવામાં આવે છે.

3. **કોષોને માયલોમા કોષો સાથે ફ્યુઝ કરવા :** આ કોષોને માયલોમા કોષો (એક પ્રકારના કેન્સર કોષો) સાથે ફ્યુઝ કરવામાં આવે છે, જે તેમને અમર બનાવે છે.

4. **હાઇબ્રિડોમા કોષોની પસંદગી :** ફ્યુઝ થયેલા કોષો જેને હાઇબ્રિડોમા કહેવામાં આવે છે, તે એન્ટિબોડી ઉત્પન્ન કરે છે અને અમર હોય છે. આ હાઇબ્રિડોમા કોષોમાંથી ઇચ્છિત એન્ટિબોડી ઉત્પન્ન કરતા કોષોને પસંદ કરવામાં આવે છે.

5. **મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડીનું ઉત્પાદન અને શુદ્ધિકરણ :** પસંદ કરેલા હાઇબ્રિડોમા કોષોને મોટા પાયે ઉગાડવામાં આવે છે અને તેમના દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડીને શુદ્ધ કરવામાં આવે છે.

મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી એ કેન્સર અને અન્ય રોગોની સારવાર માટે એક મહત્ત્વપૂર્ણ અને આશાસ્પદ પદ્ધતિ છે. આ થેરાપી ચોકસાઈ, અસરકારકતા અને ઓછી આડઅસરો જેવાં ફાયદાઓ પ્રદાન કરે છે. જેમ જેમ સંશોધન આગળ વધતું જશે, તેમ તેમ મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપીનો ઉપયોગ વધુને વધુ રોગોની સારવાર માટે થતો જશે તેવી અપેક્ષા છે.

15.3. સાયટોકાઇન થેરાપી (Cytokine Therapy) :

આપણે ઇમ્યુનોથેરેપીના અન્ય એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રકાર, સાયટોકાઇન થેરાપી (Cytokine Therapy) વિશે ઊંડાણપૂર્વક જાણીશું.

સાયટોકાઇન થેરાપી શું છે?

સાયટોકાઇન થેરાપી એ એક પ્રકારની ઇમ્યુનોથેરેપી છે જેમાં સાયટોકાઇન્સ (Cytokines) નામના પ્રોટીનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. સાયટોકાઇન્સ એ નાના પ્રોટીન છે જે કુદરતી રીતે આપણા શરીરમાં રોગપ્રતિકારક કોષો દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. તેઓ રોગપ્રતિકારક કોષો વચ્ચે સંદેશાવાહક તરીકે કાર્ય કરે છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને નિયંત્રિત કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સાયટોકાઇન થેરાપીમાં કૃત્રિમ રીતે બનાવેલા સાયટોકાઇન્સનો ઉપયોગ રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરવા અને કેન્સર જેવાં રોગો સામે લડવામાં મદદ કરવા માટે થાય છે.

સાયટોકાઇન્સ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

સાયટોકાઇન્સ વિવિધ રીતે કાર્ય કરી શકે છે :

- **રોગપ્રતિકારક કોષોની સંખ્યામાં વધારો :** કેટલાંક સાયટોકાઇન્સ રોગપ્રતિકારક કોષો, જેમ કે T કોષો અને નેચરલ કિલર (NK) કોષોની સંખ્યામાં વધારો કરે છે. આ કોષો કેન્સર કોષોને ઓળખીને તેનો નાશ કરવામાં સક્ષમ છે.
- **રોગપ્રતિકારક કોષોની પ્રવૃત્તિમાં વધારો :** કેટલાંક સાયટોકાઇન્સ રોગપ્રતિકારક કોષોને વધુ સક્રિય બનાવે છે, જેનાથી તેઓ કેન્સર કોષો પર વધુ અસરકારક રીતે હુમલો કરી શકે છે.

- **કેન્સર કોષોના વિકાસને અવરોધવો :** કેટલાંક સાયટોકાઇન્સ કેન્સર કોષોના વિકાસ અને ફેલાવાને અવરોધે છે.
- **કેન્સર કોષોને સીધા જ મારવા :** કેટલાંક સાયટોકાઇન્સ કેન્સર કોષોને સીધા જ મારવામાં સક્ષમ છે.

સાયટોકાઇન થેરાપીના પ્રકારો :

સાયટોકાઇન થેરાપીમાં મુખ્યત્વે બે પ્રકારના સાયટોકાઇન્સનો ઉપયોગ થાય છે :

- **ઇન્ટરફેરોન્સ (Interferons) :** ઇન્ટરફેરોન્સ એ સાયટોકાઇન્સ છે જે વાયરલ ચેપ અને કેન્સર સામે લડવામાં મદદ કરે છે. તેઓ રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરે છે અને કેન્સર કોષોના વિકાસને અવરોધે છે.
- **ઇન્ટરલ્યુકિન્સ (Interleukins) :** ઇન્ટરલ્યુકિન્સ એ સાયટોકાઇન્સ છે જે રોગપ્રતિકારક કોષોના વિકાસ અને કાર્યને નિયંત્રિત કરે છે. ઇન્ટરલ્યુકિન-2 (IL-2) એ સૌથી વધુ ઉપયોગમાં લેવાતું ઇન્ટરલ્યુકિન છે, જે T કોષો અને NK કોષોને સક્રિય કરે છે.

સાયટોકાઇન થેરાપીના ઉપયોગો :

સાયટોકાઇન થેરાપીનો ઉપયોગ વિવિધ પ્રકારના કેન્સરની સારવાર માટે થાય છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- મેલાનોમા, કિડનીનું કેન્સર
- લ્યુકેમિયા, લિમ્ફોમા

આ ઉપરાંત, સાયટોકાઇન થેરાપીનો ઉપયોગ વાયરલ ચેપ, જેમ કે હેપેટાઇટિસ - C ની સારવાર માટે પણ થાય છે.

સાયટોકાઇન થેરાપીના ફાયદા :

- **રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરે છે :** સાયટોકાઇન થેરાપી રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સર સામે લડવા માટે સક્રિય કરે છે.
- **અસરકારકતા :** સાયટોકાઇન થેરાપી કેટલાંક પ્રકારના કેન્સરની સારવારમાં અસરકારક સાબિત થઈ છે.

સાયટોકાઇન થેરાપીની આડઅસરો :

સાયટોકાઇન થેરાપીની કેટલીક આડઅસરો પણ હોઈ શકે છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- **ફ્લૂ જેવાં લક્ષણો :** તાવ, ઠંડી, થાક, સ્નાયુમાં દુખાવો
- **ત્વચા પર પ્રતિક્રિયાઓ :** ફોલ્લીઓ, ખંજવાળ

- **પાચન સંબંધી સમસ્યાઓ :** ઉબકા, ઉલટી, ઝાડા
- **લો બ્લડ પ્રેશર**
- **માનસિક સ્થિતિમાં ફેરફાર :** મૂંઝવણ, હતાશા

મોટા ભાગના કિસ્સાઓમાં આ આડઅસરો હળવી હોય છે અને સારવાર બંધ કર્યા પછી જાતે જ ઠીક થઈ જાય છે. જો કે, કેટલીક વાર ગંભીર આડઅસરો પણ થઈ શકે છે, તેથી સાયટોકાઇન થેરાપી શરૂ કરતા પહેલા ડૉક્ટર સાથે આડઅસરોના જોખમો અને ફાયદાઓ વિશે ચર્ચા કરવી મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

સાયટોકાઇન થેરાપી કેવી રીતે આપવામાં આવે છે?

સાયટોકાઇન થેરાપી સામાન્ય રીતે ઇન્જેક્શન દ્વારા આપવામાં આવે છે. ઇન્જેક્શન નસમાં, સ્નાયુમાં અથવા ચામડીની નીચે આપી શકાય છે. સારવારનો સમયગાળો અને ડોઝ કેન્સરના પ્રકાર અને દર્દીની સ્થિતિ પર આધાર રાખે છે.

સાયટોકાઇન થેરાપી એ કેન્સર અને અન્ય રોગોની સારવાર માટે એક મહત્ત્વપૂર્ણ અને આશાસ્પદ પદ્ધતિ છે. આ થેરાપી રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરીને રોગો સામે લડવામાં મદદ કરે છે. જેમ જેમ સંશોધન આગળ વધતું જશે, તેમ તેમ સાયટોકાઇન થેરાપીનો ઉપયોગ વધુ ને વધુ રોગોની સારવાર માટે થતો જશે તેવી અપેક્ષા છે.

15.4. એડોપ્ટિવ સેલ ટ્રાન્સફર : CAR T-સેલ થેરાપી (Adoptive Cell Transfer : CAR T-Cell Therapy) :

આપણે ઈમ્યુનોથેરેપીના એક અત્યાધુનિક અને ક્રાંતિકારી પ્રકાર, એડોપ્ટિવ સેલ ટ્રાન્સફર (Adoptive Cell Transfer - ACT) અંતર્ગત આવતી CAR T-સેલ થેરાપી વિશે જાણીશું.

એડોપ્ટિવ સેલ ટ્રાન્સફર (ACT) શું છે?

એડોપ્ટિવ સેલ ટ્રાન્સફર એ એક પ્રકારની ઈમ્યુનોથેરેપી છે જેમાં દર્દીના પોતાના રોગપ્રતિકારક કોષોનો ઉપયોગ કેન્સર સામે લડવા માટે કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયામાં દર્દીના શરીરમાંથી રોગપ્રતિકારક કોષો (સામાન્ય રીતે T કોષો) કાઢવામાં આવે છે, તેમને પ્રયોગશાળામાં કેન્સર કોષોને ઓળખીને તેનો નાશ કરવા માટે સક્ષમ બનાવવામાં આવે છે અને પછી ફરીથી દર્દીના શરીરમાં દાખલ કરવામાં આવે છે.

CAR T-સેલ થેરાપી શું છે?

CAR T-સેલ થેરાપી એ ACTનો એક વિશિષ્ટ પ્રકાર છે જેમાં T કોષોને આનુવંશિક રીતે સંશોધિત કરવામાં આવે છે. આ સંશોધન તેમને કેન્સર કોષો પર જોવા મળતા ચોક્કસ પ્રોટીનને ઓળખવા માટે સક્ષમ બનાવે છે. આ માટે, T કોષોમાં એક કૃત્રિમ રીસેપ્ટર દાખલ કરવામાં આવે છે. જેને કાઇમેરિક એન્ટિજેન રીસેપ્ટર (CAR) કહેવામાં આવે છે.

CAR T-સેલ થેરાપી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

CAR T-સેલ થેરાપી નીચેના પગલાંઓ દ્વારા કાર્ય કરે છે :

1. **લ્યુકાફેરેસિસ (Leukapheresis) :** સૌ પ્રથમ દર્દીના લોહીમાંથી T કોષોને એક પ્રક્રિયા દ્વારા અલગ કરવામાં આવે છે જેને લ્યુકાફેરેસિસ કહેવામાં આવે છે.

2. **જનીન પરિવર્તન (Genetic Modification) :** પ્રયોગશાળામાં T કોષોમાં વાયરસનો ઉપયોગ કરીને CAR જનીન દાખલ કરવામાં આવે છે. આ CAR જનીન T કોષોને એક ચોક્કસ પ્રોટીન (એન્ટિજેન) ઓળખવા માટે સક્ષમ બનાવે છે જે કેન્સર કોષોની સપાટી પર હોય છે.

3. **વિસ્તરણ (Expansion) :** આનુવંશિક રીતે સંશોધિત T કોષો, જેને હવે CAR T-કોષો કહેવામાં આવે છે, તેને પ્રયોગશાળામાં મોટા પાયે ઉગાડવામાં આવે છે.

4. **લિમ્ફોડિપ્લેશન (Lymphodepletion) :** CAR T-કોષોને દર્દીના શરીરમાં દાખલ કરતા પહેલા દર્દીને કેમોથેરાપી આપવામાં આવે છે જેથી શરીરમાં રહેલા અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોની સંખ્યા ઓછી થાય. આ પ્રક્રિયાને લિમ્ફોડિપ્લેશન કહેવામાં આવે છે અને તે CAR T-કોષોને શરીરમાં વધુ સારી રીતે ટકી રહેવા અને કાર્ય કરવામાં મદદ કરે છે.

5. **ઇન્ફ્યુઝન (Infusion) :** પ્રયોગશાળામાં ઉગાડવામાં આવેલા CAR T-કોષોને નસ દ્વારા દર્દીના શરીરમાં પાછા દાખલ કરવામાં આવે છે.

6. **કેન્સર કોષોનો નાશ :** CAR T-કોષો દર્દીના શરીરમાં ફરતા રહે છે અને કેન્સર કોષોને શોધી કાઢે છે જે ચોક્કસ એન્ટિજેન ધરાવે છે. CAR T-કોષો આ કેન્સર કોષો સાથે જોડાઇને તેમને નાશ કરે છે.

CAR T-સેલ થેરાપીના ઉપયોગો :

CAR T-સેલ થેરાપીનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે અમુક પ્રકારના રક્ત કેન્સરની સારવાર માટે થાય છે, જેમાં નીચેની બાબતોનો સમાવેશ થાય છે :

- એક્યુટ લિમ્ફોબ્લાસ્ટિક લ્યુકેમિયા (ALL)
- ડિફ્યુઝ લાર્જ B-સેલ લિમ્ફોમા (DLBCL)
- ફોલિક્યુલર લિમ્ફોમા
- મેન્ટલ સેલ લિમ્ફોમા

CAR T-સેલ થેરાપીના ફાયદા :

- **ઉચ્ચ અસરકારકતા :** CAR T-સેલ થેરાપી અમુક પ્રકારના રક્ત કેન્સરની સારવારમાં ખૂબ જ અસરકારક સાબિત થઈ છે, ખાસ કરીને એવા દર્દીઓમાં જેમને અન્ય સારવારોથી ફાયદો થયો નથી.
- **દીર્ઘકાલિન રાહત** : કેટલાંક દર્દીઓમાં CAR T-સેલ થેરાપી દીર્ઘકાલિન રાહત તરફ દોરી શકે છે, એટલે કે કેન્સરના કોઈ ચિહ્નો ઘણાં વર્ષો સુધી જોવા મળતા નથી."

CAR T-સેલ થેરાપીની આડઅસરો :

CAR T-સેલ થેરાપીની કેટલીક ગંભીર આડઅસરો પણ હોઈ શકે છે, જેમાં નીચેની વિગતોનો સમાવેશ થાય છે :

- **સાયટોકાઇન રીલીઝ સિન્ડ્રોમ (Cytokine Release Syndrome - CRS) :** આ એક ગંભીર પ્રતિક્રિયા છે જે CAR T-કોષો દ્વારા મોટી માત્રામાં સાયટોકાઇન્સ મુક્ત થવાને કારણે થાય છે. CRSના લક્ષણોમાં તાવ, ઠંડી, લો બ્લડ પ્રેશર, શ્વાસ લેવામાં તકલીફ અને અંગોની નિષ્ફળતા શામેલ હોઈ શકે છે.
- **ન્યુરોલોજીકલ આડઅસરો :** CAR T-સેલ થેરાપી મગજને અસર કરી શકે છે, જેના કારણે મૂંઝવણ, ચક્કર આવવા, બોલવામાં તકલીફ, આંચકી અને બેભાન અવસ્થા જેવી સમસ્યાઓ થઈ શકે છે.
- **ચેપનું જોખમ :** CAR T-સેલ થેરાપી રોગપ્રતિકારક શક્તિને નબળી બનાવી શકે છે, જેનાથી ચેપ લાગવાનું જોખમ વધી જાય છે.

CAR T-સેલ થેરાપી એ કેન્સરની સારવાર માટે એક અત્યાધુનિક અને આશાસ્પદ પદ્ધતિ છે. આ થેરાપી દર્દીના પોતાના રોગપ્રતિકારક કોષોનો ઉપયોગ કરીને કેન્સર સામે લડવામાં મદદ કરે છે. જો કે, આ થેરાપી સાથે ગંભીર આડઅસરોનું જોખમ પણ સંકળાયેલું છે, તેથી તેનો ઉપયોગ કરતા પહેલા ડૉક્ટર સાથે જોખમો અને ફાયદાઓ વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરવી જરૂરી છે. જેમ જેમ સંશોધન આગળ વધતું જશે, તેમ તેમ CAR T-સેલ થેરાપી વધુ ને વધુ સુરક્ષિત અને અસરકારક બનશે તેવી અપેક્ષા છે.

15.5. ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી (Checkpoint Inhibitor Therapy):

ઇમ્યુનોથેરેપીના વધુ એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રકાર, ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી (Checkpoint Inhibitor Therapy) વિશે ઊંડાણપૂર્વક જાણીશું.

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી શું છે?

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી એ એક પ્રકારની ઇમ્યુનોથેરેપી છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિના 'ચેકપોઇન્ટ્સ'ને લક્ષ્યાંક બનાવે છે. રોગપ્રતિકારક ચેકપોઇન્ટ્સ એ પ્રોટીન છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે. સામાન્ય સંજોગોમાં, આ ચેકપોઇન્ટ્સ

રોગપ્રતિકારક શક્તિને શરીરના પોતાના સ્વસ્થ કોષો પર હુમલો કરતા અટકાવે છે. જો કે, કેન્સર કોષો ઘણીવાર આ ચેકપોઇન્ટ્સનો ઉપયોગ રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવા માટે કરે છે. ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર દવાઓ આ ચેકપોઇન્ટ્સને અવરોધિત કરીને કાર્ય કરે છે, જેનાથી રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેન્સર કોષોને ઓળખીને તેનો નાશ કરી શકે છે.

રોગપ્રતિકારક ચેકપોઇન્ટ્સ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં T કોષો મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. T કોષોની સપાટી પર રીસેપ્ટર્સ હોય છે જે તેમને શરીરના કોષો પર રહેલા એન્ટિજેન્સને ઓળખવા માટે સક્ષમ બનાવે છે. જ્યારે T કોષો કોઈ વિદેશી એન્ટિજેન (જેમ કે વાયરસ અથવા બેક્ટેરિયા દ્વારા ચેપગ્રસ્ત કોષ પર જોવા મળતું એન્ટિજેન) ને ઓળખે છે, ત્યારે તેઓ સક્રિય થાય છે અને ચેપગ્રસ્ત કોષો પર હુમલો કરે છે.

જો કે, રોગપ્રતિકારક શક્તિને સ્વસ્થ કોષો પર હુમલો કરતા અટકાવવા માટે નિયંત્રણ પ્રણાલીની જરૂર હોય છે. આ નિયંત્રણ પ્રણાલીનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ રોગપ્રતિકારક ચેકપોઇન્ટ્સ છે. ચેકપોઇન્ટ પ્રોટીન T કોષોની સપાટી પર અને અન્ય કોષો (જેમ કે કેન્સર કોષો)ની સપાટી પર જોવા મળે છે. જ્યારે T કોષો પર રહેલા ચેકપોઇન્ટ પ્રોટીન અન્ય કોષો પર રહેલા તેમના સંયોજક (ligand) પ્રોટીન સાથે જોડાય છે, ત્યારે તે T કોષોને નિષ્ક્રિય થવાનો સંકેત આપે છે.

કેન્સર કોષો ચેકપોઇન્ટ્સનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરે છે?

કેન્સર કોષો ઘણીવાર ચેકપોઇન્ટ પ્રોટીનના સંયોજકને વધુ માત્રામાં ઉત્પન્ન કરે છે. આ સંયોજક T કોષો પર રહેલાં ચેકપોઇન્ટ પ્રોટીન સાથે જોડાઈને T કોષોને નિષ્ક્રિય કરે છે, જેનાથી કેન્સર કોષો રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચી શકે છે.

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર એ દવાઓ છે જે ચેકપોઇન્ટ પ્રોટીન અથવા તેમના સંયોજક (ligand) ને અવરોધિત કરે છે. આ અવરોધ T કોષોને નિષ્ક્રિય થતાં અટકાવે છે અને તેમને કેન્સર કોષો પર હુમલો કરવા માટે સક્રિય રહેવા દે છે.

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટરના પ્રકારો :

હાલમાં વિવિધ પ્રકારના ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર ઉપલબ્ધ છે, જે નીચેના ચેકપોઇન્ટ્સને લક્ષ્યાંક બનાવે છે :

- **CTLA-4 (Cytotoxic T-Lymphocyte-Associated Protein 4) :** CTLA-4 એ T કોષો પર રહેલું એક ચેકપોઇન્ટ પ્રોટીન છે. Ipilimumab એ CTLA-4 ને અવરોધિત કરતી એક દવા છે.
- **PD-1 (Programmed Cell Death Protein 1) :** PD-1 એ T કોષો પર રહેલું એક અન્ય ચેકપોઇન્ટ પ્રોટીન છે. Pembrolizumab અને Nivolumab એ PD-1ને અવરોધિત કરતી દવાઓ છે.

- **PD-L1 (Programmed Death-Ligand 1) :** PD-L1 એ એક પ્રોટીન છે જે કેન્સર કોષો સહિત વિવિધ પ્રકારના કોષો પર જોવા મળે છે. Atezolizumab, Avelumab અને Durvalumab એ PD-L1ને અવરોધિત કરતી દવાઓ છે.

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપીના ઉપયોગો :

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપીનો ઉપયોગ વિવિધ પ્રકારના કેન્સરની સારવાર માટે થાય છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- મેલાનોમા, ફેફસાંનું કેન્સર
- કિડનીનું કેન્સર, મૂત્રાશયનું કેન્સર
- માથા અને ગળાનું કેન્સર, હોજકિન્સ લિમ્ફોમા

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપીના ફાયદા :

- **રોગપ્રતિકારક શક્તિને સક્રિય કરે છે :** ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સર સામે લડવા માટે સક્રિય કરે છે.
- **લાંબાગાળાની પ્રતિક્રિયા :** કેટલાંક દર્દીઓમાં, ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી લાંબાગાળાની પ્રતિક્રિયા તરફ દોરી શકે છે, એટલે કે કેન્સરના કોઈ ચિહ્નો ઘણા સમય સુધી જોવા મળતા નથી.

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપીની આડઅસરો :

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપીની કેટલીક આડઅસરો પણ હોઈ શકે છે, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિના અતિસક્રિય થવાને કારણે થાય છે. આ આડઅસરોમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- થાક, ચામડી પર ફોલ્લીઓ
- ઝાડા, ઉધરસ
- શ્વાસ લેવામાં તકલીફ, અંતઃસ્ત્રાવી ગ્રંથીઓ (endocrine glands) માં બળતરા

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપીનો વહીવટ :

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર દવાઓ સામાન્ય રીતે નસમાં આપવામાં આવે છે. સારવારનો સમયગાળો અને ડોઝ કેન્સરના પ્રકાર, દર્દીની સ્થિતિ અને ઉપયોગમાં લેવાતી દવાના પ્રકાર પર આધાર રાખે છે.

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપીનું ભવિષ્ય :

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી એ કેન્સરની સારવાર માટે એક ખૂબ જ આશાસ્પદ ક્ષેત્ર છે. જેમ જેમ સંશોધન આગળ વધતું જશે, તેમ તેમ નવા ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર વિકસાવવામાં આવશે અને આ થેરાપીનો ઉપયોગ કેન્સરના વધુને વધુ પ્રકારોની સારવાર માટે થશે. સંશોધકો ચેકપોઇન્ટ

ઇનહિબિટર થેરાપીને અન્ય પ્રકારની કેન્સર સારવાર, જેમ કે કીમોથેરાપી અને રેડિયેશન થેરાપી સાથે જોડવાની રીતો પણ શોધી રહ્યા છે, જેથી તેની અસરકારકતામાં વધારો કરી શકાય.

નિષ્કર્ષ :

ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી એ કેન્સરની સારવાર માટે એક મહત્ત્વપૂર્ણ અને આશાસ્પદ પદ્ધતિ છે. આ થેરાપી રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સર સામે લડવા માટે સક્રિય કરે છે. જેમ જેમ સંશોધન આગળ વધતું જશે, તેમ તેમ ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી વધુ ને વધુ સુરક્ષિત અને અસરકારક બનશે તેવી અપેક્ષા છે.

15.6. ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ (Immunomodulatory Drugs).

આપણે ઇમ્યુનોથેરેપીના અન્ય એક મહત્ત્વપૂર્ણ પાસા, ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ (Immunomodulatory Drugs) વિશે ઊંડાણપૂર્વક જાણીશું.

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ શું છે?

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ એ એવી દવાઓ છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિની પ્રવૃત્તિને બદલે છે. આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરી શકે છે, તેને દબાવી શકે છે અથવા તેની પ્રતિક્રિયાને બદલી શકે છે. ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓનો ઉપયોગ વિવિધ પ્રકારની પરિસ્થિતિઓની સારવાર માટે થાય છે, જેમાં સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો (autoimmune diseases), કેન્સર અને ટ્રાન્સપ્લાન્ટ રિજેક્શન (transplant rejection) શામેલ છે.

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ વિવિધ રીતે કાર્ય કરે છે, જે તેમના ચોક્કસ પ્રકાર પર આધાર રાખે છે. કેટલીક સામાન્ય પદ્ધતિઓમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- **સાયટોકાઇન ઉત્પાદનમાં ફેરફાર :** સાયટોકાઇન્સ એ નાના પ્રોટીન છે જે રોગપ્રતિકારક કોષો વચ્ચે સંદેશાવાહક તરીકે કાર્ય કરે છે. કેટલીક ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ અમુક સાયટોકાઇન્સના ઉત્પાદનમાં વધારો કરે છે, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરી શકે છે, જ્યારે અન્ય સાયટોકાઇન્સના ઉત્પાદનને ઘટાડે છે, જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને દબાવી શકે છે.
- **રોગપ્રતિકારક કોષોની પ્રવૃત્તિમાં ફેરફાર :** કેટલીક ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ રોગપ્રતિકારક કોષો, જેમ કે T કોષો અને B કોષોની પ્રવૃત્તિને સીધી રીતે અસર કરે છે. આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરી શકે છે, તેમને નિષ્ક્રિય કરી શકે છે, અથવા તેમના કાર્યમાં ફેરફાર કરી શકે છે.
- **એપોપ્ટોસિસ (Apoptosis)ને પ્રેરિત કરવું :** એપોપ્ટોસિસ એ કોષ મૃત્યુનો એક પ્રોગ્રામ કરેલો પ્રકાર છે. કેટલીક ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ ચોક્કસ રોગપ્રતિકારક કોષોમાં એપોપ્ટોસિસને પ્રેરિત કરીને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને દબાવી શકે છે.

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓના પ્રકાર :

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓના ઘણાં વિવિધ પ્રકારો છે, જે નીચે મુજબ વર્ગીકૃત કરી શકાય છે :

- **ઇમ્યુનોસ્ટીમ્યુલન્ટ્સ (Immunostimulants) :** આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરે છે. ઉદાહરણોમાં બેક્ટેરિયલ ઉત્પાદનો, જેમ કે BCG (Bacillus Calmette-Guérin) અને સાયટોકાઇન્સ, જેમ કે ઇન્ટરફેરોન (interferon) અને ઇન્ટરલ્યુકિન-2 (interleukin-2) શામેલ છે.
- **ઇમ્યુનોસપ્રેસન્ટ્સ (Immunosuppressants) :** આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવે છે. ઉદાહરણોમાં કોર્ટીકોસ્ટેરોઇડ્સ, સાયક્લોસ્પોરિન, ટેક્રોલિમસ, અને માયકોફેનોલેટ મોફેટીલ, શામેલ છે.
- **ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટર્સ (Immunomodulators) :** આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિની પ્રતિક્રિયાને વધુ ચોક્કસ રીતે બદલે છે. ઉદાહરણોમાં થાલિડોમાઇડ, લેનાલિડોમાઇડ અને પોમાલિડોમાઇડ શામેલ છે.

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓના ઉપયોગો :

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓનો ઉપયોગ વિવિધ પ્રકારની પરિસ્થિતિઓની સારવાર માટે થાય છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- **સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો (Autoimmune Diseases) :** સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ શરીરના પોતાના સ્વસ્થ કોષો પર હુમલો કરે છે. ઇમ્યુનોસપ્રેસન્ટ્સનો ઉપયોગ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને દબાવવા અને લક્ષણોને નિયંત્રિત કરવા માટે થાય છે. ઉદાહરણોમાં રુમેટોઇડ આર્થરાઇટિસ (rheumatoid arthritis), મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસ (multiple sclerosis), અને ક્રોહન રોગ (Crohn's disease) શામેલ છે.
- **કેન્સર :** ઇમ્યુનોસ્ટીમ્યુલન્ટ્સ અને ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટર્સનો ઉપયોગ કેન્સરની સારવારમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સર કોષો સામે લડવા માટે ઉત્તેજીત કરવા માટે થઈ શકે છે. ઉદાહરણોમાં મેલાનોમા, કિડનીનું કેન્સર અને અમુક પ્રકારના લ્યુકેમિયા શામેલ છે.
- **ટ્રાન્સપ્લાન્ટ રિજેક્શન (Transplant Rejection) :** ટ્રાન્સપ્લાન્ટ કરેલા અંગને પ્રાપ્તકર્તાના શરીર દ્વારા નકારવામાં ન આવે તે માટે ઇમ્યુનોસપ્રેસન્ટ્સનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ચેપી રોગો :** કેટલીક ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓનો ઉપયોગ અમુક ચેપી રોગોની સારવાર માટે થઈ શકે છે, જેમ કે હેપેટાઇટિસ C.

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓના ફાયદા :

- **રોગપ્રતિકારક શક્તિને નિયંત્રિત કરે છે :** ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને સંતુલિત કરવામાં અને તેને યોગ્ય રીતે કાર્ય કરવામાં મદદ કરી શકે છે.

- **રોગોની સારવારમાં અસરકારક :** આ દવાઓ સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો, કેન્સર અને ટ્રાન્સપ્લાન્ટ રિજેક્શન જેવી ગંભીર પરિસ્થિતિઓની સારવારમાં અસરકારક સાબિત થઈ છે.

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓની આડઅસરો :

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓની કેટલીક આડઅસરો પણ હોઈ શકે છે, જે દવાની પ્રકૃતિ અને ઉપયોગ પર આધાર રાખે છે. કેટલીક સામાન્ય આડઅસરોમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- **ચેપનું જોખમ :** ઇમ્યુનોસપ્રેસન્ટ્સ રોગપ્રતિકારક શક્તિને નબળી બનાવી શકે છે, જેનાથી ચેપ લાગવાનું જોખમ વધી જાય છે.
- **અન્ય આડઅસરો :** ઉબકા, ઉલટી, ઝાડા, થાક, માથાનો દુખાવો, ચામડી પર ફોલ્લીઓ અને વાળ ખરવા જેવી આડઅસરો પણ થઈ શકે છે.
- **કેન્સરનું જોખમ :** કેટલીક ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ લાંબાગાળે અમુક પ્રકારના કેન્સરનું જોખમ વધારી શકે છે.

ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ એ દવાઓનું એક મહત્ત્વપૂર્ણ જૂથ છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને પ્રભાવિત કરે છે. આ દવાઓ સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો, કેન્સર, ટ્રાન્સપ્લાન્ટ રિજેક્શન અને અન્ય ગંભીર પરિસ્થિતિઓની સારવારમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. જો કે, આ દવાઓ સાથે આડઅસરોનું જોખમ પણ સંકળાયેલું છે, તેથી તેનો ઉપયોગ કરતા પહેલા ડૉક્ટર સાથે જોખમો અને ફાયદાઓ વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરવી જરૂરી છે. જેમ જેમ સંશોધન આગળ વધતું જશે, તેમ તેમ નવી અને વધુ સારી ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ વિકસાવવામાં આવશે તેવી અપેક્ષા છે.

15.7. એલર્જી માટે ઇમ્યુનોથેરેપી : એલર્જેન-વિશિષ્ટ ઇમ્યુનોથેરેપી (Immunotherapy for Allergy : Allergen-Specific Immunotherapy) :

આપણે એલર્જીની સારવાર માટે ઉપયોગમાં લેવાતી એક વિશિષ્ટ પ્રકારની ઇમ્યુનોથેરેપી, એલર્જેન-વિશિષ્ટ ઇમ્યુનોથેરેપી (Allergen-Specific Immunotherapy - ASIT) વિશે ઊંડાણપૂર્વક જાણીશું.

એલર્જી શું છે?

એલર્જી એ રોગપ્રતિકારક શક્તિની એવી પ્રતિક્રિયા છે જેમાં શરીર સામાન્ય રીતે હાનિકારક ન હોય તેવા પદાર્થો (જેમ કે પરાગ, ધૂળના જીવાત, ખોરાક, અથવા દવાની એલર્જી) પ્રત્યે અતિસંવેદનશીલ બની જાય છે. આ પદાર્થોને એલર્જન કહેવામાં આવે છે. જ્યારે કોઈ એલર્જીક વ્યક્તિ એલર્જનના સંપર્કમાં આવે છે, ત્યારે તેની રોગપ્રતિકારક શક્તિ વધુ પડતી પ્રતિક્રિયા આપે છે, જેના કારણે છીંક આવવી, ખંજવાળ, આંખોમાં પાણી આવવું, ચામડી પર ફોલ્લીઓ, શ્વાસ લેવામાં તકલીફ જેવાં એલર્જીના લક્ષણો જોવા મળે છે.

એલર્જેન-વિશિષ્ટ ઇમ્યુનોથેરેપી (ASIT) શું છે?

એલર્જેન-વિશિષ્ટ ઇમ્યુનોથેરેપી (ASIT) જેને એલર્જી શોટ્સ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, એ એલર્જીની સારવાર માટેની એક લાંબાગાળાની પદ્ધતિ છે. ASITમાં વ્યક્તિને નિયમિતપણે, ધીમે ધીમે વધતા ડોઝમાં, તે જે એલર્જન પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય તેના એક્સટ્રેક્ટના ઇન્જેક્શન આપવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા શરીરને એલર્જન પ્રત્યે ઓછું સંવેદનશીલ બનાવે છે અને એલર્જીના લક્ષણોને ઘટાડે છે.

ASIT કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

ASIT રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઘણી રીતે બદલીને કાર્ય કરે છે, જેના પરિણામે એલર્જન પ્રત્યે સહનશીલતા (tolerance) વધે છે :

- **IgE એન્ટિબોડીમાં ઘટાડો :** એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓમાં IgE એન્ટિબોડી મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ASIT લાંબાગાળે એલર્જન-વિશિષ્ટ IgE એન્ટિબોડીના સ્તરમાં ઘટાડો કરે છે.
- **IgG એન્ટિબોડીમાં વધારો :** ASIT એલર્જન-વિશિષ્ટ IgG એન્ટિબોડીના સ્તરમાં વધારો કરે છે, જેને 'બ્લોકિંગ એન્ટિબોડીઝ' પણ કહેવામાં આવે છે. આ IgG એન્ટિબોડી એલર્જન સાથે જોડાઇને તેને IgE એન્ટિબોડી સાથે પ્રતિક્રિયા કરતા અટકાવે છે, જેનાથી એલર્જીક પ્રતિક્રિયા થતી નથી.
- **T કોષોના પ્રતિભાવમાં ફેરફાર :** ASIT એલર્જન પ્રત્યે T કોષોના પ્રતિભાવને બદલે છે, જેનાથી બળતરા ઓછી થાય છે અને એલર્જીના લક્ષણો ઘટે છે.
- **માસ્ટ કોષો અને બેસોફિલ્સની પ્રતિક્રિયાશીલતામાં ઘટાડો :** માસ્ટ કોષો અને બેસોફિલ્સ એ રોગપ્રતિકારક કોષો છે જે એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ASIT આ કોષોની પ્રતિક્રિયાશીલતાને ઘટાડે છે, જેનાથી એલર્જીના લક્ષણો ઓછા થાય છે.

ASIT ના પ્રકાર :

ASIT મુખ્યત્વે બે રીતે આપી શકાય છે :

- **સબક્યુટેનીયસ ઇમ્યુનોથેરેપી (Subcutaneous Immunotherapy - SCIT) :** આ ASITનો સૌથી સામાન્ય પ્રકાર છે જેમાં એલર્જન એક્સટ્રેક્ટના ઇન્જેક્શન ચામડીની નીચે આપવામાં આવે છે.
- **સબલિંગુઅલ ઇમ્યુનોથેરેપી (Sublingual Immunotherapy - SLIT) :** આ પ્રકારની ASITમાં, એલર્જન એક્સટ્રેક્ટ ધરાવતી ગોળીઓ અથવા ટીપાં જીભની નીચે મૂકવામાં આવે છે.

ASIT કોના માટે યોગ્ય છે?

ASIT એવા લોકો માટે યોગ્ય છે જેમને નીચેના પ્રકારની એલર્જી હોય :

- એલર્જિક રાઇનાઇટિસ
- એલર્જિક અસ્થમા
- જીવજંતુના ડંખની એલર્જી
- જો કે, ASIT બધા માટે યોગ્ય નથી. જે લોકોને ગંભીર અસ્થમા હોય, હૃદયરોગ હોય અથવા જેઓ અમુક પ્રકારની દવાઓ લેતા હોય તેમના માટે ASIT યોગ્ય ન પણ હોય.

ASITના ફાયદા :

- **લાંબાગાળાની રાહત :** ASIT એલર્જીના લક્ષણોમાં લાંબાગાળાની રાહત પૂરી પાડી શકે છે, અને કેટલાં ક કિસ્સાઓમાં એલર્જીને સંપૂર્ણપણે દૂર પણ કરી શકે છે.
- **દવાઓની જરૂરિયાતમાં ઘટાડો :** ASIT એલર્જીની દવાઓની જરૂરિયાતને ઘટાડી શકે છે.
- **જીવનની ગુણવત્તામાં સુધારો :** ASIT એલર્જીના લક્ષણોને ઘટાડીને જીવનની ગુણવત્તામાં સુધારો કરી શકે છે.
- **અસ્થમાના વિકાસને અટકાવી શકે છે :** બાળકોમાં ASIT એલર્જિક રાઇનાઇટિસથી અસ્થમા થવાના જોખમને ઘટાડી શકે છે.

ASITની આડઅસરો :

ASITની કેટલીક આડઅસરો પણ હોઈ શકે છે, જેમાં નીચેની બાબતોનો સમાવેશ થાય છે :

- **સ્થાનિક પ્રતિક્રિયાઓ :** ઇન્જેક્શનની જગ્યા પર લાલાશ, સોજો, ખંજવાળ જેવી પ્રતિક્રિયાઓ થઈ શકે છે.
- **પ્રણાલીગત પ્રતિક્રિયાઓ :** ભાગ્યે જ, ASIT ગંભીર એલર્જીક પ્રતિક્રિયા તરફ દોરી શકે છે, જેમાં શ્વાસ લેવામાં તકલીફ, ચક્કર આવવા, અને બ્લડ પ્રેશરમાં ઘટાડો જેવાં લક્ષણો જોવા મળે છે.
- **SLITમાં મોઢામાં ખંજવાળ, સોજો અથવા બળતરા જેવી આડઅસરો થઈ શકે છે.**

ASITની સારવાર પ્રક્રિયા :

ASITની સારવાર બે તબક્કામાં થાય છે :

- **બિલ્ડ-અપ તબક્કો (Build-up Phase) :** આ તબક્કામાં એલર્જન એક્સટ્રેક્ટના ઇન્જેક્શન નિયમિતપણે (સામાન્ય રીતે અઠવાડિયામાં એક કે બે વાર) આપવામાં આવે છે, જેમાં ડોઝ ધીમે ધીમે વધારવામાં આવે છે. આ તબક્કો કેટલાક મહિનાઓ સુધી ચાલે છે.
- **જાળવણી તબક્કો (Maintenance Phase) :** આ તબક્કામાં એલર્જન એક્સટ્રેક્ટના ઇન્જેક્શન ઓછી વાર (સામાન્ય રીતે મહિનામાં એક વાર) આપવામાં આવે છે. આ તબક્કો 3 થી 5 વર્ષ સુધી ચાલે છે.

એલર્જેન-વિશિષ્ટ ઇમ્યુનોથેરેપી (ASIT) એ એલર્જીની સારવાર માટે એક અસરકારક અને લાંબાગાળાની પદ્ધતિ છે. ASIT શરીરને એલર્જન પ્રત્યે ઓછું સંવેદનશીલ બનાવીને એલર્જીના લક્ષણોને ઘટાડે છે અને જીવનની ગુણવત્તામાં સુધારો કરે છે. જો કે, ASIT બધા માટે યોગ્ય નથી અને તેની કેટલીક આડઅસરો પણ હોઈ શકે છે, તેથી ASIT શરૂ કરતા પહેલા ડૉક્ટર સાથે જોખમો અને ફાયદાઓ વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરવી જરૂરી છે.

15.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે ઇમ્યુનોથેરાપીના વિવિધ પાસાઓનો ઝીણવટપૂર્વક અભ્યાસ કર્યો, જે આધુનિક ચિકિત્સા વિજ્ઞાનમાં એક ક્રાંતિકારી સારવાર પદ્ધતિ તરીકે ઉભરી આવી છે. ઇમ્યુનોથેરાપી શરીરની પોતાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને રોગો, ખાસ કરીને કેન્સર સામે લડવા માટે સજ્જ કરે છે.

આપણે શરૂઆત મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપીથી કરી, જેમાં કૃત્રિમ રીતે બનાવેલા એન્ટિબોડી કેન્સર કોષોને ચોક્કસ રીતે શોધીને તેમનો નાશ કરે છે. આ થેરાપી ચોકસાઈ અને અસરકારકતા પ્રદાન કરે છે અને પરંપરાગત કેન્સર સારવારની સરખામણીમાં ઓછી આડઅસરો ધરાવે છે. ત્યારબાદ, સાયટોકીન થેરાપીનો અભ્યાસ કર્યો, જે રોગપ્રતિકારક કોષોને ઉત્તેજીત કરીને અને તેમની સંખ્યામાં વધારો કરીને રોગો સામે લડવામાં મદદ કરે છે. ઇન્ટરફેરોન્સ અને ઇન્ટરલ્યુકિન્સ જેવાં સાયટોકાઇન્સ આ થેરાપીમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

આગળ, આપણે એડોપ્ટિવ સેલ ટ્રાન્સફર (CAR T-સેલ થેરાપી) વિશે ઊંડાણપૂર્વક માહિતી મેળવી. આ અત્યાધુનિક પદ્ધતિમાં દર્દીના પોતાના T કોષોને પ્રયોગશાળામાં કેન્સર કોષો પર રહેલા ચોક્કસ પ્રોટીનને ઓળખવા માટે આનુવંશિક રીતે સંશોધિત કરવામાં આવે છે. આ સંશોધિત CAR T-કોષોને ફરીથી દર્દીના શરીરમાં દાખલ કરવામાં આવે છે, જ્યાં તેઓ કેન્સર કોષોને શોધીને તેમનો નાશ કરે છે.

ત્યારબાદ, આપણે ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી વિશે શીખ્યા, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સરના કોષો સામે વધુ અસરકારક રીતે કાર્ય કરવા માટે મુક્ત કરે છે. આ થેરાપી રોગપ્રતિકારક ચેકપોઇન્ટ્સને અવરોધિત કરે છે, જે કેન્સર કોષો દ્વારા રોગપ્રતિકારક શક્તિથી બચવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

આપણે ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ વિશે પણ જાણકારી મેળવી, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરીને, તેને દબાવીને અથવા તેની પ્રતિક્રિયાને બદલીને તેને નિયંત્રિત કરે છે અને વધુ કાર્યક્ષમ બનાવે છે. અંતે આપણે એલર્જી માટેની ઈમ્યુનોથેરેપી (એલર્જેન-વિશિષ્ટ ઇમ્યુનોથેરેપી)નો અભ્યાસ કર્યો, જે શરીરને એલર્જી પેદા કરનારા પદાર્થો પ્રત્યે ઓછું સંવેદનશીલ બનાવીને એલર્જીના લક્ષણોને ઘટાડવામાં અને લાંબા ગાળાની રાહત પ્રદાન કરવામાં મદદ કરે છે.

આમ, ઇમ્યુનોથેરાપી એક આશાસ્પદ ક્ષેત્ર છે જે કેન્સર અને અન્ય ગંભીર રોગોની સારવારમાં ક્રાંતિ લાવી શકે છે. વિવિધ પ્રકારની ઇમ્યુનોથેરાપી દવાઓ અને પદ્ધતિઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને વિવિધ

રીતે પ્રભાવિત કરીને રોગો સામે લડવામાં મદદ કરે છે. જોકે, આ દરેક ઇમ્યુનોથેરાપી સાથે સંકળાયેલા ફાયદા અને સંભવિત આડઅસરોને ધ્યાનમાં લેવા પણ જરૂરી છે.

છતાં, ઇમ્યુનોથેરાપીનું ભવિષ્ય ઉજ્જવળ છે. સંશોધકો સતત નવી અને વધુ અસરકારક ઇમ્યુનોથેરાપી દવાઓ અને પદ્ધતિઓ વિકસાવવા માટે કાર્ય કરી રહ્યા છે. જેમ જેમ આપણી ઇમ્યુનોથેરાપીની સમજણ વધતી જશે, તેમ તેમ આપણે વધુ ને વધુ રોગોને હરાવવા અને માનવજાતને સ્વસ્થ અને દીર્ઘાયુ જીવન પ્રદાન કરવા માટે સક્ષમ બનીશું.

15.9. સ્વાધ્યાય

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) :

1. ઇમ્યુનોથેરાપી એટલે શું?
   a) શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિનો ઉપયોગ કરીને રોગોની સારવાર
   b) એન્ટિબાયોટિક્સનો ઉપયોગ કરીને રોગોની સારવાર
   c) શસ્ત્રક્રિયા દ્વારા રોગોની સારવાર
   d) રેડિયેશન થેરાપી દ્વારા રોગોની સારવાર
2. મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપીમાં કયા પ્રકારના એન્ટિબોડીનો ઉપયોગ થાય છે?
   a) કુદરતી એન્ટિબોડી b) કૃત્રિમ રીતે બનાવેલા એન્ટિબોડી
   c) બેક્ટેરિયલ એન્ટિબોડી d) વાયરલ એન્ટિબોડી
3. સાયટોકાઇન થેરાપીમાં કયા પ્રોટીનનો ઉપયોગ થાય છે?
   a) એન્ટિબોડી b) સાયટોકાઇન્સ c) ઉત્સેચકો d) હોર્મોન્સ
4. CAR T-સેલ થેરાપીમાં T કોષોમાં કયો કૃત્રિમ રીસેપ્ટર દાખલ કરવામાં આવે છે?
   a) CTLA-4 b) PD-1 c) CAR d) PD-L1
5. ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી કોને લક્ષ્યાંક બનાવે છે?
   a) કેન્સર કોષો b) રોગપ્રતિકારક ચેકપોઇન્ટ્સ
   c) વાયરસ d) બેક્ટેરિયા
6. ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ શું કરે છે?
   a) રોગપ્રતિકારક શક્તિને દબાવે છે.
   b) રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરે છે.
   c) રોગપ્રતિકારક શક્તિની પ્રવૃત્તિને બદલે છે.
   d) ઉપરના બધા
7. એલર્જેન-વિશિષ્ટ ઇમ્યુનોથેરેપી (ASIT)ને શું કહેવામાં આવે છે?
   a) એલર્જી શોટ્સ b) કીમોથેરાપી
   c) રેડિયેશન થેરાપી d) હોર્મોન થેરાપી
8. ASITમાં એલર્જન એક્સટ્રેક્ટ કેવી રીતે આપવામાં આવે છે?
   a) ઇન્જેક્શન દ્વારા b) ગોળીઓ દ્વારા

c) ટીપા દ્વારા d) ઉપરના બધા

9. કયા પ્રકારની ઇમ્યુનોથેરેપી લાંબાગાળાની એલર્જી રાહત પૂરી પાડી શકે છે?
   a) મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી b) સાયટોકાઇન થેરાપી
   c) ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી d) એલર્જેન-વિશિષ્ટ ઇમ્યુનોથેરેપી
10. નીચેનામાંથી કઈ ઇમ્યુનોથેરાપી કેન્સરની સારવારમાં વપરાય છે?
   a) મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી b) CAR T-સેલ થેરાપી
   c) ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી d) ઉપરના બધા

જવાબો : 1-a, 2-b, 3-b, 4-c, 5-b, 6-d, 7-a, 8-d, 9-d, 10-d.

ટૂંકા પ્રશ્નો :

1. ઇમ્યુનોથેરાપીના મુખ્ય પ્રકારો કયા કયા છે?
2. મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી કેવી રીતે બનાવવામાં આવે છે?
3. સાયટોકાઇન થેરાપીના બે મુખ્ય પ્રકારો કયા છે?
4. CAR T-કોષો કેવી રીતે કેન્સર કોષોનો નાશ કરે છે?
5. રોગપ્રતિકારક ચેકપોઇન્ટ્સ શું છે?
6. ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓના ત્રણ મુખ્ય વર્ગો કયા છે?
7. ASITમાં 'બ્લોકિંગ એન્ટિબોડીઝ' શું છે?
8. SCIT અને SLIT વચ્ચે શું તફાવત છે?
9. ASITના બે ફાયદા શું છે?
10. ASITના બે ગેરફાયદા શું છે?

લાંબા પ્રશ્નો :

1. મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડી થેરાપી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તેનું વિગતવાર વર્ણન કરો. તેના ફાયદા અને ગેરફાયદા પણ જણાવો.
2. CAR T-સેલ થેરાપીની સમગ્ર પ્રક્રિયા સમજાવો. આ થેરાપીના ઉપયોગો, ફાયદા અને આડઅસરોની ચર્ચા કરો.
3. ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર થેરાપી શું છે? વિવિધ પ્રકારના ચેકપોઇન્ટ ઇનહિબિટર અને તેના ઉપયોગોનું વર્ણન કરો.
4. ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે? વિવિધ પ્રકારની ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી દવાઓ અને તેના ઉપયોગોનું વર્ણન કરો.
5. એલર્જેન-વિશિષ્ટ ઇમ્યુનોથેરેપી (ASIT) કેવી રીતે કાર્ય કરે છે? ASITની સારવાર પ્રક્રિયા, ફાયદા અને આડઅસરોનું વિગતવાર વર્ણન કરો.

મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટી (Mucosal Immunity)

16

16.1 પ્રસ્તાવના

16.2 શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓની સંરચના અને કાર્ય

16.3 શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના ઘટકો

16.4 સિક્રેટરી IgA અને તેની ભૂમિકા

16.5 આંતરડા સાથે સંકળાયેલ લિમ્ફોઇડ પેશી

16.6 મૌખિક સહિષ્ણુતા અને તેની પ્રાસંગિકતા

16.7 શ્લેષ્મ રસીઓનો વિકાસ

16.8 સારાંશ

16.9 સ્વાધ્યાય

16.1. પ્રસ્તાવના

આપણું શરીર બાહ્ય ખતરાઓથી બચવા માટે એક જટિલ અને અત્યંત વિકસિત સંરક્ષણ પ્રણાલી ધરાવે છે. આ પ્રણાલીનો એક મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટી, જે **શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓ (Mucosal Membranes)** દ્વારા પૂરી પાડવામાં આવે છે. આ ઝિલ્લીઓ શરીરના એવા વિસ્તારોને આવરી લે છે જે બાહ્ય વાતાવરણના સંપર્કમાં આવે છે, જેમ કે શ્વસનતંત્ર, પાચનતંત્ર અને પ્રજનનતંત્ર. તે પેથોજેન્સ (રોગકારક સૂક્ષ્મ જીવો)ને શરીરમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે.

આ એકમમાં આપણે મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીના વિવિધ પાસાઓનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું. સૌ પ્રથમ, આપણે **શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓ (Mucosal Membranes)** ની સંરચના અને કાર્યોની વિગતવાર ચર્ચા કરીશું. ત્યારબાદ, આપણે શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના ઘટકો, જેમ કે કોષો, સાયટોકાઇન્સ, અને કીમોકાઇન્સની ભૂમિકાને સમજીશું.

આપણે સિક્રેટરી IgA (sIgA) નામના એન્ટિબોડી પર ખાસ ધ્યાન આપીશું, જે મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આ ઉપરાંત, આપણે આંતરડા સાથે સંકળાયેલ લિમ્ફોઇડ પેશી (GALT)ની રચના અને કાર્ય વિશે પણ શીખીશું, જે આંતરડામાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવો શરૂ કરવા માટે મહત્વપૂર્ણ છે.

આપણે મૌખિક સહિષ્ણુતાની ઘટનાને પણ સમજીશું, જે એક એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં મૌખિક રીતે લેવામાં આવેલા એન્ટિજેન્સ પ્રત્યે રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી પડે છે. આ પ્રક્રિયા ખાદ્ય એલર્જી અને સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોને રોકવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

છેલ્લે, આપણે મ્યુકોસલ રસીઓના વિકાસ વિશે ચર્ચા કરીશું, જે મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીને ઉત્તેજીત કરીને ચેપ સામે રક્ષણ પૂરું પાડવા માટે બનાવવામાં આવે છે. આ રસીઓ ભવિષ્યમાં ઘણા રોગો સામે લડવા માટે એક શક્તિશાળી હથિયાર બની શકે છે.

આ એકમના અંત સુધીમાં વાચકો મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીનું મહત્ત્વ અને માનવ સ્વાસ્થ્યમાં તેની ભૂમિકાને સંપૂર્ણ રીતે સમજી શકશે. આ વિષયનું જ્ઞાન આપણને સ્વસ્થ રહેવા અને રોગોથી બચવા માટે મદદરૂપ થશે અને નવી સારવાર પદ્ધતિઓ વિકસાવવામાં પણ ફાળો આપશે. આ જ્ઞાન આપણને વધુ સારી રીતે સમજવામાં મદદ કરશે કે આપણું શરીર કેવી રીતે કુદરતી રીતે પોતાનો બચાવ કરે છે અને આપણે તેને કેવી રીતે વધુ મજબૂત બનાવી શકીએ.

પરિચય :

મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટી એ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે જે શ્વસન માર્ગ, પાચન માર્ગ અને પ્રજનન માર્ગ જેવાં શરીરના મ્યુકોસ મેમ્બ્રેનને ચેપ અને હાનિકારક પદાર્થોથી રક્ષણ આપે છે. આ મેમ્બ્રેન શરીરમાં પ્રવેશદ્વાર બનાવે છે, તેથી ચેપ સામે મજબૂત સંરક્ષણની જરૂર છે.

મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીનો અભ્યાસ 19 મી સદીના અંતમાં શરૂ થયો હતો, જ્યારે વૈજ્ઞાનિકોએ શોધી કાઢ્યું હતું કે, મૌખિક રીતે આપવામાં આવતા રસીઓ ચોક્કસ પ્રકારના ચેપ સામે રક્ષણ આપી શકે છે. 20 મી સદી દરમિયાન સંશોધકોએ મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે સમજવા માટે વધુ ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કર્યો, જેમાં મ્યુકોસ મેમ્બ્રેનમાં રહેલા કોષો, એન્ટિબોડીઝ અને અન્ય રોગપ્રતિકારક ઘટકોની ભૂમિકાનો સમાવેશ થાય છે.

ભારતીય વૈજ્ઞાનિકોએ મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીના સંશોધનમાં મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું છે.

- **જી. પી. તલવાર** : તેમણે પ્રજનન માર્ગના મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીનો અભ્યાસ કર્યો અને ગર્ભનિરોધક રસીઓ વિકસાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવી.
- **ઇન્દિરા નાથ** : તેમણે રક્તપિત્ત અને ટીબી જેવા રોગોના મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીનો અભ્યાસ કર્યો.
- **સત્યજીત રાઠ** : તેમણે આંતરડાના મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીનો અભ્યાસ કર્યો અને આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાની ભૂમિકાને સમજવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું.

ભારતમાં નેશનલ ઇન્સ્ટિટ્યૂટ ઓફ ઇમ્યુનોલોજી (NII), ટ્રાન્સલેશનલ હેલ્થ સાયન્સ એન્ડ ટેક્નોલોજી ઇન્સ્ટિટ્યૂટ (THSTI) અને ઇન્સ્ટિટ્યૂટ ઓફ જીનોમિક્સ એન્ડ ઇન્ટિગ્રેટીવ બાયોલોજી (IGIB) જેવી સંશોધન સંસ્થાઓ મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીના ક્ષેત્રમાં સક્રિયપણે સંશોધન કરી રહી છે.

આમ, મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટી એ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો એક જટિલ અને મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે જે શરીરને ચેપ અને હાનિકારક પદાર્થોથી રક્ષણ આપે છે. વૈજ્ઞાનિકોએ આ ક્ષેત્રમાં ઘણી પ્રગતિ કરી છે, પરંતુ હજુ પણ ઘણું શીખવાનું બાકી છે. ભારતીય વૈજ્ઞાનિકોએ આ ક્ષેત્રમાં મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું છે અને ભવિષ્યમાં પણ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવશે તેવી અપેક્ષા છે.

16.2. શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓની સંરચના અને કાર્ય (Structure and Function of Mucosal Membranes) :

શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓ (Mucosal Membranes) એ ભીના, નરમ પેશીઓના સ્તરો છે જે શરીરના આંતરિક પોલાણો અને નળીઓને આવરી લે છે, જે બાહ્ય વાતાવરણના સંપર્કમાં હોય છે. આમાં શ્વસન માર્ગ (નાક, ગળું, શ્વાસનળી, ફેફસાં), પાચન માર્ગ (મોં, અન્નનળી, પેટ, આંતરડા), પ્રજનન માર્ગ (યોનિ, ગર્ભાશય) અને મૂત્રમાર્ગનો સમાવેશ થાય છે. આ ઝિલ્લીઓ શરીરને રોગકારક જીવો (બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ) અને અન્ય હાનિકારક પદાર્થોથી બચાવવામાં નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવે છે, અને તે આપણા શરીરની પ્રથમ સંરક્ષણ પંક્તિ બનાવે છે.

સંરચના (Structure) :

શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓ મુખ્યત્વે બે સ્તરો ધરાવે છે :

1. **એપિથેલિયમ (Epithelium) :** આ સૌથી બહારનું સ્તર છે જે સીધા બાહ્ય વાતાવરણના સંપર્કમાં આવે છે. તે વિશિષ્ટ પ્રકારના કોષોનું બનેલું હોય છે જે એકબીજા સાથે ચુસ્તપણે જોડાયેલા હોય છે, જેને **ટાઇટ જંકશન્સ** કહેવામાં આવે છે. આ ચુસ્ત જોડાણો એક અસરકારક ભૌતિક અવરોધ બનાવે છે જે પેથોજેન્સને અંતર્ગત પેશીઓમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે. એપિથેલિયલ કોષોના પ્રકાર અને ગોઠવણી તે કયા અંગને આવરી લે છે તેના પર આધાર રાખે છે. ઉદાહરણ તરીકે, શ્વસન માર્ગમાં **સિલિએટેડ સ્યુડોસ્ટ્રેટિફાઇડ કોલમનર એપિથેલિયમ** હોય છે, જેમાં સિલિયા (નાના વાળ જેવા પ્રવર્ધો) હોય છે જે શ્લેષ્મ અને ફસાયેલા કણોને ગળા તરફ ધકેલે છે, જ્યાં તેને ગળી જઈને અથવા ખાંસી દ્વારા બહાર કાઢી શકાય છે. બીજી તરફ, અન્નનળીમાં **બિન-કેરાટિનાઇઝ્ડ સ્ટ્રેટિફાઇડ સ્ક્વામસ એપિથેલિયમ** હોય છે જે ખોરાકના ઘર્ષણ સામે રક્ષણ આપે છે. એપિથેલિયમમાં **ગોબ્લેટ કોષો** પણ હોય છે, જે **મ્યુસીન** નામના પ્રોટીનનો સ્ત્રાવ કરે છે. મ્યુસીન પાણી સાથે ભળીને **શ્લેષ્મ** બનાવે છે, જે એક જાડું, ચીકણું પ્રવાહી છે જે પેથોજેન્સને ફસાવે છે, તેમને હાઇડ્રેટ કરે છે અને તેમને શરીરમાંથી બહાર કાઢવામાં મદદ કરે છે.

2. **લેમિના પ્રોપ્રિયા :** એપિથેલિયમની નીચેનું આ સ્તર ઢીલી સંયોજક પેશીઓનું બનેલું હોય છે જેમાં રક્તવાહિનીઓ, લસિકા વાહિનીઓ અને રોગપ્રતિકારક કોષો (જેમ કે મેક્રોફેજ, ડેન્ડ્રિટિક કોષો, લિમ્ફોસાઇટ્સ, માસ્ટ કોષો) ભરપૂર માત્રામાં હોય છે. આ સ્તર એપિથેલિયમને પોષણ અને આધાર પૂરો પાડે છે. લેમિના પ્રોપ્રિયામાં રહેલા રોગપ્રતિકારક કોષો પેથોજેન્સ સામે લડવામાં અને ચેપને ફેલાતા અટકાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તેઓ એન્ટિજેન્સ (પેથોજેન્સના અણુઓ)ને ઓળખે છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ

શરૂ કરે છે. લેમિના પ્રોપ્રિયામાં ગ્રંથીઓ પણ હોઈ શકે છે જે શ્લેષ્મ અને અન્ય પદાર્થોનો સ્ત્રાવ કરે છે.

કાર્ય (Function) :

શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓ અનેક મહત્ત્વપૂર્ણ કાર્યો કરે છે, જે નીચે મુજબ છે :

- **ભૌતિક અવરોધ (Physical Barrier) :** એપિથેલિયલ કોષોના ચુસ્ત જોડાણ અને શ્લેષ્મનો જાડો સ્તર એક અસરકારક ભૌતિક અવરોધ બનાવે છે જે પેથોજેન્સ અને અન્ય હાનિકારક પદાર્થોને શરીરમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે. શ્લેષ્મ પેથોજેન્સને ફસાવે છે અને સિલિયાની ગતિ દ્વારા તેને દૂર કરવામાં મદદ કરે છે.

- **રાસાયણિક અવરોધ (Chemical Barrier) :** શ્લેષ્મમાં એન્ઝાઇમ્સ (દા.ત., લાયસોઝાઇમ) અને એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ (દા.ત., ડિફેન્સિન્સ) હોય છે જે પેથોજેન્સને મારી નાખે છે અથવા તેમની વૃદ્ધિ અટકાવે છે. વધુમાં, શ્લેષ્મનું pH સ્તર પણ પેથોજેન્સના વિકાસને અટકાવી શકે છે.

- **રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ (Immunological Response) :** લેમિના પ્રોપ્રિયામાં રહેલા રોગપ્રતિકારક કોષો પેથોજેન્સને ઓળખે છે અને તેમના પર હુમલો કરે છે. તેઓ સાયટોકાઇન્સ અને કીમોકાઇન્સ જેવા સિગ્નલિંગ અણુઓ મુક્ત કરે છે જે અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને ચેપના સ્થળે આકર્ષે છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને સક્રિય કરે છે. આ પ્રક્રિયા ચેપને નિયંત્રણમાં રાખવામાં અને તેને સમગ્ર શરીરમાં ફેલાતા અટકાવવામાં મદદ કરે છે.

- **શોષણ (Absorption) :** પાચનતંત્રમાં શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓ પાચન થયેલા ખોરાકમાંથી પોષકતત્વો, પાણી અને ઇલેક્ટ્રોલાઇટ્સને શોષવામાં મદદ કરે છે. આ કાર્ય વિશિષ્ટ એપિથેલિયલ કોષો અને વિલી (Villi) અને માઇક્રોવિલી (Microvilli) જેવી રચનાઓ દ્વારા કરવામાં આવે છે જે શોષણ માટે સપાટી વિસ્તારમાં વધારો કરે છે.

- **લુબ્રિકેશન (Lubrication) :** શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓ દ્વારા સ્ત્રાવ થતું શ્લેષ્મ આંતરિક માર્ગોને ભીના અને લુબ્રિકેટેડ રાખે છે, જે ખોરાક, હવા અને અન્ય પદાર્થોની સરળ અવરજવરમાં મદદ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, શ્વસન માર્ગમાં શ્લેષ્મ હવાને ભેજવાળી બનાવે છે અને શ્વાસ લેવામાં સરળતા આપે છે. પાચન માર્ગમાં, શ્લેષ્મ ખોરાકને અન્નનળીમાંથી સરળતાથી પસાર થવામાં મદદ કરે છે.

- **સ્ત્રાવ (Secretion) :** શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓમાં ગ્રંથીઓ હોય છે જે શ્લેષ્મ, ઉત્સેચકો, હોર્મોન્સ અને અન્ય પદાર્થોનો સ્ત્રાવ કરે છે જે પાચન, શોષણ અને રોગપ્રતિકારક કાર્યોમાં મદદ કરે છે.

- **સંવેદના (Sensation) :** શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓમાં ચેતા અંત હોય છે જે સ્પર્શ, પીડા, તાપમાન અને સ્વાદ જેવી સંવેદનાઓને શોધી કાઢે છે.

આમ, શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓ શરીરની સંરક્ષણ પ્રણાલીમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે અને આપણા સ્વાસ્થ્યને જાળવવામાં મદદ કરે છે. તેમની જટિલ સંરચના અને કાર્યો તેમને બાહ્ય વાતાવરણ સામે અસરકારક અવરોધ અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવનું કેન્દ્ર બનાવે છે

16.3. શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના ઘટકો (Components of the Mucosal Immune System)

આપણે શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના ઘટકો (Components of the Mucosal Immune System) ને સમજીશું જે આ ઝીલ્લીઓને પેથોજેન્સથી રક્ષણ આપે છે.

શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી એ રોગપ્રતિકારક શક્તિનો એક વિશિષ્ટ ભાગ છે જે શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓને ચેપથી બચાવવા માટે જવાબદાર છે. તે કોષો, પેશીઓ અને પરમાણુઓનું એક જટિલ નેટવર્ક છે જે પેથોજેન્સને ઓળખવા અને દૂર કરવા માટે એકસાથે કામ કરે છે.

શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના મુખ્ય ઘટકો નીચે મુજબ છે :

1. ભૌતિક અને રાસાયણિક અવરોધો (Physical and Chemical Barriers) :

- **શ્લેષ્મ (Mucus) :** જેમ આપણે અગાઉ ચર્ચા કરી છે, શ્લેષ્મ એ શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓ દ્વારા સ્ત્રાવ થતું જાડું, ચીકણું પ્રવાહી છે જે પેથોજેન્સને ફસાવે છે અને તેમને અંતર્ગત પેશીઓમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે. તેમાં મ્યુસીન ઉપરાંત એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પદાર્થો પણ હોય છે.
- **સિલિયા (Cilia) :** શ્વસન માર્ગના એપિથેલિયમમાં હાજર નાના વાળ જેવા પ્રવર્ધો જે શ્લેષ્મ અને ફસાયેલા કણોને ગળા તરફ ધકેલે છે, જ્યાં તેમને ગળી જઇને અથવા ખાંસી દ્વારા બહાર કાઢી શકાય છે.
- **ટાઇટ જંકશન્સ (Tight Junctions) :** એપિથેલિયલ કોષો વચ્ચેના ચુસ્ત જોડાણો જે પેથોજેન્સને કોષો વચ્ચેની જગ્યામાંથી પસાર થતા અટકાવે છે.
- **એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ (Antimicrobial Peptides - AMPs) :** નાના પ્રોટીન જે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને ફૂગ સહિતના સુક્ષ્મસજીવોની વિશાળ શ્રેણીને મારી નાખે છે અથવા તેમની વૃદ્ધિ અટકાવે છે. ઉદાહરણોમાં ડિફેન્સિન્સ અને કેથેલિસિડિન્સ શામેલ છે.
- **લાયસોઝાઇમ (Lysozyme) :** એક એન્ઝાઇમ જે બેક્ટેરિયલ કોષ દિવાલમાં પેપ્ટીડોગ્લાયકેન નામના બંધારણને તોડી નાખે છે, જેનાથી બેક્ટેરિયાનો નાશ થાય છે. તે આંસુ, લાળ અને શ્લેષ્મમાં મળી આવે છે.
- **લેક્ટોફેરિન (Lactoferrin) :** એક પ્રોટીન જે આયર્ન સાથે જોડાય છે, જે બેક્ટેરિયાના વિકાસ માટે આવશ્યક પોષકતત્વ છે. આયર્નને દૂર કરીને, લેક્ટોફેરિન બેક્ટેરિયલ વૃદ્ધિને અટકાવે છે.

2. જન્મજાત રોગપ્રતિકારક કોષો (Innate Immune Cells) :

આ કોષો પેથોજેન્સને ઝડપથી ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા માટે જવાબદાર છે. તેઓ શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓમાં સતત પેટ્રોલિંગ કરે છે અને ચેપના પ્રથમ સંકેત પર કાર્ય કરે છે.

- **મેક્રોફેજ (Macrophages) :** ફેગોસાયટીક કોષો જે પેથોજેન્સ, મૃત કોષો અને સેલ્યુલર કચરાને ઘેરી લે છે અને પચાવે છે. તેઓ સાયટોકાઇન્સ પણ મુક્ત કરે છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે.
- **ડેન્ડ્રિટિક કોષો (Dendritic Cells - DCs) :** એન્ટિજેન-પ્રેઝેન્ટિંગ કોષો (Antigen-Presenting Cells - APCs) જે પેથોજેન્સમાંથી એન્ટિજેન્સ મેળવે છે અને તેમને અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક કોષો, ખાસ કરીને T કોષોને રજૂ કરે છે, રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરૂ કરે છે.
- **ન્યૂટ્રોફિલ્સ (Neutrophils) :** ફેગોસાયટીક કોષો જે બેક્ટેરિયા અને ફૂગને ઘેરી લે છે અને મારી નાખે છે. તેઓ ચેપના સ્થળે ઝડપથી પહોંચે છે અને પરુની રચનામાં ફાળો આપે છે.
- **માસ્ટ કોષો (Mast Cells) :** પેશીઓમાં રહેલા કોષો જે હિસ્ટામાઇન અને અન્ય મધ્યસ્થીઓ ધરાવતા ગ્રાન્યુલ્સ ધરાવે છે. તેઓ એલર્જીક પ્રતિક્રિયાઓ અને પરોપજીવી ચેપ સામે રક્ષણમાં ભૂમિકા ભજવે છે.
- **નેચરલ કિલર કોષો (Natural Killer Cells - NK Cells) :** કોષો જે વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સર કોષોને ઓળખી અને મારી શકે છે.

3. અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક કોષો (Adaptive Immune Cells) :

આ કોષો ચોક્કસ પેથોજેન્સને ઓળખવા અને યાદ રાખવા માટે સક્ષમ છે, જે ભવિષ્યમાં તે જ પેથોજેન સામે ઝડપી અને વધુ અસરકારક પ્રતિભાવ પ્રદાન કરે છે.

- **T લિમ્ફોસાઇટ્સ (T Lymphocytes) :**
  - **CD4+ T કોષો (Helper T Cells) :** B કોષોને એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવામાં અને મેક્રોફેજને સક્રિય કરવામાં મદદ કરે છે.
  - **CD8+ T કોષો (Cytotoxic T Cells) :** વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સર કોષોને સીધા જ મારી નાખે છે.
- **B લિમ્ફોસાઇટ્સ (B Lymphocytes) :** એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરે છે જે પેથોજેન્સને બેઅસર કરે છે અને તેમને ફેગોસાયટોસિસ માટે ચિહિત કરે છે. શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષામાં **IgA** ઉત્પન્ન કરતા B કોષો ખાસ કરીને મહત્વપૂર્ણ છે.

4. સિક્રેટરી IgA (Secretory IgA - sIgA) :

આ એન્ટિબોડીનો મુખ્ય પ્રકાર છે જે શ્લેષ્મ સપાટી પર જોવા મળે છે. તે પ્લાઝ્મા કોષો દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે જે લેમિના પ્રોપ્રિયામાં રહે છે. sIgA પેથોજેન્સને શ્લેષ્મ ઝિલ્લીમાં જોડતા અટકાવે છે, તેમને બેઅસર કરે છે અને તેમને શરીરમાંથી બહાર કાઢવામાં મદદ કરે છે. તે બેક્ટેરિયા અને વાયરસના સમૂહનું કારણ પણ બની શકે છે, જે તેમને ફેગોસાયટોસિસ માટે વધુ સંવેદનશીલ બનાવે છે.

5. મ્યુકોસા-એસોસિએટેડ લિમ્ફોઇડ ટિશ્યુ (Mucosa-Associated Lymphoid Tissue - MALT) :

આ સંગઠિત લિમ્ફોઇડ પેશીઓનું નેટવર્ક છે જે સમગ્ર શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓમાં સ્થિત છે. તે શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રેરિત કરવા અને જાળવવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. MALT ના ઉદાહરણોમાં શામેલ છે :

- **ગટ-એસોસિએટેડ લિમ્ફોઇડ ટિશ્યુ (Gut-Associated Lymphoid Tissue - GALT) :** પાચનતંત્રમાં જોવા મળે છે અને તેમાં પેયર્સ પેચીસ, મેસેન્ટરિક લિમ્ફ નોડ્સ અને અલગ લિમ્ફોઇડ ફોલિકલ્સ શામેલ છે.
- **નાસોફેરિન્ક્સ-એસોસિએટેડ લિમ્ફોઇડ ટિશ્યુ (Nasopharynx-Associated Lymphoid Tissue - NALT) :** નાસોફેરિન્ક્સમાં જોવા મળે છે અને તેમાં કાકડા અને એડીનોઇડ્સ શામેલ છે.
- **બ્રોન્કસ-એસોસિએટેડ લિમ્ફોઇડ ટિશ્યુ (Bronchus-Associated Lymphoid Tissue - BALT) :** શ્વસન માર્ગમાં જોવા મળે છે.

MALTમાં, એન્ટિજેન્સ વિશિષ્ટ M કોષો (M Cells) દ્વારા લેવામાં આવે છે જે પેયર્સ પેચીસ અને અન્ય લિમ્ફોઇડ ફોલિકલ્સના એપિથેલિયમમાં સ્થિત હોય છે. M કોષો એન્ટિજેન્સને અંતર્ગત ડેન્ડ્રિટિક કોષોમાં સ્થાનાંતરિત કરે છે, જે પછી આ એન્ટિજેન્સને T કોષોમાં રજૂ કરે છે, રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ શરૂ કરે છે.

આમ, શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી એ એક જટિલ અને અત્યંત કાર્યક્ષમ પ્રણાલી છે જે શરીરને પેથોજેન્સથી બચાવવા માટે અનેક સ્તરો પર કાર્ય કરે છે. શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓ, ભૌતિક અને રાસાયણિક અવરોધો, જન્મજાત અને અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક કોષો, sIgA અને MALT આ બધા ઘટકો ભેગા મળીને ચેપ સામે મજબૂત સંરક્ષણ પૂરું પાડે છે.

16.4. સિક્રેટરી IgA અને તેની ભૂમિકા (Secretory IgA and Its Role).

અગાઉ શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના ઘટકો વિશે ચર્ચા કરી. હવે આપણે તે ઘટકો પૈકી એક એવા સિક્રેટરી IgA (Secretory IgA) અને મ્યુકોસલ ઇમ્યુનીટીમાં તેની ભૂમિકાને ઊંડાણપૂર્વક સમજીશું.

સિક્રેટરી IgA (Secretory IgA - sIgA) એ ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન A (IgA)નું મુખ્ય આઇસોટાઇપ છે જે શ્લેષ્મ સ્ત્રાવ જેમ કે લાળ, આંસુ, શ્વસન માર્ગ અને પાચન માર્ગના પ્રવાહી અને સ્તન દૂધમાં મળી આવે છે. તે શ્લેષ્મ સપાટી પર રોગપ્રતિકારક સંરક્ષણની પ્રથમ હરોળ બનાવે છે અને પેથોજેન્સને શરીરમાં પ્રવેશતા અટકાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

સિક્રેટરી IgA ની સંરચના (Structure of Secretory IgA) :

sIgA એ ડાયમેરિક (Dimeric) IgA છે, જેનો અર્થ છે કે તે બે IgA મોનોમર્સ ધરાવે છે જે **J ચેઇન (J Chain)** નામના પોલિપેપ્ટાઇડ દ્વારા એકબીજા સાથે જોડાયેલા હોય છે. આ ઉપરાંત, sIgA માં **સિક્રેટરી કમ્પોનન્ટ (Secretory Component - SC)** નામનો એક વધારાનો પોલિપેપ્ટાઇડ પણ હોય છે. SC એ ટ્રાન્સમેમ્બ્રેન પ્રોટીનનો ટુકડો છે જેને **પોલી-ઇમ્યુનોગ્લોબ્યુલિન રિસેપ્ટર (Poly-immunoglobulin Receptor - pIgR)** કહેવામાં આવે છે, જે એપિથેલિયલ કોષોની સપાટી પર વ્યક્ત થાય છે.

સિક્રેટરી IgAનું ઉત્પાદન (Production of Secretory IgA) :

sIgAનું ઉત્પાદન એક જટિલ પ્રક્રિયા છે જેમાં ઘણા કોષો અને પરમાણુઓ શામેલ છે :

1. **B કોષ સક્રિયકરણ (B Cell Activation) :** શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓના લેમિના પ્રોપ્રિયામાં રહેલા B કોષો એન્ટિજેન્સના સંપર્કમાં આવે છે અને સક્રિય થાય છે. આ સક્રિયકરણ T કોષોની મદદથી અથવા T કોષોથી સ્વતંત્ર રીતે થઈ શકે છે.
2. **પ્લાઝ્મા કોષ ભિન્નતા (Plasma Cell Differentiation) :** સક્રિય B કોષો પ્લાઝ્મા કોષોમાં ભિન્નતા પામે છે જે મુખ્યત્વે ડાયમેરિક IgA અને J ચેઇન ઉત્પન્ન કરે છે.
3. **pIgR સાથે બંધન (Binding to pIgR) :** ડાયમેરિક IgA, J ચેઇન સાથે, એપિથેલિયલ કોષોના બેઝોલેટરલ સપાટી પર વ્યક્ત pIgR સાથે જોડાય છે.
4. **ટ્રાન્સસાયટોસિસ (Transcytosis) :** pIgR-IgA સંકુલ એન્ડોસાયટોસિસ દ્વારા કોષમાં પ્રવેશે છે અને વેસિકલ્સ દ્વારા કોષની ટોચની (સપાટી પર પરિવહન થાય છે. આ પ્રક્રિયાને ટ્રાન્સસાયટોસિસ કહેવામાં આવે છે.
5. **પ્રોટીઓલિટીક ક્લીવેજ (Proteolytic Cleavage) :** કોષની ટોચની સપાટી પર, pIgRનો એક્સ્ટ્રા સેલ્યુલર ભાગ પ્રોટીઝ એન્ઝાઇમ દ્વારા કાપવામાં આવે છે, જે ડાયમેરિક IgAને SC સાથે જોડીને મુક્ત કરે છે. આ રીતે બનેલા ડાયમેરિક IgA, J ચેઇન અને SC ના સંકુલને સિક્રેટરી IgA (sIgA) કહેવામાં આવે છે.
6. **શ્લેષ્મ સ્ત્રાવમાં મુક્તિ (Release into Mucosal Secretions) :** sIgAને શ્લેષ્મ સ્ત્રાવમાં મુક્ત કરવામાં આવે છે, જ્યાં તે તેની રોગપ્રતિકારક કાર્યો કરે છે.

સિક્રેટરી IgAના કાર્યો (Functions of Secretory IgA) :

sIgA શ્લેષ્મ સપાટી પર રોગપ્રતિકારક સંરક્ષણ પ્રદાન કરવા માટે અનેક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે :

- **પેથોજેન ન્યુટ્રલાઇઝેશન (Pathogen Neutralization) :** sIgA પેથોજેન્સ (બેક્ટેરિયા, વાયરસ, પરોપજીવી) અને તેમના ઝેર સાથે જોડાઇને તેમને શ્લેષ્મ ઝિલ્લીના એપિથેલિયલ કોષો સાથે જોડતા અટકાવે છે, આમ ચેપને અટકાવે છે.
- **ઇમ્યુન એક્સક્લુઝન (Immune Exclusion) :** sIgA પેથોજેન્સને એકઠા કરીને તેમનો નિકાલ સરળ બનાવે છે. આ પ્રક્રિયા પેથોજેન્સને શ્લેષ્મ સ્તરમાં ફસાવે છે અને તેમને સિલિયાની ગતિ અથવા પેરીસ્ટાલસિસ દ્વારા દૂર કરવામાં મદદ કરે છે.
- **ઇન્ટ્રાસેલ્યુલર ન્યુટ્રલાઇઝેશન (Intracellular Neutralization) :** sIgA કોષની અંદર વાયરલ પ્રતિકૃતિને અવરોધિત કરી શકે છે. જો વાયરસ કોષમાં પ્રવેશ કરે તો પણ, sIgA ટ્રાન્સસાયટોસિસ દરમિયાન વાયરસ સાથે જોડાઇ શકે છે અને તેને નિષ્ક્રિય કરી શકે છે.
- **એન્ટિજેન ડિલિવરી (Antigen Delivery) :** sIgA એન્ટિજેન્સને M કોષોમાં લઈ જઈ શકે છે, જે તેમને અંતર્ગત ડેન્ડ્રિટિક કોષોમાં સ્થાનાંતરિત કરે છે, જે બદલામાં T કોષોને એન્ટિજેન્સ રજૂ કરે છે અને અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને સક્રિય કરે છે.
- **બળતરા વિરોધી અસરો (Anti-inflammatory Effects) :** sIgA શ્લેષ્મ સપાટી પર બળતરાને મર્યાદિત કરવામાં મદદ કરી શકે છે. તે કોમ્પ્લિમેન્ટ સિસ્ટમને સક્રિય કરતું નથી, જે બળતરાનું એક મુખ્ય ચાલક છે. વધુમાં, sIgA હાનિકારક આંતરડાના બેક્ટેરિયાને આંતરડાના ઉપકલામાં પ્રવેશતા અટકાવીને બળતરા ઘટાડી શકે છે.

સિક્રેટરી IgAનું મહત્ત્વ (Importance of Secretory IgA) :

sIgA શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષામાં નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવે છે અને ઘણા રોગો સામે રક્ષણ પૂરું પાડે છે, જેમાં શામેલ છે :

- શ્વસન ચેપ (દા.ત., ઈન્ફ્લ્યુએન્ઝા, ન્યુમોનિયા)
- પાચન ચેપ (દા.ત., રોટાવાયરસ, સાલ્મોનેલા)
- પ્રજનન માર્ગના ચેપ (દા.ત., ક્લેમીડિયા, ગોનોરિયા)
- મૂત્ર માર્ગના ચેપ
- એલર્જી
- સ્વયં પ્રતિરક્ષા રોગો

sIgAની ઉણપ ધરાવતી વ્યક્તિઓમાં શ્વસન અને પાચન ચેપ, એલર્જી અને સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો થવાનું જોખમ વધારે હોય છે.

અંતે, સિક્રેટરી IgA એ શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ઘટક છે જે શ્લેષ્મ સપાટી પર રોગપ્રતિકારક સંરક્ષણની પ્રથમ હરોળ બનાવે છે. તેની અનન્ય સંરચના અને ઉત્પાદન પદ્ધતિ તેને શ્લેષ્મ સ્ત્રાવમાં કાર્ય કરવા માટે સક્ષમ બનાવે છે. sIgA પેથોજેન્સને બેઅસર કરીને, તેને એકઠા કરીને, ઇન્ટ્રાસેલ્યુલર પ્રતિકૃતિને અવરોધિત કરીને, એન્ટિજેન ડિલિવરીને સરળ બનાવીને અને બળતરાને મર્યાદિત કરીને ચેપ સામે રક્ષણ પૂરું પાડે છે. sIgAનું મહત્ત્વ શ્લેષ્મ સપાટી પરના અનેક રોગો સામે રક્ષણ આપવાની તેની ક્ષમતામાં રહેલું છે.

16.5. આંતરડા સાથે સંકળાયેલ લિમ્ફોઇડ પેશી (GALT) (Gut-Associated Lymphoid Tissue (GALT)) :

GALT વિશે શીખીશું, જે આંતરડામાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવો શરૂ કરવામાં અને તેને નિયંત્રિત કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

આંતરડા સાથે સંકળાયેલ લિમ્ફોઇડ પેશી (GALT) એ શરીરની સૌથી મોટી અને કદાચ સૌથી જટિલ રોગપ્રતિકારક અંગ પ્રણાલી છે. તે પાચનતંત્રમાં મ્યુકોસા-એસોસિએટેડ લિમ્ફોઇડ ટિશ્યુ (MALT)નો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ બનાવે છે અને આંતરડાના લ્યુમેનમાં રહેલા વિશાળ શ્રેણીના એન્ટિજેન્સ સામે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવો શરૂ કરવા અને તેનું નિયમન કરવા માટે જવાબદાર છે.

GALTની સંરચના (Structure of GALT) :

GALTને બે મુખ્ય કાર્યાત્મક ભાગોમાં વિભાજિત કરી શકાય છે :

1. ઇન્ડક્ટિવ સાઇટ્સ (Inductive Sites) : જ્યાં એન્ટિજેન્સનો સામનો થાય છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવો શરૂ થાય છે. GALTમાં મુખ્ય ઇન્ડક્ટિવ સાઇટ્સમાં શામેલ છે :

- **પેયર્સ પેચીસ (Peyer's Patches - PP) :** સંગઠિત લિમ્ફોઇડ ફોલિકલ્સ જે મુખ્યત્વે નાના આંતરડાના ઇલિયમમાં જોવા મળે છે. PPમાં B કોષ ફોલિકલ્સ, T કોષ વિસ્તારો અને **M કોષો (M Cells)** ધરાવતું ફોલિકલ-એસોસિએટેડ એપિથેલિયમ (FAE) હોય છે. M કોષો એન્ટિજેન્સને આંતરડાના લ્યુમેનમાંથી અંતર્ગત રોગપ્રતિકારક કોષોમાં સ્થાનાંતરિત કરે છે.
- **અલગ લિમ્ફોઇડ ફોલિકલ્સ (Isolated Lymphoid Follicles - ILFs) :** નાના લિમ્ફોઇડ એકત્રીકરણો જે સમગ્ર નાના અને મોટા આંતરડામાં વિખરાયેલા હોય છે.
- **મેસેન્ટરિક લિમ્ફ નોડ્સ (Mesenteric Lymph Nodes - MLNs) :** લિમ્ફ નોડ્સ જે મેસેન્ટરીમાં સ્થિત છે. MLNs આંતરડામાંથી લસિકા ડ્રેનેજ મેળવે છે અને T અને B કોષોના સક્રિયકરણ અને ભિન્નતા માટેના મુખ્ય સ્થાનો છે.

2. ઇફેક્ટર સાઇટ્સ (Effector Sites) : જ્યાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવો હાથ ધરવામાં આવે છે. GALTમાં મુખ્ય ઇફેક્ટર સાઇટ્સમાં શામેલ છે :

- **લેમિના પ્રોપ્રિયા (Lamina Propria) :** આંતરડાના એપિથેલિયમની નીચેનું સંયોજક પેશીઓનું સ્તર, જેમાં CD4+ T કોષો, CD8+ T કોષો, પ્લાઝ્મા કોષો (જે IgA ઉત્પન્ન કરે છે), મેક્રોફેજ, ડેન્ડ્રિટિક કોષો અને માસ્ટ કોષો સહિત રોગપ્રતિકારક કોષોની વિશાળ વસ્તી હોય છે.

- **ઇન્ટ્રાએપિથેલિયલ લિમ્ફોસાઇટ્સ (Intraepithelial Lymphocytes - IELs) :** T કોષો જે આંતરડાના એપિથેલિયલ કોષો વચ્ચે રહે છે.

GALTના કાર્યો (Functions of GALT) :

- **એન્ટિજેન સેમ્પલિંગ અને ટ્રાન્સપોર્ટ :** M કોષો આંતરડાના લ્યુમેનમાંથી એન્ટિજેન્સને સક્રિય રીતે મેળવે છે અને તેમને અંતર્ગત ડેન્ડ્રિટિક કોષોમાં સ્થાનાંતરિત કરે છે. ડેન્ડ્રિટિક કોષો પછી આ એન્ટિજેન્સને MLNsમાં લઈ જાય છે.

- **રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોની શરૂઆત :** MLNsમાં એન્ટિજેન-વિશિષ્ટ T અને B કોષો સક્રિય થાય છે અને ભિન્નતા પામે છે. સક્રિય T કોષો સાયટોકાઇન્સ ઉત્પન્ન કરે છે જે B કોષોને IgA-ઉત્પન્ન કરતા પ્લાઝ્મા કોષોમાં ભિન્નતા કરવામાં મદદ કરે છે.

- **મ્યુકોસલ ઇમ્યુન પ્રતિભાવોનું નિયમન :** GALT મૌખિક સહિષ્ણુતા (Oral Tolerance) દ્વારા બિન-હાનિકારક એન્ટિજેન્સ પ્રત્યે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને દબાવવા માટે સક્ષમ છે.

- **ચેપ સામે રક્ષણ :** GALT પેથોજેનિક સુક્ષ્મજીવો સામે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને ઉત્તેજિત કરીને આંતરડાને ચેપથી બચાવે છે. IgA આ રક્ષણમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **આંતરડાના માઇક્રોબાયોટા સાથે સહજીવન જાળવવું :** GALT આંતરડાના માઇક્રોબાયોટા સાથે સહજીવન સંબંધ જાળવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, જે આંતરડામાં રહેલા સુક્ષ્મજીવોનો વિશાળ સમુદાય છે.

આમ, GALT એ એક જટિલ અને ગતિશીલ રોગપ્રતિકારક અંગ પ્રણાલી છે જે આંતરડાના સ્વાસ્થ્યને જાળવવા અને પેથોજેન્સ સામે રક્ષણ પૂરું પાડવામાં નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવે છે. તેની અનન્ય સંરચના એન્ટિજેન સેમ્પલિંગ, રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોની શરૂઆત અને નિયમન અને મૌખિક સહિષ્ણુતાની જાળવણી માટે પરવાનગી આપે છે. GALTના કાર્યો આંતરડાના માઇક્રોબાયોટા સાથે સહજીવન સંબંધ જાળવવા અને સમગ્ર શરીરના સ્વાસ્થ્યને પ્રોત્સાહન આપવા માટે આવશ્યક છે.

16.6. મૌખિક સહિષ્ણુતા અને તેની પ્રાસંગિકતા (Oral Tolerance and Its Relevance) :

આપણે મૌખિક સહિષ્ણુતા વિશે શીખીશું, જે GALT દ્વારા મધ્યસ્થી કરવામાં આવતી એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે અને આંતરડાના સ્વાસ્થ્ય અને સમગ્ર રોગપ્રતિકારક પ્રણાલી માટે તેની ઊંડી પ્રાસંગિકતા છે.

મૌખિક સહિષ્ણુતા એ એવી સ્થિતિ છે જેમાં મૌખિક રીતે ગ્રહણ કરવામાં આવેલા એન્ટિજેન્સ (સામાન્ય રીતે ખોરાકના પ્રોટીન) પ્રત્યે સક્રિય રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવનો અભાવ હોય છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, તે એક એવી પ્રક્રિયા છે જેના દ્વારા રોગપ્રતિકારક શક્તિ ખોરાકમાં હાજર હાનિકારક એન્ટિજેન્સ પ્રત્યે પ્રતિક્રિયા આપવાનું ટાળે છે. આ પ્રક્રિયા આંતરડાના સ્વાસ્થ્યને જાળવવા અને ફૂડ એલર્જી અને અન્ય રોગપ્રતિકારક-મધ્યસ્થી વિકૃતિઓને રોકવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

મૌખિક સહિષ્ણુતાની પદ્ધતિ (Mechanism of Oral Tolerance) :

મૌખિક સહિષ્ણુતાની ચોક્કસ પદ્ધતિ સંપૂર્ણપણે સમજી શકાઈ નથી, પરંતુ એવું માનવામાં આવે છે કે તેમાં નીચેના પરિબળો શામેલ છે :

- **એન્ટિજેન-પ્રેઝેન્ટિંગ કોષો (Antigen-Presenting Cells - APCs) :** આંતરડામાં રહેલા ડેન્ડ્રિટિક કોષો (Dendritic Cells - DCs) ખોરાકના એન્ટિજેન્સને મેળવે છે અને તેને મેસેન્ટરિક લિમ્ફ નોડ્સ (MLNs)માં લઈ જાય છે. મૌખિક સહિષ્ણુતા પ્રેરિત કરવા માટે આ DCs એન્ટિજેન્સને એવી રીતે રજૂ કરે છે જે T કોષોને સક્રિય કરવાને બદલે તેમને દબાવી દે છે.
- **નિયામક T કોષો (Regulatory T Cells - Tregs) :** Tregs એ T કોષોનો એક વિશિષ્ટ પેટા સમૂહ છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને દબાવવા અને સ્વ-સહિષ્ણુતા જાળવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. મૌખિક સહિષ્ણુતાના સંદર્ભમાં Tregs આંતરડામાં એકઠા થાય છે અને ખોરાકના એન્ટિજેન્સ પ્રત્યે સક્રિય રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને અટકાવે છે. તેઓ IL-10 અને TGF-β જેવાં ઇમ્યુનોસપ્રેસિવ સાયટોકાઇન્સ ઉત્પન્ન કરે છે જે અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોની પ્રવૃત્તિને દબાવી દે છે.
- **એનર્જી (Anergy) :** T કોષો એન્ટિજેન પ્રત્યે નિષ્ક્રિય અથવા નિષ્ક્રિય બની શકે છે, જે તેને સક્રિય થતાં અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ શરૂ કરતા અટકાવે છે.
- **ડિલીશન (Deletion) :** એન્ટિજેન-રિએક્ટિવ T કોષો એપોપ્ટોસિસ નામની પ્રક્રિયા દ્વારા દૂર થઈ શકે છે, જેને પ્રોગ્રામ્ડ સેલ ડેથ પણ કહેવામાં આવે છે.
- **આંતરડાના માઇક્રોબાયોટા (Gut Microbiota) :** આંતરડામાં રહેલા સુક્ષ્મજીવોનો સમુદાય મૌખિક સહિષ્ણુતાના વિકાસમાં ભૂમિકા ભજવે છે. સહજીવન બેક્ટેરિયા રોગપ્રતિકારક શક્તિને 'શિક્ષિત' કરવામાં મદદ કરે છે અને Tregsના વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે.

મૌખિક સહિષ્ણુતાની પ્રાસંગિકતા (Relevance of Oral Tolerance) :

મૌખિક સહિષ્ણુતા અનેક કારણોસર મહત્ત્વપૂર્ણ છે :

- **ફૂડ એલર્જી નિવારણ (Prevention of Food Allergies) :** મૌખિક સહિષ્ણુતાની નિષ્ફળતા ફૂડ એલર્જીના વિકાસ તરફ દોરી શકે છે. ફૂડ એલર્જી ત્યારે થાય છે જ્યારે રોગપ્રતિકારક શક્તિ ખોરાકમાંના હાનિકારક પ્રોટીન પ્રત્યે વધુ પડતી પ્રતિક્રિયા આપે છે, જેના કારણે વિવિધ લક્ષણો જોવા મળે છે જે હળવાથી (દા.ત., ખંજવાળ, શિળસ) ગંભીર (દા.ત., એનાફિલેક્સિસ) સુધીના હોઈ શકે છે.

- **સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોનું નિવારણ (Prevention of Autoimmune Diseases) :** એવું માનવામાં આવે છે કે મૌખિક સહિષ્ણુતામાં ખામી અમુક સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોના વિકાસમાં ફાળો આપી શકે છે, જેમ કે સેલિયાક રોગ અને ઇન્ફ્લેમેટરી આંતરડા રોગ. આ રોગોમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ શરીરના પોતાના પેશીઓ પર હુમલો કરે છે.

- **આંતરડાના સ્વાસ્થ્યની જાળવણી (Maintenance of Gut Health) :** મૌખિક સહિષ્ણુતા આંતરડામાં બળતરાને રોકવામાં મદદ કરે છે અને આંતરડાના માઇક્રોબાયોટા સાથે સ્વસ્થ સહજીવન સંબંધ જાળવવામાં ફાળો આપે છે.

- **રોગપ્રતિકારક પ્રણાલીનું સંતુલન (Balance of the Immune System) :** મૌખિક સહિષ્ણુતા એ એક મહત્ત્વપૂર્ણ પદ્ધતિ છે જેના દ્વારા રોગપ્રતિકારક શક્તિ હાનિકારક અને હાનિકારક એન્ટિજેન્સ વચ્ચે તફાવત કરવાનું શીખે છે. તે રોગપ્રતિકારક પ્રણાલીને યોગ્ય રીતે કાર્ય કરવામાં અને સમગ્ર શરીરમાં સંતુલન જાળવવામાં મદદ કરે છે.

આમ, મૌખિક સહિષ્ણુતા એ એક આવશ્યક પ્રક્રિયા છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને ખોરાકમાં હાજર હાનિકારક એન્ટિજેન્સ પ્રત્યે પ્રતિક્રિયા આપતા અટકાવે છે. તે ફૂડ એલર્જી, સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો અને આંતરડાની બળતરાને રોકવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. મૌખિક સહિષ્ણુતાની પદ્ધતિ જટિલ છે અને તેમાં અનેક પરિબળો શામેલ છે, જેમાં એન્ટિજેન-પ્રેઝેન્ટિંગ કોષો અને આંતરડાના માઇક્રોબાયોટાનો સમાવેશ થાય છે. મૌખિક સહિષ્ણુતા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે સમજવાથી આપણને ફૂડ એલર્જી અને અન્ય રોગપ્રતિકારક-મધ્યસ્થી વિકૃતિઓ માટે નવી સારવાર વિકસાવવામાં મદદ મળી શકે છે

16.7. શ્લેષ્મ રસીઓનો વિકાસ (Development of Mucosal Vaccines) :

હવે આપણે શ્લેષ્મ રસીઓના વિકાસ, જે મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીને ઉત્તેજીત કરીને ચેપ સામે રક્ષણ પૂરું પાડવા માટે એક આશાસ્પદ અભિગમ છે તેના વિશે માહિતી મેળવીશું.

શ્લેષ્મ રસીઓ (Mucosal Vaccines) એવી રસીઓ છે જે મ્યુકોસલ સપાટી, જેમ કે નાક, મોં, અથવા ગુદામાર્ગ દ્વારા આપવામાં આવે છે, જેનો ઉદ્દેશ્ય મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીને ઉત્તેજીત કરવાનો છે. મોટાભાગના પેથોજેન્સ મ્યુકોસલ સપાટી દ્વારા શરીરમાં પ્રવેશતા હોવાથી મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીને પ્રેરિત કરતી રસીઓ ચેપને રોકવામાં વધુ અસરકારક સાબિત થઈ શકે છે.

શ્લેષ્મ રસીઓના ફાયદા (Advantages of Mucosal Vaccines) :

- **મ્યુકોસલ અને પ્રણાલીગત પ્રતિરક્ષાનું ઇન્ડક્શન :** શ્લેષ્મ રસીઓ સિક્રેટરી IgA (sIgA)ના ઉત્પાદનને પ્રેરિત કરે છે, જે મ્યુકોસલ સપાટી પર રોગપ્રતિકારક સંરક્ષણની પ્રથમ હરોળ છે. તેઓ પ્રણાલીગત પ્રતિરક્ષા પણ પ્રેરિત કરી શકે છે, જેમાં IgG એન્ટિબોડીઝ અને T કોષ પ્રતિભાવોનો સમાવેશ થાય છે.

- **સોય-મુક્ત રસીકરણ :** શ્લેષ્મ રસીઓ ખાસ કરીને મૌખિક અને અનુનાસિક રસીઓ, સોય-મુક્ત હોઈ શકે છે, જે તેમને સંચાલિત કરવાનું સરળ બનાવે છે અને પીડા તથા ચિંતા ઘટાડે છે.

- **વધુ સારી પાલન અને સામૂહિક રસીકરણ માટે યોગ્ય :** સોય-મુક્ત પ્રકૃતિ અને સંચાલનની સરળતા શ્લેષ્મ રસીઓ માટે દર્દીનું પાલન સુધારી શકે છે. તે સામૂહિક રસીકરણ કાર્યક્રમો માટે પણ યોગ્ય છે.

શ્લેષ્મ રસીઓના વિકાસમાં પડકારો (Challenges in the Development of Mucosal Vaccines) :

- **મૌખિક સહિષ્ણુતાને દૂર કરવી :** મ્યુકોસલ સપાટી, ખાસ કરીને આંતરડા, મૌખિક સહિષ્ણુતા (Oral Tolerance) પ્રેરિત કરે છે, જે રસી એન્ટિજેન્સ સામે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને નબળી પાડી શકે છે.

- **અનુકૂળ સહાયકોની પસંદગી :** શ્લેષ્મ રસીઓને ઘણીવાર સહાયકો (Adjuvants) ની જરૂર હોય છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને વધારી શકે.

- **સ્થિરતા, શેલ્ફ લાઇફ, ડોઝ અને એડમિનિસ્ટ્રેશન :** શ્લેષ્મ રસીઓની સ્થિરતા, ખાસ કરીને જીવંત એટેન્યુએટેડ રસીઓની, ટૂંકી હોઈ શકે છે. યોગ્ય ડોઝ અને એડમિનિસ્ટ્રેશન રૂટ નક્કી કરવો પણ મુશ્કેલ હોઈ શકે છે.

શ્લેષ્મ રસીઓના પ્રકાર (Types of Mucosal Vaccines) :

- **જીવંત એટેન્યુએટેડ રસીઓ (Live Attenuated Vaccines) :** નબળા પેથોજેન ધરાવે છે જે મ્યુકોસલ સપાટી પર પ્રતિકૃતિ બનાવી શકે છે અને મજબૂત રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ પ્રેરિત કરી શકે છે. ઉદાહરણ : મૌખિક પોલિયો રસી (OPV).

- **નિષ્ક્રિય રસીઓ (Inactivated Vaccines) :** નિષ્ક્રિયકૃત પેથોજેન્સ ધરાવે છે અને ઘણીવાર સહાયકોની જરૂર હોય છે.

- **સબ્યુનિટ રસીઓ (Subunit Vaccines) :** પેથોજેનના માત્ર શુદ્ધ ભાગો (દા.ત., પ્રોટીન) ધરાવે છે અને સામાન્ય રીતે સલામત હોય છે પરંતુ તેમને ઘણીવાર સહાયકોની જરૂર હોય છે.
- **ડીએનએ રસીઓ (DNA Vaccines) :** પેથોજેનમાંથી એન્ટિજેન માટે કોડિંગ પ્લાઝમિડ ડીએનએ (Plasmid DNA) ધરાવે છે.
- **વેક્ટર આધારિત રસીઓ (Vector-Based Vaccines) :** વાયરલ વેક્ટર (દા.ત., એડેનોવાયરસ)નો ઉપયોગ કરે છે જે એન્ટિજેન માટે કોડિંગ જનીન ધરાવે છે.

શ્લેષ્મ રસીઓ ચેપી રોગો સામે રક્ષણ આપવા માટે એક આશાસ્પદ અભિગમ રજૂ કરે છે. તેઓ મ્યુકોસલ અને પ્રણાલીગત પ્રતિરક્ષા બંનેને પ્રેરિત કરવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. જોકે, તેમના વિકાસમાં અનેક પડકારો છે, જેમ કે મૌખિક સહિષ્ણુતાને દૂર કરવી અને યોગ્ય સહાયકો પસંદ કરવા. ચાલુ સંશોધન આ પડકારોને સંબોધવા અને અસરકારક અને સુરક્ષિત શ્લેષ્મ રસીઓ પ્રદાન કરવા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરી રહ્યા છે જે વૈશ્વિક સ્વાસ્થ્ય પર નોંધપાત્ર અસર કરી શકે છે.

16.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીની જટિલ દુનિયામાં પ્રવેશ કર્યો, જે શરીરની સંરક્ષણ પ્રણાલીનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે. આપણે શીખ્યા કે શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓ શરીરના આંતરિક પોલાણોને આવરી લે છે અને બાહ્ય વાતાવરણ સામે ભૌતિક અને રાસાયણિક અવરોધ બનાવે છે. શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિવિધ ઘટકો, જેમ કે ભૌતિક અવરોધો (શ્લેષ્મ, સિલિયા), રાસાયણિક અવરોધો (એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પેપ્ટાઇડ્સ, લાયસોઝાઇમ), જન્મજાત રોગપ્રતિકારક કોષો (મેક્રોફેજ, ડેન્ડ્રિટિક કોષો), અનુકૂલનશીલ રોગપ્રતિકારક કોષો (T અને B લિમ્ફોસાઇટ્સ) અને સિક્રેટરી IgA (sIgA), સંયુક્ત રીતે કાર્ય કરીને પેથોજેન્સને શરીરમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે.

આપણે sIgA ની મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું, જે શ્લેષ્મ સ્ત્રાવમાં મળી આવતો મુખ્ય એન્ટિબોડી છે અને પેથોજેન્સને બેઅસર કરીને, તેમને એકઠા કરીને અને ઇન્ટ્રાસેલ્યુલર પ્રતિકૃતિને અવરોધિત કરીને ચેપ સામે રક્ષણ પૂરું પાડે છે. આપણે આંતરડા સાથે સંકળાયેલ લિમ્ફોઇડ પેશી (GALT)ની રચના અને કાર્ય વિશે પણ શીખ્યા, જે આંતરડામાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવો શરૂ કરવા અને મૌખિક સહિષ્ણુતા જાળવવા માટે જવાબદાર છે. મૌખિક સહિષ્ણુતા એ એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જે ખોરાકના એન્ટિજેન્સ પ્રત્યે બિનજરૂરી રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોને અટકાવે છે અને ફૂડ એલર્જી તથા સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોને રોકવામાં મદદ કરે છે.

છેલ્લે, આપણે શ્લેષ્મ રસીઓના વિકાસ વિશે ચર્ચા કરી, જે મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીને ઉત્તેજીત કરીને ચેપ સામે રક્ષણ આપવા માટે બનાવવામાં આવે છે. આ રસીઓ, ખાસ કરીને સોય-મુક્ત રસીઓ, વૈશ્વિક સ્વાસ્થ્ય પર નોંધપાત્ર અસર કરી શકે છે. જો કે, મૌખિક સહિષ્ણુતાને દૂર કરવી અને યોગ્ય સહાયકો પસંદ કરવા જેવા પડકારોને સંબોધવા માટે વધુ સંશોધનની જરૂર છે. એકંદરે, આ પએકમમાં મ્યુકોસલ ઇમ્યુનિટીની જટિલતા અને મહત્ત્વને પ્રકાશિત કર્યું, જે ચેપ સામે રક્ષણ અને આંતરડાના સ્વાસ્થ્યને જાળવવામાં તેની ભૂમિકાને દર્શાવે છે.

16.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. નીચેનામાંથી કયું શ્લેષ્મ ઝિલ્લીનું કાર્ય **નથી**?
   a) ભૌતિક અવરોધ b) રાસાયણિક અવરોધ
   c) વિટામિન 'D'નું ઉત્પાદન d) રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવ
2. શ્લેષ્મમાં જોવા મળતું કયું એન્ઝાઇમ બેક્ટેરિયાના કોષ દિવાલને તોડી નાખે છે?
   a) ડિફેન્સિન b) લાયસોઝાઇમ
   c) લેક્ટોફેરિન d) મ્યુસીન
3. નીચેનામાંથી કયું જન્મજાત રોગપ્રતિકારક કોષ **નથી**?
   a) મેક્રોફેજ b) ડેન્ડ્રિટિક કોષ c) T લિમ્ફોસાઇટ d) ન્યૂટ્રોફિલ્સ
4. સિક્રેટરી IgA (sIgA)માં કયો વધારાનો પોલિપેપ્ટાઇડ હોય છે?
   a) J ચેઇન b) સિક્રેટરી કમ્પોનન્ટ c) ડિફેન્સિન d) લેક્ટોફેરિન
5. આંતરડા સાથે સંકળાયેલ લિમ્ફોઇડ પેશી (GALT)નું મુખ્ય ઇન્ડક્ટિવ સાઇટ કયું છે?
   a) લેમિના પ્રોપ્રિયા b) ઇન્ટ્રાએપિથેલિયલ લિમ્ફોસાઇટ્સ
   c) પેયર્સ પેચીસ d) મેસેન્ટરિક લિમ્ફ નોડ્સ
6. M કોષો ક્યાં જોવા મળે છે?
   a) લેમિના પ્રોપ્રિયા b) પેયર્સ પેચીસના ફોલિકલ-એસોસિએટેડ એપિથેલિયમ
   c) ઇન્ટ્રાએપિથેલિયલ સ્તરમાં d) મેસેન્ટરિક લિમ્ફ નોડ્સ
7. મૌખિક સહિષ્ણુતા પ્રેરિત કરવામાં કયા કોષો મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે?
   a) મેક્રોફેજ b) ન્યૂટ્રોફિલ્સ c) નિયામક T કોષો d) માસ્ટ કોષો
8. નીચેનામાંથી કઈ મૌખિક સહિષ્ણુતાની પ્રાસંગિકતા **નથી**?
   a) ફૂડ એલર્જી નિવારણ b) બેક્ટેરિયલ ચેપમાં વધારો
   c) સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોનું નિવારણ d) આંતરડાના સ્વાસ્થ્યની જાળવણી
9. નીચેનામાંથી કઈ શ્લેષ્મ રસીનો પ્રકાર **નથી**?
   a) જીવંત એટેન્યુએટેડ રસીઓ b) નિષ્ક્રિય રસીઓ
   c) ઇન્ટ્રામસ્ક્યુલર રસીઓ d) સબ્યુનિટ રસીઓ
10. શ્લેષ્મ રસીઓના વિકાસમાં મુખ્ય પડકાર કયો છે?
   a) મૌખિક સહિષ્ણુતાને દૂર કરવી b) સોયનો ઉપયોગ
   c) પ્રણાલીગત પ્રતિરક્ષા પ્રેરિત કરવામાં અસમર્થતા d) ઓછી કિંમત

જવાબો : 1-c, 2-b, 3-c, 4-b, 5-c, 6-b, 7-c, 8-b, 9-c, 10-a

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓના બે મુખ્ય સ્તરો કયા છે?
2. સિલિયાનું કાર્ય શું છે?
3. ટાઈટ જંકશન્સનું મહત્ત્વ શું છે?
4. લેમિના પ્રોપ્રિયામાં કયા રોગપ્રતિકારક કોષો જોવા મળે છે?
5. સિક્રેટરી IgA (sIgA) કેવી રીતે બને છે?
6. ઇમ્યુન એક્સક્લુઝન એટલે શું?
7. GALT ના બે મુખ્ય કાર્યાત્મક ભાગો કયા છે?
8. M કોષોનું કાર્ય શું છે?
9. મૌખિક સહિષ્ણુતા એટલે શું?
10. શ્લેષ્મ રસીઓના બે ફાયદા જણાવો.

લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. શ્લેષ્મ ઝિલ્લીઓની સંરચના અને કાર્યનું વિગતવાર વર્ણન કરો.
2. શ્લેષ્મ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના ઘટકો અને તેમની ભૂમિકા સમજાવો.
3. સિક્રેટરી IgA (sIgA)ની સંરચના, ઉત્પાદન અને કાર્યોનું વર્ણન કરો.
4. આંતરડા સાથે સંકળાયેલ લિમ્ફોઇડ પેશી (GALT)ની સંરચના અને કાર્યનું વિગતવાર વર્ણન કરો.
5. મૌખિક સહિષ્ણુતાની પદ્ધતિ, પ્રાસંગિકતા અને તેને પ્રભાવિત કરતા પરિબળો સમજાવો. શ્લેષ્મ રસીઓના વિકાસમાં મૌખિક સહિષ્ણુતાને કેવી રીતે ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે તેનું પણ વર્ણન કરો.

ગર્ભાવસ્થા અને નવજાત શિશુની પ્રતિરક્ષા (Immunity in Pregnancy and Neonate) 17

17.1 પ્રસ્તાવના

17.2 ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતૃ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં પરિવર્તન

17.3 ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા

17.4 માતાથી બાળકને એન્ટિબોડીનું સ્થાનાંતરણ

17.5 નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો વિકાસ

17.6 સ્તનપાન અને પ્રતિરક્ષા પર તેનો પ્રભાવ

17.7 ગર્ભાવસ્થા અને નવજાત કાળમાં રસીકરણ

17.8 સારાંશ

17.9 સ્વાધ્યાય

17.1. પ્રસ્તાવના

ગર્ભાવસ્થા એ સ્ત્રીના જીવનનો એક અદ્ભુત અને પરિવર્તનશીલ સમયગાળો છે. આ સમય દરમિયાન સ્ત્રીનું શરીર માત્ર ગર્ભના વિકાસને જ ટેકો આપતું નથી, પરંતુ તેના સ્વાસ્થ્ય અને સુખાકારી માટે પણ ઘણી બધી અનુકૂલન કરે છે. આ અનુકૂલનોમાંનું એક મહત્ત્વપૂર્ણ પરિવર્તન પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થાય છે.

ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી એક નાજુક સંતુલન જાળવે છે. એક તરફ તેણે ગર્ભને, જે અંશતઃ અજાણી પેશી ધરાવે છે, તેને અસ્વીકારથી બચાવવો જોઈએ. બીજી તરફ, તેણે માતા અને ગર્ભ બંનેને ચેપથી સુરક્ષિત રાખવા માટે પૂરતી મજબૂત રહેવું જોઈએ. આ સંતુલન કેવી રીતે પ્રાપ્ત થાય છે અને આ પ્રક્રિયામાં કયા પરિબળો ભૂમિકા ભજવે છે તે સમજવું ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

આપણે એ પણ જાણીશું કે ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થતાં ફેરફારો નવજાત શિશુના સ્વાસ્થ્યને કેવી રીતે અસર કરે છે. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતા પાસેથી બાળકને એન્ટિબોડીઝ મળે છે, જે નવજાતને જીવનના પ્રારંભિક મહિનાઓમાં ચેપ સામે રક્ષણ આપે છે. વધુમાં, સ્તનપાન નવજાતની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિકાસમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

આ એકમમાં આપણે ગર્ભાવસ્થા અને નવજાત શિશુની પ્રતિરક્ષાના વિવિધ પાસાઓનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું. આપણે ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થતાં

ફેરફારો, ગર્ભ-માતા સહિષ્ણુતા, માતાથી બાળકને એન્ટિબોડીઝનું સ્થાનાંતરણ, નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો વિકાસ, સ્તનપાન અને પ્રતિરક્ષા પર તેની અસર અને ગર્ભાવસ્થા અને નવજાત કાળમાં રસીકરણ જેવા મુદ્દાઓનો સમાવેશ કરીશું.

આપણે ગર્ભાવસ્થા અને નવજાત શિશુના સ્વાસ્થ્યને વધુ સારી રીતે સમજી શકીશું અને માતા અને બાળકના સ્વાસ્થ્યને સુધારવા માટે શું કરી શકાય તે અંગે વધુ સારી રીતે વાકેફ થઈ શકીશું.

પરિચય :

ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાનું શરીર બાળકના વિકાસ અને પોષણને ટેકો આપવા માટે ઘણા ફેરફારોમાંથી પસાર થાય છે. આ ફેરફારોમાં માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં ફેરફારો શામેલ છે. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી નબળી પડે છે, જે માતાને ચેપ માટે વધુ સંવેદનશીલ બનાવે છે. જો કે, માતાના શરીરમાં એન્ટિબોડીઝનું ઉત્પાદન પણ વધે છે, જે પ્લેસેન્ટા દ્વારા ગર્ભમાં પહોંચાડવામાં આવે છે અને ગર્ભને ચેપ સામે રક્ષણ આપે છે.

નવજાત શિશુમાં પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી હજુ પણ વિકસતી હોય છે અને તે સંપૂર્ણ રીતે કાર્યરત નથી હોતી. નવજાત શિશુઓ માતા પાસેથી પ્લેસેન્ટા દ્વારા અને સ્તનપાન દ્વારા એન્ટિબોડીઝ મેળવે છે, જે તેમને ચેપ સામે પ્રારંભિક રક્ષણ આપે છે.

ગર્ભાવસ્થા અને નવજાતની પ્રતિરક્ષાનો અભ્યાસ 19મી સદીના અંતમાં શરૂ થયો હતો. 20મી સદી દરમિયાન વૈજ્ઞાનિકોએ ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થતાં ફેરફારો અને નવજાત શિશુઓની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે વિશે ઘણું શીખ્યા છે.

વૈજ્ઞાનિકોનું યોગદાન :

- **એલિંફ્રેડ બ્લલૉક :** 1940માં, તેમણે દર્શાવ્યું કે ગર્ભ ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતા પાસેથી પ્લેસેન્ટા દ્વારા એન્ટિબોડીઝ મેળવે છે.
- **પીટર મેડવાર :** 1950માં, તેમણે ગર્ભને માતાના શરીર દ્વારા વિદેશી પેશી તરીકે નકારી કાઢવામાં આવતું નથી તે સમજાવવા માટે 'રોગપ્રતિકારક સહિષ્ણુતા'નો ખ્યાલ રજૂ કર્યો.
- **રે ઓવેન :** 1960માં તેઓએ શોધ્યું કે, નવજાત શિશુઓ માતાના સ્તનપાન દ્વારા એન્ટિબોડીઝ મેળવે છે.

ભારતનું યોગદાન :

- **જી. પી. તલવાર :** તેમણે પ્રજનન રોગપ્રતિકારક શક્તિનો અભ્યાસ કર્યો છે અને ગર્ભનિરોધક રસીઓ વિકસાવી છે.
- **નરેન્દ્ર કુમાર મેહરા :** તેમણે ટ્રાન્સપ્લાન્ટેશન રોગપ્રતિકારક શક્તિનો અભ્યાસ કર્યો છે અને અંગ પ્રત્યારોપણમાં અસ્વીકાર ઘટાડવા માટે નવી રીતો શોધી કાઢી છે.

ભારતમાં વૈજ્ઞાનિકો ગર્ભાવસ્થા અને નવજાતની પ્રતિરક્ષામાં સુધારો કરવા માટે રસીઓ અને અન્ય ઉપાયો વિકસાવવા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરી રહ્યા છે. આ કાર્ય ભારતમાં માતા અને બાળકના સ્વાસ્થ્યને સુધારવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

17.2. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતૃ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં પરિવર્તન (Changes in Maternal Immune System During Pregnancy) :

આપણે આગળ પ્રસ્તાવનામાં અભ્યાસ કર્યો, ગર્ભાવસ્થા એ સ્ત્રીના જીવનનો એક અદ્ભુત સમય છે, જે ઘણા શારીરિક અને જૈવિક ફેરફારો દ્વારા ચિહ્નિત થયેલ છે. આ પરિવર્તનોમાંનું એક સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ, માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થાય છે, જે ગર્ભના વિકાસ અને માતાના સ્વાસ્થ્યને ટેકો આપવા માટે અનુકૂલન કરે છે.

ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી એક અનોખી સ્થિતિમાં હોય છે. તેણે એક તરફ, ગર્ભને, જે અંશતઃ વિદેશી કોષો ધરાવે છે, તેને અસ્વીકારથી બચાવવો જોઈએ અને બીજી તરફ, માતા અને ગર્ભ બંનેને ચેપથી સુરક્ષિત રાખવા માટે પૂરતી મજબૂત રહેવું જોઈએ. આ નાજુક સંતુલનને હાંસલ કરવા માટે, પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી ઘણા ફેરફારોમાંથી પસાર થાય છે.

પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના મુખ્ય ઘટકો અને તેમાં થતાં ફેરફારો :

- **જન્મજાત પ્રતિરક્ષા (Innate Immunity) :** આ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો પ્રથમ ભાગ છે જે ચેપનો સામનો કરે છે. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન ન્યૂટ્રોફિલ્સ અને મેક્રોફેજ જેવા કોષોની સંખ્યા અને કાર્યમાં વધારો થાય છે. આ કોષો બેક્ટેરિયા અને વાયરસ જેવાં હાનિકારક સુક્ષ્મજીવોને શોધી કાઢીને તેનો નાશ કરે છે. જોકે, ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન આ કોષોની પ્રવૃત્તિ થોડી ઓછી થાય છે, જેથી ગર્ભને નુકસાન ન પહોંચે.

- **અનુકૂલનશીલ પ્રતિરક્ષા (Adaptive Immunity) :** આ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો બીજો ભાગ છે, જે ચોક્કસ ચેપને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા માટે સક્ષમ છે. આમાં T કોષો અને B કોષો જેવાં કોષોનો સમાવેશ થાય છે. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન Th1 પ્રકારના T કોષોની પ્રવૃત્તિ ઓછી થાય છે, જે ગર્ભને નકારી શકે તેવી પ્રતિક્રિયાઓને દબાવવામાં મદદ કરે છે. તેના બદલે, Th2 પ્રકારના T કોષોની પ્રવૃત્તિ વધે છે, જે એન્ટિબોડી ઉત્પાદનને પ્રોત્સાહન આપે છે અને ગર્ભને સહન કરવામાં મદદ કરે છે.

- **એન્ટિબોડીઝ (Antibodies) :** B કોષો દ્વારા ઉત્પાદિત એન્ટિબોડીઝ ચોક્કસ ચેપ સામે રક્ષણ આપે છે. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન IgG પ્રકારના એન્ટિબોડીઝનું સ્તર વધે છે, જે ગર્ભને ચેપથી બચાવવા માટે પ્લેસેન્ટામાંથી પસાર થઈ શકે છે.

- **સાઈટોકાઈન્સ (Cytokines) :** આ નાના પ્રોટીન છે જે પ્રતિરક્ષા કોષો વચ્ચે સંકેતોનું વહન કરે છે અને પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રિત કરે છે. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન ગર્ભને સહન કરવા અને ચેપ સામે રક્ષણ આપવા માટે સાઈટોકાઈન્સનું સંતુલન બદલાય છે.

ગર્ભાવસ્થાના વિવિધ તબક્કાઓમાં પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થતાં ફેરફારો :

- **પ્રથમ ત્રિમાસિક :** આ સમયગાળા દરમિયાન પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં બળતરા વિરોધી (anti-inflammatory) વાતાવરણ બને છે, જે ગર્ભના પ્રત્યારોપણ અને પ્રારંભિક વિકાસમાં મદદ કરે છે.
- **બીજો ત્રિમાસિક :** આ સમયગાળા દરમિયાન પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી ગર્ભને વધુ સહનશીલ બને છે, જેનાથી ગર્ભનો વિકાસ સરળતાથી થઈ શકે.
- **ત્રીજો ત્રિમાસિક :** આ સમયગાળા દરમિયાન પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી બાળજન્મ માટે તૈયારી કરે છે અને ચેપ સામે રક્ષણ વધારવા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરે છે.

ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થતા ફેરફારોના મહત્ત્વપૂર્ણ પાસાઓ :

- **ગર્ભનું રક્ષણ :** પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થતાં ફેરફારો ગર્ભને માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાથી બચાવવામાં મદદ કરે છે.
- **ચેપ સામે રક્ષણ :** પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી માતા અને ગર્ભ બંનેને ચેપથી બચાવવા માટે પણ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- **બાળજન્મ માટે તૈયારી :** પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થતાં ફેરફારો બાળજન્મ દરમિયાન અને પછી ચેપનું જોખમ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.

પરિબળો જે પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને પ્રભાવિત કરે છે :

ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને ઘણા પરિબળો પ્રભાવિત કરી શકે છે, જેમ કે :

- **આનુવંશિકતા (Genetics) :** માતાની આનુવંશિક રચના પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના કાર્યને પ્રભાવિત કરી શકે છે.
- **પોષણ (Nutrition) :** સંતુલિત આહાર પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને મજબૂત બનાવવામાં મદદ કરે છે.
- **તણાવ (Stress) :** લાંબા સમય સુધી તણાવ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને નબળી બનાવી શકે છે.
- **પહેલાના ચેપ (Previous Infections) :** પહેલા થયેલા ચેપ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને ભવિષ્યના ચેપ સામે વધુ સારી રીતે લડવા માટે તૈયાર કરી શકે છે.

આમ, ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થતાં ફેરફારો જટિલ અને ગતિશીલ હોય છે. આ ફેરફારો ગર્ભના વિકાસ અને માતાના સ્વાસ્થ્ય માટે અનુકૂળ વાતાવરણ બનાવવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. આ ફેરફારોને સમજવાથી આપણને ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતા અને બાળકના સ્વાસ્થ્યને કેવી રીતે સુધારી શકાય તે અંગે વધુ સારી રીતે સમજવામાં મદદ મળે છે.

17.3. ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા (Feto-Maternal Tolerance) :

ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાનું શરીર એક અનોખી પરિસ્થિતિનો સામનો કરે છે. તેણે ગર્ભ, જે અંશતઃ વિદેશી કોષો ધરાવે છે, તેને સ્વીકારવો જોઈએ અને તેને નકારવો ન જોઈએ. આ પ્રક્રિયાને 'ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા' કહેવામાં આવે છે.

સામાન્ય સંજોગોમાં આપણી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી વિદેશી કોષોને હાનિકારક માનીને તેનો નાશ કરે છે. પરંતુ ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન આ પ્રતિક્રિયાને દબાવવામાં આવે છે જેથી ગર્ભનો વિકાસ થઈ શકે. ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા એ એક જટિલ પ્રક્રિયા છે જેમાં માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી, ગર્ભ અને ગર્ભાશયના કોષો વચ્ચે પરસ્પર ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓ શામેલ છે.

ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતાના મુખ્ય પાસાઓ :

- **ગર્ભાશયમાં થતાં ફેરફારો (Uterine Changes) :** ગર્ભના પ્રત્યારોપણ માટે ગર્ભાશયને તૈયાર કરવા માટે ઘણા ફેરફારો થાય છે. ગર્ભાશયની દીવાલના કોષોમાં એવા પ્રોટીનનું ઉત્પાદન વધે છે જે પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને દબાવવામાં મદદ કરે છે. ગર્ભાશયમાં પ્રતિરક્ષા કોષોની સંખ્યા અને કાર્યમાં પણ ફેરફાર થાય છે, જે ગર્ભને સ્વીકારવામાં મદદ કરે છે.

- **ગર્ભનો ફાળો (Fetal Contribution) :** ગર્ભ પોતે પણ સહિષ્ણુતા પ્રેરિત કરવામાં સક્રિય ભૂમિકા ભજવે છે. ગર્ભના કોષો, ખાસ કરીને ટ્રોફોબ્લાસ્ટ કોષો, જે પ્લેસેન્ટા બનાવે છે, એવા પ્રોટીન બનાવે છે જે માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને દબાવવામાં મદદ કરે છે. તેઓ માતાના પ્રતિરક્ષા કોષોને ગર્ભને નકારવા માટે સક્રિય થતા અટકાવે છે.

- **માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં ફેરફારો (Changes in Maternal Immune System) :** જેમ અગાઉના મુદ્દામાં ચર્ચા કરવામાં આવી છે, ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં ઘણા ફેરફારો થાય છે જે ગર્ભને સહન કરવામાં મદદ કરે છે. Th1 પ્રકારના T કોષોની પ્રવૃત્તિ ઓછી થાય છે, જ્યારે Th2 પ્રકારના T કોષોની પ્રવૃત્તિ વધે છે. આ ફેરફારો ગર્ભને નકારી શકે તેવી પ્રતિક્રિયાઓને દબાવવામાં મદદ કરે છે. રેગ્યુલેટરી T કોષો (Tregs)ની સંખ્યા અને કાર્યમાં પણ વધારો થાય છે, જે ગર્ભ પ્રત્યે સહિષ્ણુતા જાળવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **હોર્મોન્સનો પ્રભાવ (Influence of Hormones) :** ગર્ભાવસ્થાના હોર્મોન્સ, જેમ કે પ્રોજેસ્ટેરોન અને એસ્ટ્રોજન, ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આ હોર્મોન્સ પ્રતિરક્ષા કોષોના કાર્યને બદલીને અને ગર્ભાશયમાં પ્રતિરક્ષા-દમનકારી વાતાવરણ બનાવીને ગર્ભને સ્વીકારવામાં મદદ કરે છે.

ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતાની જટિલ પ્રક્રિયા :

ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા એ કોઈ એકલ પ્રક્રિયા નથી, પરંતુ ઘણી બધી ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓનું પરિણામ છે. આ પ્રક્રિયામાં ઘણા કોષો, પ્રોટીન અને સંકેત માર્ગો શામેલ છે જે એક સાથે કામ કરીને ગર્ભને માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીથી રક્ષણ આપે છે.

ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતાના મહત્ત્વપૂર્ણ પરિબળો :

- **HLA (Human Leukocyte Antigen) અસંગતતા :** માતા અને ગર્ભ વચ્ચે HLA અણુઓમાં તફાવત હોઈ શકે છે. આ તફાવત પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને ઉત્તેજિત કરી શકે છે. જો કે, સહિષ્ણુતા પ્રેરિત કરતી પદ્ધતિઓ આ પ્રતિક્રિયાને દબાવવામાં મદદ કરે છે.

- **પ્લેસેન્ટા (Placenta) :** પ્લેસેન્ટા માતા અને ગર્ભ વચ્ચે ભૌતિક અવરોધ બનાવે છે, જે ગર્ભને માતાના પ્રતિરક્ષા કોષોથી અમુક અંશે રક્ષણ આપે છે. પ્લેસેન્ટા એવા પ્રોટીન પણ બનાવે છે જે પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને દબાવવામાં મદદ કરે છે.

- **સાઈટોકાઈન્સ (Cytokines) :** ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન સાઈટોકાઈન્સનું સંતુલન બદલાય છે, જે ગર્ભને સહન કરવામાં અને ચેપ સામે રક્ષણ આપવામાં મદદ કરે છે.

ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા નિષ્ફળ થવાના પરિણામો :

જો ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા યોગ્ય રીતે સ્થાપિત ન થાય, તો તે ગર્ભાવસ્થાની ગૂંચવણો તરફ દોરી શકે છે, જેમ કે :

- **ગર્ભપાત (Miscarriage) :** પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી ગર્ભને નકારી શકે છે, જેના પરિણામે ગર્ભપાત થઈ શકે છે.

- **પ્રિ-એક્લેમ્પસિયા (Pre-eclampsia) :** આ ગર્ભાવસ્થાની ગંભીર ગૂંચવણ છે જે માતા અને ગર્ભ બંને માટે જોખમી બની શકે છે. ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતામાં ખામી પ્રિ-એક્લેમ્પસિયાના વિકાસમાં ફાળો આપી શકે છે.

- **સમય પહેલાં જન્મ (Preterm Birth) :** પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને કારણે ગર્ભાશયમાં બળતરા થઈ શકે છે, જે સમય પહેલાં જન્મ તરફ દોરી શકે છે.

આમ, ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા એ ગર્ભાવસ્થાની સફળતા માટે ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે. આ પ્રક્રિયાને સમજવાથી આપણને ગર્ભાવસ્થાની ગૂંચવણોના કારણો અને સારવારને વધુ સારી રીતે સમજવામાં મદદ મળે છે.

17.4. માતાથી બાળકને એન્ટિબોડીનું સ્થાનાંતરણ (Transfer of Antibodies from Mother to Child).

ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાનું શરીર ગર્ભને માત્ર સ્વીકારે જ નથી, પણ તેને જીવનના પ્રારંભિક પડકારો માટે તૈયાર પણ કરે છે. આ તૈયારીનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ એ માતાથી ગર્ભમાં

એન્ટિબોડીઝનું સ્થાનાંતરણ છે. આ એન્ટિબોડીઝ નવજાત શિશુને જીવનના શરૂઆતના મહિનાઓમાં ચેપ સામે રક્ષણ પૂરું પાડે છે, જ્યારે તેમની પોતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી હજુ વિકાસ પામી રહી હોય છે.

એન્ટિબોડીઝ શું છે?

એન્ટિબોડીઝ એ Y-આકારના પ્રોટીન છે જે B કોષો દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. તેઓ વિશિષ્ટ એન્ટિજેન્સ (જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ, અથવા અન્ય વિદેશી પદાર્થો)ને ઓળખે છે અને તેની સાથે જોડાય છે, તેને નિષ્ક્રિય કરે છે અને શરીરને તેનાથી છુટકારો મેળવવામાં મદદ કરે છે.

એન્ટિબોડીઝનું સ્થાનાંતરણ કેવી રીતે થાય છે?

માતાથી બાળકમાં એન્ટિબોડીઝનું સ્થાનાંતરણ મુખ્યત્વે ગર્ભાવસ્થાના ત્રીજા ત્રિમાસિક ગાળામાં પ્લેસેન્ટા દ્વારા થાય છે. આ પ્રક્રિયાને 'નિષ્ક્રિય રોગપ્રતિરક્ષા' કહેવામાં આવે છે, કારણ કે બાળકની પોતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી એન્ટિબોડીઝ બનાવવામાં સક્રિય રીતે ભાગ લેતી નથી.

- **પ્લેસેન્ટાની ભૂમિકા (Role of Placenta) :** પ્લેસેન્ટા માતા અને ગર્ભ વચ્ચે એક મહત્વપૂર્ણ કડી બનાવે છે. તે પોષકતત્વો અને ઓક્સિજનના વિનિમયને મંજૂરી આપે છે અને તે જ સમયે કચરો અને હાનિકારક પદાર્થોને દૂર કરે છે. પ્લેસેન્ટામાં વિશિષ્ટ કોષો હોય છે જેને ટ્રોફોબ્લાસ્ટ કહેવામાં આવે છે, જે માતાના રક્તમાંથી IgG એન્ટિબોડીઝને ઓળખવા અને તેને ગર્ભના રક્તપ્રવાહમાં સ્થાનાંતરિત કરવા માટે જવાબદાર હોય છે.

- **FcRn રીસેપ્ટર (FcRn Receptor) :** ટ્રોફોબ્લાસ્ટ કોષોની સપાટી પર FcRn નામના રીસેપ્ટર્સ હોય છે, જે IgG એન્ટિબોડીઝના Fc ભાગ સાથે જોડાય છે. આ જોડાણ પછી, એન્ટિબોડીઝને કોષમાં લઈ જવામાં આવે છે અને પછી ગર્ભના રક્તપ્રવાહમાં છોડવામાં આવે છે.

- **IgG એન્ટિબોડીઝનું મહત્ત્વ (Importance of IgG Antibodies) :** IgG એ એન્ટિબોડીનો મુખ્ય પ્રકાર છે જે પ્લેસેન્ટામાંથી પસાર થાય છે. તે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય પેથોજેન્સ સામે રક્ષણ આપવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. IgG એન્ટિબોડીઝ ગર્ભના રક્તપ્રવાહમાં પ્રવેશીને નવજાત શિશુને ગર્ભાશયની બહારના જીવન માટે તૈયાર કરે છે.

એન્ટિબોડી સ્થાનાંતરણનું સમયપત્રક :

ગર્ભાવસ્થાના પ્રારંભમાં થોડી માત્રામાં IgG એન્ટિબોડીઝ ગર્ભમાં સ્થાનાંતરિત થઈ શકે છે, પરંતુ મોટાભાગનું સ્થાનાંતરણ ત્રીજા ત્રિમાસિક ગાળામાં થાય છે, ખાસ કરીને ગર્ભાવસ્થાના 32મા અઠવાડિયા પછી. જન્મ સમયે નવજાત શિશુમાં IgG એન્ટિબોડીઝનું સ્તર લગભગ માતાના સ્તર જેટલું જ હોય છે.

નવજાત શિશુને મળતા રક્ષણનો સમયગાળો :

માતા પાસેથી મળેલા એન્ટિબોડીઝ નવજાત શિશુને જીવનના પ્રથમ 6-8 મહિના સુધી ચેપ સામે રક્ષણ આપે છે. આ સમયગાળા દરમિયાન બાળકની પોતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી ધીમે ધીમે વિકાસ પામે છે અને પોતાની એન્ટિબોડીઝ બનાવવાનું શરૂ કરે છે.

માતાથી બાળકમાં એન્ટિબોડી સ્થાનાંતરણના ફાયદા :

- **તાત્કાલિક રક્ષણ (Immediate Protection) :** નવજાત શિશુને જન્મ પછી તરત જ ચેપ સામે રક્ષણ મળે છે.
- **વિશાળ શ્રેણીનું રક્ષણ (Broad Spectrum Protection) :** માતાના એન્ટિબોડીઝ વિવિધ પ્રકારના ચેપ સામે રક્ષણ પૂરું પાડે છે, જેનો માતાએ અગાઉ સામનો કર્યો હોય અથવા જેના માટે રસી લીધી હોય.
- **ગંભીર રોગોનું જોખમ ઘટાડે છે (Reduced Risk of Severe Illness) :** માતાના એન્ટિબોડીઝ નવજાત શિશુમાં ચેપના ગંભીર પરિણામોનું જોખમ ઘટાડે છે.

સ્તનપાન દ્વારા એન્ટિબોડીનું સ્થાનાંતરણ :

પ્લેસેન્ટા ઉપરાંત સ્તનપાન પણ માતાથી બાળકમાં એન્ટિબોડીઝ સ્થાનાંતરિત કરવાનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ માર્ગ છે. સ્તનપાનમાં IgA એન્ટિબોડીઝનું પ્રમાણ વધુ હોય છે, જે શ્વસન અને પાચનતંત્રના શ્લેષ્મકળામાં (mucosa) ચેપ સામે રક્ષણ આપે છે. IgA એન્ટિબોડીઝ શિશુના આંતરડામાં રહે છે અને તેને ઝાડા અને શ્વસન ચેપ જેવા રોગોથી બચાવવામાં મદદ કરે છે.

પરિબળો જે એન્ટિબોડી સ્થાનાંતરણને પ્રભાવિત કરે છે :

- **માતાના એન્ટિબોડીનું સ્તર (Maternal Antibody Levels) :** માતાના રક્તમાં એન્ટિબોડીઝનું સ્તર જેટલું ઊંચું હશે, તેટલા વધુ એન્ટિબોડીઝ બાળકને મળશે.
- **ગર્ભાવસ્થાની ઉંમર (Gestational Age) :** અકાળે જન્મેલા બાળકોને ઓછા એન્ટિબોડીઝ મળે છે કારણ કે તેમની પાસે પ્લેસેન્ટા દ્વારા એન્ટિબોડીઝ મેળવવા માટે ઓછો સમય હોય છે.
- **પ્લેસેન્ટાની કાર્યક્ષમતા (Placental Function) :** પ્લેસેન્ટાની કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો એન્ટિબોડી સ્થાનાંતરણને અસર કરી શકે છે.
- **માતાનું સ્વાસ્થ્ય (Maternal Health) :** અમુક બિમારીઓ અથવા દવાઓ માતાના એન્ટિબોડી ઉત્પાદન અથવા સ્થાનાંતરણને અસર કરી શકે છે.

આમ, માતાથી બાળકમાં એન્ટિબોડીઝનું સ્થાનાંતરણ એ નવજાત શિશુને જીવનના પ્રારંભિક મહિનાઓમાં ચેપ સામે રક્ષણ આપવા માટેની એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે. આ પ્રક્રિયાને

સમજવાથી આપણને નવજાત શિશુના સ્વાસ્થ્યને કેવી રીતે સુધારી શકાય તે અંગે વધુ સારી રીતે સમજવામાં મદદ મળે છે.

17.5. નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો વિકાસ (Development of Neonatal Immune System) :

નવજાત શિશુને જીવનના પ્રારંભિક મહિનાઓમાં માતા તરફથી મળેલ એન્ટિબોડીઝ દ્વારા ચેપ સામે રક્ષણ મળે છે. જો કે, આ રક્ષણ અસ્થાયી હોય છે. નવજાત શિશુનું લાંબાગાળાના સ્વાસ્થ્ય અને સુખાકારી માટે પોતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો વિકાસ ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

નવજાત શિશુની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી અપરિપક્વ હોય છે અને તે પુખ્ત વયના લોકોની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીથી ઘણી રીતે અલગ હોય છે. જન્મ પછીના પ્રથમ વર્ષમાં, બાળકની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી ધીમે ધીમે પરિપક્વ થાય છે અને ચેપ સામે લડવા માટે વધુ સક્ષમ બને છે.

નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીની લાક્ષણિકતાઓ :

- **અપરિપક્વ કોષો (Immature Cells) :** નવજાત શિશુમાં પ્રતિરક્ષા કોષો, જેમ કે T કોષો, B કોષો અને કુદરતી ઘાતક કોષો (NK cells), પુખ્ત વયના લોકો કરતા ઓછા કાર્યક્ષમ હોય છે.
- **ઓછા એન્ટિબોડી ઉત્પાદન (Low Antibody Production) :** નવજાત શિશુમાં B કોષો ઓછા એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરે છે, અને ઉત્પન્ન થયેલ એન્ટિબોડીઝ પણ ઓછા અસરકારક હોય છે.
- **નબળી કોષ-મધ્યસ્થી પ્રતિરક્ષા (Weak Cell-Mediated Immunity) :** T કોષો, જે કોષ-મધ્યસ્થી પ્રતિરક્ષા માટે જવાબદાર છે, તે નવજાત શિશુમાં ઓછા સક્રિય હોય છે.
- **ઘટાડો પૂરક પ્રવૃત્તિ (Reduced Complement Activity) :** પૂરક પ્રણાલી, જે પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે, તે નવજાત શિશુમાં ઓછી કાર્યક્ષમ હોય છે.

નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિકાસના તબક્કા :

નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો વિકાસ એ એક ક્રમિક પ્રક્રિયા છે જે ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન શરૂ થાય છે અને બાળપણ દરમ્યાન ચાલુ રહે છે. આ વિકાસને નીચેના તબક્કામાં વહેંચી શકાય છે :

- **ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન વિકાસ (Prenatal Development) :** ગર્ભાવસ્થાના પ્રારંભમાં રોગપ્રતિકારક કોષો અસ્થિમજ્જા અને યકૃતમાં બનવાનું શરૂ કરે છે. ગર્ભાવસ્થાના અંત સુધીમાં મોટાભાગના રોગપ્રતિકારક કોષો હાજર હોય છે, પરંતુ તે હજુ અપરિપક્વ હોય છે.
- **જન્મ પછીનો પ્રારંભિક સમયગાળો (Early Postnatal Period) :** જન્મ પછી નવજાત શિશુનું શરીર પર્યાવરણમાં રહેલા સૂક્ષ્મજીવોના સંપર્કમાં આવે છે. આ સંપર્ક પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને ઉત્તેજિત કરે છે અને તેના વિકાસને આગળ ધપાવે છે.

- **પ્રથમ વર્ષ (First Year) :** જીવનના પ્રથમ વર્ષ દરમિયાન પ્રતિરક્ષા કોષો પરિપક્વ થાય છે અને તેમની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો થાય છે. B કોષો વધુ એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવાનું શરૂ કરે છે, અને T કોષો વધુ સક્રિય બને છે.

- **બાળપણ (Childhood) :** બાળપણ દરમિયાન, પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો વિકાસ ચાલુ રહે છે. બાળક વિવિધ ચેપ અને રસીઓના સંપર્કમાં આવતા, તેની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી વધુ મજબૂત અને વધુ વૈવિધ્યસભર બને છે.

પરિબળો જે નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિકાસને પ્રભાવિત કરે છે :

- **માતાના એન્ટિબોડીઝ (Maternal Antibodies) :** જેમ અગાઉ ચર્ચા કરી છે, માતાના એન્ટિબોડીઝ નવજાત શિશુને પ્રારંભિક રક્ષણ પૂરું પાડે છે અને પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિકાસને પણ પ્રભાવિત કરી શકે છે.

- **સ્તનપાન (Breastfeeding) :** સ્તનપાનમાં એન્ટિબોડીઝ, રોગપ્રતિકારક કોષો અને અન્ય ઘણા પરિબળો હોય છે જે બાળકની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે.

- **પર્યાવરણીય સંસર્ગ (Environmental Exposure) :** સૂક્ષ્મજીવો અને અન્ય એન્ટિજેન્સના સંપર્કમાં આવવાથી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને ઉત્તેજના મળે છે અને તેના વિકાસને આગળ ધપાવે છે.

- **આનુવંશિકતા (Genetics) :** બાળકની આનુવંશિક રચના પણ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિકાસને પ્રભાવિત કરી શકે છે.

- **પોષણ (Nutrition) :** સારું પોષણ એ તંદુરસ્ત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિકાસ માટે જરૂરી છે.

- **રસીકરણ (Vaccination) :** રસીકરણ એ નવજાત શિશુ અને બાળકોને ગંભીર ચેપી રોગોથી બચાવવા માટે એક મહત્ત્વપૂર્ણ રીત છે. રસીઓ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને ચોક્કસ રોગો સામે એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવા માટે ઉત્તેજિત કરે છે.

નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિકાસનું મહત્ત્વ :

નવજાત શિશુની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો સ્વસ્થ વિકાસ એ બાળકના લાંબાગાળાના સ્વાસ્થ્ય માટે ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે. એક મજબૂત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી બાળકને ચેપથી બચાવવામાં મદદ કરે છે અને એલર્જી, સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો (autoimmune diseases) અને અન્ય સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓનું જોખમ ઘટાડે છે.

નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને મજબૂત બનાવવાની રીતો :

- **સ્તનપાનને પ્રોત્સાહન આપો (Promote Breastfeeding) :** સ્તનપાન એ નવજાત શિશુની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને મજબૂત બનાવવાનો શ્રેષ્ઠ માર્ગ છે.

- **રસીકરણ (Vaccination) :** ભલામણ કરેલ રસીઓ સમયસર આપવી જોઈએ.
- **સારા પોષણની ખાતરી કરો (Ensure Good Nutrition) :** બાળકને પૂરતા પ્રમાણમાં પોષક તત્વો મળી રહે તેની ખાતરી કરો.
- **સ્વચ્છતા જાળવો (Maintain Hygiene) :** હાથ ધોવા અને ઘરને સ્વચ્છ રાખવા જેવી સારી સ્વચ્છતાની ટેવો ચેપનું જોખમ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.
- **તબીબી સલાહ લો (Seek Medical Advice) :** જો તમને બાળકના સ્વાસ્થ્ય અંગે કોઈ ચિંતા હોય તો ડૉક્ટરની સલાહ લો.

આમ, નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો વિકાસ એ એક જટિલ અને ગતિશીલ પ્રક્રિયા છે જે બાળકના સમગ્ર બાળપણ દરમિયાન ચાલુ રહે છે. માતાપિતા અને આરોગ્ય સંભાળ પ્રદાતાઓ બાળકની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના સ્વસ્થ વિકાસને ટેકો આપવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

17.6. સ્તનપાન અને પ્રતિરક્ષા પર તેનો પ્રભાવ (Breastfeeding and Its Influence on Immunity) :

નવજાત શિશુની રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધીમે ધીમે પરિપક્વ થાય છે અને તેને મજબૂત બનાવવામાં સ્તનપાન મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સ્તનપાન એ માત્ર પોષણનો શ્રેષ્ઠ સ્ત્રોત નથી, પણ તે નવજાત શિશુને ચેપ સામે રક્ષણ પૂરું પાડતા વિવિધ રોગપ્રતિકારક ઘટકો પણ પ્રદાન કરે છે.

સ્તનપાનમાં રહેલા રોગપ્રતિકારક ઘટકો :

સ્તનપાનમાં ઘણા બધા ઘટકો હોય છે જે નવજાત શિશુની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને ઉત્તેજિત કરે છે અને ચેપ સામે રક્ષણ આપે છે. તેમાંના કેટલાંક મુખ્ય ઘટકો નીચે મુજબ છે :

- **એન્ટિબોડીઝ (Antibodies) :** સ્તનપાનમાં મુખ્યત્વે IgA પ્રકારના એન્ટિબોડીઝ હોય છે, જે શ્વસન અને પાચનતંત્રના શ્લેષ્મકળામાંને સુરક્ષિત કરે છે. આ એન્ટિબોડીઝ શિશુના આંતરડામાં રહેલા બેક્ટેરિયા અને વાયરસને ચોંટી જાય છે, તેમને કોષોમાં પ્રવેશતા અને ચેપ ફેલાવતા અટકાવે છે. સ્તનપાનમાં IgG અને IgM એન્ટિબોડીઝ પણ ઓછી માત્રામાં હોય છે.
- **રોગપ્રતિકારક કોષો (Immune Cells) :** સ્તનપાનમાં જીવંત રોગપ્રતિકારક કોષો હોય છે, જેમ કે શ્વેતકણો (leukocytes), જેમાં ન્યૂટ્રોફિલ્સ, મેક્રોફેજ અને લિમ્ફોસાયટ્સનો સમાવેશ થાય છે. આ કોષો ચેપ સામે લડવામાં અને બાળકની પોતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિકાસને ઉત્તેજિત કરવામાં મદદ કરે છે.
- **લેક્ટોફેરિન (Lactoferrin) :** આ એક પ્રોટીન છે જે આયર્ન સાથે જોડાય છે અને બેક્ટેરિયાના વિકાસને અટકાવે છે. લેક્ટોફેરિનમાં બળતરા વિરોધી ગુણધર્મો પણ હોય છે અને તે રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યને વધારે છે.

- **લાઈસોઝાઈમ (Lysozyme) :** આ એક એન્ઝાઇમ છે જે બેક્ટેરિયાના કોષ દિવાલને તોડી નાખે છે, જેનાથી બેક્ટેરિયાનો નાશ થાય છે.
- **ઓલિગોસેકરાઈડ્સ (Oligosaccharides) :** આ જટિલ શર્કરા છે જે બાળકના આંતરડામાં ફાયદાકારક બેક્ટેરિયાના વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે. આ બેક્ટેરિયા, જેને પ્રોબાયોટીક્સ (probiotics) પણ કહેવામાં આવે છે, તે શિશુના આંતરડાના સ્વાસ્થ્યને સુધારે છે અને ચેપ સામે રક્ષણ આપે છે.
- **સાઈટોકાઈન્સ (Cytokines) :** આ નાના પ્રોટીન છે જે રોગપ્રતિકારક કોષો વચ્ચે સંકેતોનું વહન કરે છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રિત કરે છે. સ્તનપાનમાં રહેલા સાઈટોકાઈન્સ બાળકની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિકાસને ઉત્તેજિત કરવામાં મદદ કરે છે.

સ્તનપાનના રોગપ્રતિકારક ફાયદા :

ઘણા અભ્યાસોએ સ્તનપાનના રોગપ્રતિકારક ફાયદાઓ દર્શાવ્યા છે. સ્તનપાન કરાયેલા બાળકોમાં નીચેના રોગો થવાનું જોખમ ઓછું હોય છે :

- **ઝાડા (Diarrhea) :** સ્તનપાન બાળકોને ઝાડા થવાનું જોખમ નોંધપાત્ર રીતે ઘટાડે છે, ખાસ કરીને વિકાસશીલ દેશોમાં જ્યાં દૂષિત પાણી અને ખોરાક સામાન્ય છે.
- **શ્વસન ચેપ (Respiratory Infections) :** સ્તનપાન બાળકોને શ્વસન ચેપ, જેમ કે શરદી, ન્યુમોનિયા અને કાનના ચેપ થવાનું જોખમ ઘટાડે છે.
- **કાનના ચેપ (Ear Infections) :** સ્તનપાન બાળકોમાં કાનના ચેપ થવાનું જોખમ ઘટાડે છે.
- **પેશાબની નળીઓનો વિસ્તાર ચેપ (Urinary Tract Infections) :** સ્તનપાન બાળકોમાં પેશાબની નળીઓનો વિસ્તાર ચેપ થવાનું જોખમ ઘટાડે છે.
- **એલર્જી (Allergies) :** કેટલાંક અભ્યાસો સૂચવે છે કે સ્તનપાન બાળકોમાં એલર્જી, ખરજવું અને અસ્થમા થવાનું જોખમ ઘટાડી શકે છે.
- **શિશુ મૃત્યુનું જોખમ ઘટાડે છે (Reduced Risk of Infant Mortality) :** સ્તનપાન શિશુ મૃત્યુદર ઘટાડવામાં મદદ કરે છે, ખાસ કરીને વિકાસશીલ દેશોમાં.

સ્તનપાનની ભલામણ કરેલ અવધિ :

વિશ્વ આરોગ્ય સંસ્થા (WHO) અને યુનિસેફ (UNICEF) ભલામણ કરે છે કે બાળકોને જીવનના પ્રથમ છ મહિના માટે ફક્ત સ્તનપાન કરાવવું જોઈએ અને ઓછામાં ઓછા બે વર્ષ સુધી સ્તનપાન ચાલુ રાખવું જોઈએ, તેની સાથે પૂરક ખોરાક પણ આપવો જોઈએ.

સ્તનપાનને પ્રોત્સાહન આપવા માટેના પગલાં :

- **શિક્ષણ અને જાગૃતિ (Education and Awareness) :** માતાઓને સ્તનપાનના ફાયદાઓ વિશે શિક્ષિત કરવા અને સ્તનપાનને પ્રોત્સાહન આપવા માટે જાગૃતિ અભિયાનો ચલાવવા.
- **સહાયક વાતાવરણ (Supportive Environment) :** હોસ્પિટલો, કાર્યસ્થળો અને સમુદાયોમાં સ્તનપાન માટે સહાયક વાતાવરણ ઊભું કરવું.
- **સ્તનપાન કરાવવામાં મદદ (Breastfeeding Support) :** માતાઓને સ્તનપાન કરાવવામાં મદદ કરવા માટે પ્રશિક્ષિત આરોગ્ય કર્મચારીઓ અને સ્તનપાન સલાહકારો ઉપલબ્ધ કરાવવા.
- **ફોર્મ્યુલા દૂધના માર્કેટિંગને નિયંત્રિત કરવું (Regulate Marketing of Formula Milk) :** ફોર્મ્યુલા દૂધના આક્રમક માર્કેટિંગને નિયંત્રિત કરવું જે સ્તનપાનને અવરોધે છે.

આમ, સ્તનપાન એ નવજાત શિશુને પોષણ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રદાન કરવાનો કુદરતી અને શ્રેષ્ઠ માર્ગ છે. સ્તનપાનમાં રહેલા રોગપ્રતિકારક ઘટકો બાળકની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને મજબૂત બનાવે છે અને તેને ચેપ સામે રક્ષણ આપે છે. સ્તનપાનને પ્રોત્સાહન આપવું એ બાળકના સ્વાસ્થ્યમાં સુધારો કરવા અને શિશુ મૃત્યુદર ઘટાડવા માટેનું એક મહત્ત્વપૂર્ણ જાહેર આરોગ્ય પગલું છે.

17.7. ગર્ભાવસ્થા અને નવજાતકાળમાં રસીકરણ (Vaccination in Pregnancy and Neonatal Period) :

સ્તનપાન નવજાત શિશુની રોગપ્રતિકારક શક્તિને મજબૂત બનાવે છે, પરંતુ તે અમુક ગંભીર રોગો સામે પૂરતું રક્ષણ આપી શકતું નથી. આથી, ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન અને નવજાતકાળમાં રસીકરણ ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે. રસીકરણ એ નવજાત શિશુઓ અને નાના બાળકોને ગંભીર ચેપી રોગોથી બચાવવા માટેની સૌથી અસરકારક રીતોમાંની એક છે.

ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન રસીકરણ :

ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાને આપવામાં આવતી રસીઓ માત્ર માતાને જ નહીં, પણ ગર્ભને પણ રક્ષણ આપે છે. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન રસીકરણના ફાયદાઓમાં શામેલ છે :

- **માતાનું રક્ષણ (Maternal Protection) :** કેટલીક રસીઓ, જેમ કે ફ્લૂ (influenza) અને કાળી ખાંસી (pertussis)ની રસી, ગર્ભવતી સ્ત્રીઓને આ રોગોના ગંભીર પરિણામોથી બચાવવામાં મદદ કરે છે. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન આ રોગો થવાથી કસુવાવડ, સમય પહેલાં જન્મ અને ઓછા વજનવાળા બાળકનો જન્મ જેવી ગૂંચવણો થઈ શકે છે.
- **ગર્ભનું રક્ષણ (Fetal Protection) :** ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાને આપવામાં આવતી રસીઓ ગર્ભમાં એન્ટિબોડીઝ સ્થાનાંતરિત કરવામાં મદદ કરે છે, જે નવજાત શિશુને

જીવનના પ્રારંભિક મહિનાઓમાં ચેપ સામે રક્ષણ આપે છે, જ્યારે તેમની પોતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી હજુ વિકાસ પામી રહી હોય છે.

- **નવજાત શિશુનું રક્ષણ (Neonatal Protection) :** ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાને આપવામાં આવતી કાળી ખાંસીની રસી નવજાત શિશુમાં કાળી ખાંસી થવાનું જોખમ ઘટાડે છે. કાળી ખાંસી એ નવજાત શિશુઓ માટે ખૂબ જ ગંભીર અને જીવલેણ પણ બની શકે છે.

ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન ભલામણ કરેલ રસીઓ :

- **ફ્લૂ (Influenza)ની રસી :** ગર્ભાવસ્થાના કોઈપણ તબક્કા દરમિયાન ફ્લૂની રસી લેવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે. ફ્લૂ ગર્ભવતી સ્ત્રીઓમાં ગંભીર બીમારીનું કારણ બની શકે છે.
- **Tdap રસી (Tetanus, Diphtheria, and Pertussis) :** ગર્ભાવસ્થાના 27 થી 36 અઠવાડિયાની વચ્ચે Tdap રસી લેવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે. આ રસી માતા અને નવજાત શિશુને કાળી ખાંસીથી બચાવવામાં મદદ કરે છે.

નવજાત કાળમાં રસીકરણ :

નવજાત શિશુઓને જન્મ પછી તરત જ રસીકરણ શરૂ કરવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે અને ત્યારબાદ બાળપણ દરમ્યાન નિયમિત રસીકરણ ચાલુ રાખવું જોઈએ. નવજાત કાળમાં રસીકરણના ફાયદાઓમાં શામેલ છે :

- **રોગ નિવારણ (Disease Prevention) :** રસીઓ નવજાત શિશુઓ અને નાના બાળકોને પોલિયો, ઓરી, ગાલપચોળિયાં, રૂબેલા, હીપેટાઇટિસ B અને અન્ય ઘણા ગંભીર ચેપી રોગોથી બચાવવામાં મદદ કરે છે.
- **ગંભીર ગૂંચવણોનું જોખમ ઘટાડે છે (Reduced Risk of Severe Complications) :** રસીકરણ નવજાત શિશુઓ અને નાના બાળકોમાં જેમ કે ન્યુમોનિયા, મગજનો તાવ અને મૃત્યુ જેવી ગંભીર ગૂંચવણોનું જોખમ ઘટાડે છે,
- **સમુદાયનું રક્ષણ (Herd Immunity) :** જ્યારે મોટાભાગના બાળકોને રસી આપવામાં આવે છે, ત્યારે તે સમુદાયમાં રોગ ફેલાતો અટકાવવામાં મદદ કરે છે અને જે બાળકોને રસી ન આપી શકાય (જેમ કે ખૂબ નાના બાળકો અથવા અમુક તબીબી પરિસ્થિતિઓ ધરાવતા બાળકો) તેમનું પણ રક્ષણ કરે છે. આને 'સમુદાયનું રક્ષણ' (Herd Immunity) કહેવામાં આવે છે.

નવજાત શિશુઓ અને બાળકો માટે ભલામણ કરેલ રસીઓ :

- **હેપેટાઇટિસ B (Hepatitis B) :** જન્મ પછી તરત જ, 1-2 મહિનાની ઉંમરે અને 6-18 મહિનાની ઉંમરે.

- **રોટાવાયરસ (Rotavirus) :** 2, 4, અને 6 મહિનાની ઉંમરે.
- **ડીપ્થેરિયા, ટિટાનસ અને કાળી ખાંસી (DTaP) :** 2, 4, 6, 15-18 મહિના અને 4-6 વર્ષની ઉંમરે.
- **હિમોફિલસ ઈન્ફ્લ્યુએન્ઝા પ્રકાર બી (Hib) :** 2, 4, 6 અને 12-15 મહિનાની ઉંમરે.
- **ન્યુમોકોકલ કોન્જુગેટ (Pneumococcal Conjugate) :** 2, 4, 6 અને 12-15 મહિનાની ઉંમરે.
- **પોલિયો (Polio) :** 2, 4, 6-18 મહિના અને 4-6 વર્ષની ઉંમરે.
- **ઓરી, ગાલપચોળિયાં, રૂબેલા (MMR) :** 12-15 મહિના અને 4-6 વર્ષની ઉંમરે.
- **વેરીસેલા (Varicella) :** 12-15 મહિના અને 4-6 વર્ષની ઉંમરે.
- **હેપેટાઇટિસ A (Hepatitis A) :** 12-23 મહિનાની ઉંમરે બે ડોઝમાં.

રસીકરણ અંગે સામાન્ય ચિંતાઓ :

કેટલાંક માતા-પિતાને રસીકરણ અંગે ચિંતાઓ હોઈ શકે છે, જેમ કે રસીઓની સલામતી અને આડઅસરો. જો કે, એ યાદ રાખવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે રસીઓ ખૂબ જ સુરક્ષિત અને અસરકારક છે. રસીઓનું કડક પરીક્ષણ કરવામાં આવે છે અને તે બજારમાં આવે તે પહેલાં તેની સલામતી અને અસરકારકતા માટે મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે. રસીઓની આડઅસરો સામાન્ય રીતે હળવી અને અસ્થાયી હોય છે, જેમ કે ઈન્જેક્શનની જગ્યાએ દુખાવો, લાલાશ અથવા સોજો.

આમ, ગર્ભાવસ્થા અને નવજાતકાળમાં રસીકરણ એ માતા અને બાળકના સ્વાસ્થ્યને સુધારવા અને ગંભીર ચેપી રોગોથી બચાવવા માટેનું એક મહત્ત્વપૂર્ણ જાહેર આરોગ્ય પગલું છે. માતા-પિતાએ તેમના બાળકોને ભલામણ કરેલ રસીઓ સમયસર મળે તેની ખાતરી કરવા માટે તેમના ડૉક્ટર સાથે વાત કરવી જોઈએ. રસીકરણ એ માત્ર વ્યક્તિગત સ્વાસ્થ્ય માટે જ નહીં, પણ સમુદાયના સ્વાસ્થ્ય માટે પણ મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

17.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે ગર્ભાવસ્થા અને નવજાત શિશુની પ્રતિરક્ષાનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કર્યો. આપણે જોયું કે ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં ઘણા ફેરફારો થાય છે જે ગર્ભને અસ્વીકારથી બચાવે છે અને માતા અને ગર્ભ બંનેને ચેપથી સુરક્ષિત રાખે છે. આ પ્રક્રિયાને 'ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા' કહેવામાં આવે છે.

આપણે એ પણ શીખ્યા કે ગર્ભાવસ્થાના ત્રીજા ત્રિમાસિક ગાળામાં માતાથી ગર્ભમાં એન્ટિબોડીઝનું સ્થાનાંતરણ થાય છે, જે નવજાત શિશુને જીવનના પ્રારંભિક મહિનાઓમાં ચેપ સામે 'નિષ્ક્રિય રોગપ્રતિરક્ષા' પ્રદાન કરે છે. નવજાત શિશુની પોતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી અપરિપક્વ હોય છે અને ધીમે ધીમે વિકાસ પામે છે.

સ્તનપાન એ નવજાત શિશુને પોષણ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ પ્રદાન કરવાનો કુદરતી અને શ્રેષ્ઠ માર્ગ છે. સ્તનપાનમાં એન્ટિબોડીઝ, રોગપ્રતિકારક કોષો અને અન્ય ઘણા ઘટકો હોય છે જે બાળકની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને મજબૂત બનાવે છે અને તેને ચેપ સામે રક્ષણ આપે છે.

છેલ્લે, આપણે ગર્ભાવસ્થા અને નવજાતકાળમાં રસીકરણના મહત્ત્વ વિશે શીખ્યા. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાને આપવામાં આવતી રસીઓ માતા અને ગર્ભ બંનેને રક્ષણ આપે છે. નવજાત શિશુઓ અને નાના બાળકોને આપવામાં આવતી રસીઓ તેમને ગંભીર ચેપી રોગો અને તેની ગૂંચવણોથી બચાવવામાં મદદ કરે છે. રસીકરણ એ માત્ર વ્યક્તિગત સ્વાસ્થ્ય માટે જ નહીં, પણ 'સમુદાયનું રક્ષણ' હાંસલ કરવા માટે પણ મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

આ એકમના અભ્યાસ પરથી આપણે સમજી શકીએ છીએ કે ગર્ભાવસ્થા અને નવજાત શિશુનો સમયગાળો બાળકના સ્વાસ્થ્ય અને વિકાસ માટે કેટલો મહત્ત્વપૂર્ણ છે. માતા અને બાળકના સ્વાસ્થ્યને સુધારવા માટે ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા જાળવવી, સ્તનપાનને પ્રોત્સાહન આપવું અને સમયસર રસીકરણ કરાવવું એ ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ બાબતો છે.

17.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થતો મુખ્ય ફેરફાર કયો છે?

    a) પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી મજબૂત બને છે.

    b) પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી નબળી પડે છે.

    c) પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં કોઈ ફેરફાર થતો નથી

    d) B કોષોની સંખ્યામાં ઘટાડો થાય છે

2. ગર્ભને માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી દ્વારા અસ્વીકારથી બચાવવા માટે કઈ પ્રક્રિયા જવાબદાર છે?

    a) નિષ્ક્રિય રોગપ્રતિરક્ષા b) સક્રિય રોગપ્રતિરક્ષા

    c) ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા d) કોષ-મધ્યસ્થી પ્રતિરક્ષા

3. માતાથી ગર્ભમાં મુખ્યત્વે કયા પ્રકારના એન્ટિબોડીઝ સ્થાનાંતરિત થાય છે?

    a) IgA b) IgG c) IgM d) IgE

4. પ્લેસેન્ટામાં કયા કોષો માતાના રક્તમાંથી IgG એન્ટિબોડીઝને ગર્ભના રક્તપ્રવાહમાં સ્થાનાંતરિત કરવા માટે જવાબદાર છે?

    a) મેક્રોફેજ b) ન્યૂટ્રોફિલ્સ c) ટ્રોફોબ્લાસ્ટ d) લિમ્ફોસાયટ્સ

5. નવજાત શિશુની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીની મુખ્ય લાક્ષણિકતા કઈ છે?

    a) મજબૂત કોષ-મધ્યસ્થી પ્રતિરક્ષા b) ઉચ્ચ એન્ટિબોડી ઉત્પાદન

    c) અપરિપક્વ પ્રતિરક્ષા કોષો d) શક્તિશાળી પૂરક પ્રવૃત્તિ

6. સ્તનપાનમાં મુખ્યત્વે કયા પ્રકારના એન્ટિબોડીઝ હોય છે?

   a) IgA   b) IgG   c) IgM   d) IgD

7. સ્તનપાનમાં રહેલ કયું પ્રોટીન આયર્ન સાથે જોડાઈને બેક્ટેરિયાના વિકાસને અટકાવે છે?
   a) લાઈસોઝાઈમ   b) ઓલિગોસેકરાઈડ્સ

   c) લેક્ટોફેરિન   d) સાઈટોકાઈન

8. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન કઈ રસી લેવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે?

   a) ઓરી, ગાલપચોળિયાં, રૂબેલા (MMR)   b) પોલિયો

   c) ફ્લૂ (Influenza)   d) હિપેટાઇટિસ A

9. નવજાત શિશુઓને કાળી ખાંસીથી બચાવવા માટે ગર્ભાવસ્થાના કયા સમયગાળા દરમિયાન Tdap રસી લેવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે?

   a) પ્રથમ ત્રિમાસિક   b) 14 થી 26 અઠવાડિયા

   c) 27 થી 36 અઠવાડિયા   d) ગર્ભાવસ્થાના અંતિમ અઠવાડિયા

10. નીચેનામાંથી કયું નવજાત શિશુઓ અને બાળકો માટે ભલામણ કરેલ રસીકરણ નથી?

   a) હિપેટાઇટિસ B   b) રોટાવાયરસ

   c) મેલેરિયા   d) ન્યુમોકોકલ કોન્જુગેટ

જવાબો :

1. b, 2. c, 3. b, 4. c, 5. c, 6. a, 7. c, 8. c, 9. c, 10. c

ટૂંકા પ્રશ્નો :

1. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થતાં બે મુખ્ય ફેરફારો જણાવો.
2. ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતા એટલે શું?
3. પ્લેસેન્ટા એન્ટિબોડી સ્થાનાંતરણમાં કેવી રીતે ભૂમિકા ભજવે છે?
4. નવજાત શિશુની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી શા માટે અપરિપક્વ હોય છે?
5. સ્તનપાન નવજાત શિશુની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને કેવી રીતે મજબૂત બનાવે છે?
6. લેક્ટોફેરિન અને લાઈસોઝાઈમના કાર્યો જણાવો.
7. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન રસીકરણનું શું મહત્ત્વ છે?
8. નવજાત કાળમાં રસીકરણ શા માટે જરૂરી છે?

9. સમુદાયનું રક્ષણ એટલે શું?

10. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન કઈ બે રસીઓ લેવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે?

લાંબા પ્રશ્નો :

1. ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં થતા ફેરફારોની વિસ્તૃત ચર્ચા કરો અને આ ફેરફારો માતા અને ગર્ભના સ્વાસ્થ્યને કેવી રીતે અસર કરે છે તે સમજાવો.

2. ભ્રૂણ-માતૃ સહિષ્ણુતાની પ્રક્રિયાનું વર્ણન કરો અને તેમાં ભાગ લેતા વિવિધ પરિબળો, જેવા કે ગર્ભાશયમાં થતા ફેરફારો, ગર્ભનો ફાળો, માતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીમાં ફેરફારો અને હોર્મોન્સના પ્રભાવની ચર્ચા કરો.

3. માતાથી બાળકમાં એન્ટિબોડી સ્થાનાંતરણની પ્રક્રિયા સમજાવો, જેમાં પ્લેસેન્ટાની ભૂમિકા, FcRn રીસેપ્ટર, IgG એન્ટિબોડીઝનું મહત્ત્વ, અને આ પ્રક્રિયાને પ્રભાવિત કરતા પરિબળોનો સમાવેશ થાય છે.

4. નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીના વિકાસની રૂપરેખા આપો, જેમાં જન્મ પહેલાં અને જન્મ પછીના વિકાસના તબક્કાઓ, નવજાત પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીની લાક્ષણિકતાઓ, અને તેના વિકાસને પ્રભાવિત કરતા પરિબળોનો સમાવેશ થાય છે.

5. સ્તનપાનના રોગપ્રતિકારક ફાયદાઓની ચર્ચા કરો, જેમાં સ્તનપાનમાં રહેલા વિવિધ રોગપ્રતિકારક ઘટકો, જેવા કે એન્ટિબોડીઝ, રોગપ્રતિકારક કોષો, લેક્ટોફેરિન, લાઈસોઝાઈમ, ઓલિગોસેકરાઈડ્સ અને સાઈટોકાઈન્સના કાર્યોનો સમાવેશ થાય છે. સ્તનપાન કયા રોગો સામે રક્ષણ આપે છે તે પણ સમજાવો.

વૃદ્ધાવસ્થા અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Aging and Immunity) 18

18.1 પ્રસ્તાવના

18.2 ઇમ્યુનોસેન્સન્સ : ઉંમર વધવાની સાથે રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં ફેરફાર

18.3 વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ચેપનું વધતું જોખમ

18.4 વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રસીકરણ પ્રત્યે બદલાયેલા પ્રતિભાવ

18.5 ઇન્ફ્લેમેજિંગ અને વય-સંબંધિત રોગોમાં તેની ભૂમિકા

18.6 વૃદ્ધાવસ્થાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ પર વ્યાયામ અને પોષણનો પ્રભાવ

18.7 વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીના પડકારો

18.8 સારાંશ

18.9 સ્વાધ્યાય

18.1. પ્રસ્તાવના

આપણે જેમ જેમ ઉંમર વધારીએ છીએ, તેમ તેમ આપણા શરીરમાં ઘણા ફેરફારો થાય છે. આમાંનો એક સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ ફેરફાર આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં થાય છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ એક જટિલ પ્રણાલી છે જે આપણને ચેપ અને બીમારીઓથી બચાવે છે. જેમ જેમ આપણે વૃદ્ધ થઈએ છીએ, તેમ તેમ આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી પડે છે, જેને "ઇમ્યુનોસેન્સન્સ" તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

આ એકમમાં આપણે વૃદ્ધાવસ્થા અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેના જટિલ સંબંધોનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે જોઈશું કે ઉંમર વધવાની સાથે રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે બદલાય છે, જેના પરિણામે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ચેપનું જોખમ વધે છે. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રસીકરણ શા માટે ઓછું અસરકારક હોઈ શકે છે તે પણ આપણે શોધીશું.

વધુમાં આપણે 'ઇન્ફ્લેમેજિંગ'ની કલ્પનાને શોધીશું, જે વૃદ્ધાવસ્થા સાથે સંકળાયેલ દીર્ઘકાલીન, ઓછી-સ્તરની બળતરા છે. આપણે જોઈશું કે આ બળતરા વય-સંબંધિત રોગોમાં કેવી ભૂમિકા ભજવે છે.

આ એકમમાં આપણે એ પણ શીખીશું કે કસરત અને પોષણ વૃદ્ધાવસ્થાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે. આ બે પરિબળો, વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિને સુધારવામાં મદદ કરી શકે છે.

છેલ્લે, આપણે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીના પડકારોનો અભ્યાસ કરીશું. ઇમ્યુનોથેરાપી એ કેન્સર અને અન્ય બીમારીઓ માટે આશાસ્પદ સારવાર છે, પરંતુ વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં તે ઓછી અસરકારક હોઈ શકે છે.

આ એકમ આપણને વૃદ્ધાવસ્થા અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેના જટિલ સંબંધોને સમજવામાં મદદ કરશે. આ જ્ઞાન, વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં તંદુરસ્તી સુધારવા માટે નવી વ્યૂહરચનાઓ વિકસાવવામાં મદદ કરી શકે છે.

પરિચય :

ઉંમર વધવા અને પ્રતિરક્ષા એક જટિલ વિષય છે જે વૃદ્ધત્વની પ્રક્રિયા દરમિયાન રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં થતા ફેરફારોનો અભ્યાસ કરે છે. જેમ જેમ લોકોની ઉંમર વધે છે, તેમ તેમ તેમની રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં ઘટાડો થાય છે, જેના કારણે તેઓ ચેપ, રોગો અને રસીઓ પ્રત્યે ઓછી પ્રતિક્રિયાશીલ બને છે.

રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને ઉંમર વધવા વચ્ચેના સંબંધનો અભ્યાસ 20મી સદીની શરૂઆતમાં શરૂ થયો હતો. શરૂઆતના સંશોધનકારોએ વૃદ્ધ પ્રાણીઓમાં રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાઓમાં ઘટાડો નોંધ્યો હતો. 1960ના દાયકામાં, વૈજ્ઞાનિકોએ વૃદ્ધત્વ સાથે સંકળાયેલા રોગપ્રતિકારક તંત્રમાં ચોક્કસ ફેરફારોને ઓળખવાનું શરૂ કર્યું, જેમ કે 'T'-સેલ કાર્યમાં ઘટાડો.

ગ્રેહામ પાઇગ : વૃદ્ધત્વ દરમિયાન 'T'-સેલ કાર્યમાં ઘટાડો દર્શાવનારા પ્રથમ વૈજ્ઞાનિકોમાંના એક. **રીટા એફ્રોસ :** 'T'-સેલ વૃદ્ધત્વ અને રસી પ્રત્યે ઓછી પ્રતિક્રિયા પર સંશોધન કર્યું.

ભારતીય વૈજ્ઞાનિકોએ વૃદ્ધત્વ અને પ્રતિરક્ષાના ક્ષેત્રમાં નોંધપાત્ર યોગદાન આપ્યું છે.

- **ગોવિંદરાજ પદ્મનાભન :** વૃદ્ધત્વ દરમિયાન સાયટોકાઇન ઉત્પાદનમાં ફેરફારો પર સંશોધન કર્યું.
- **દીપિકા મોહંતી :** વૃદ્ધત્વ અને ઓક્સિડે'T'વ તણાવ વચ્ચેના સંબંધની શોધ કરી.

ભારતીય સંશોધનકારોએ વૃદ્ધત્વ દરમિયાન રોગપ્રતિકારક શક્તિને મજબૂત કરવા માટે આયુર્વેદ અને યોગ જેવી પરંપરાગત દવાઓની ભૂમિકાનો પણ અભ્યાસ કર્યો છે.

વૃદ્ધત્વ અને પ્રતિરક્ષા એ એક સક્રિય સંશોધન ક્ષેત્ર છે. જેમ જેમ વિશ્વની વસ્તીની ઉંમર વધે છે, તેમ તેમ વૃદ્ધત્વની પ્રક્રિયા રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે અસર કરે છે તે સમજવું વધુને વધુ

મહત્ત્વનું બનશે. આ જ્ઞાન વૃદ્ધ લોકોમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિને સુધારવા અને ચેપ અને રોગો પ્રત્યે તેમની સંવેદનશીલતા ઘટાડવા માટે નવી વ્યૂહરચનાઓ વિકસાવવામાં મદદ કરી શકે છે.

18.2. ઇમ્યુનોસેન્સન્સ : ઉંમર વધવાની સાથે રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં ફેરફાર :

આપણે અગાઉ પ્રસ્તાવનાનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં વૃદ્ધાવસ્થા અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેના જટિલ સંબંધોની રૂપરેખા આપવામાં આવી હતી અને સમજાવ્યું હતું કે, આ એકમમાં ક્યા મુદ્દાઓ આવરી લેવામાં આવશે. હવે આપણે ઇમ્યુનોસેન્સન્સ (**Immunosenescence : Changes in Immune System with Aging**), એટલે કે ઉંમર વધવાની સાથે રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં થતાં ફેરફારો પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

ઇમ્યુનોસેન્સન્સ એ એક એવી પ્રક્રિયા છે જે વૃદ્ધાવસ્થા દરમિયાન રોગપ્રતિકારક શક્તિના કાર્યમાં ઘટાડો કરે છે. આ પ્રક્રિયા ઘણા પરિબળો દ્વારા પ્રભાવિત થાય છે, જેમાં આનુવંશિકતા, જીવનશૈલી અને પર્યાવરણીય પરિબળોનો સમાવેશ થાય છે. ઇમ્યુનોસેન્સન્સના પરિણામે, રોગપ્રતિકારક શક્તિના ઘણા પાસાઓમાં ફેરફાર થાય છે. આ ફેરફારોમાં શામેલ છે :

1. 'T'-સેલ્સમાં ઘટાડો : 'T'-સેલ્સ એ રોગપ્રતિકારક કોષોનો એક પ્રકાર છે જે વાયરસ અને કેન્સર કોષો જેવા આક્રમક જીવોને શોધી કાઢે છે અને તેનો નાશ કરે છે. ઉંમર વધવાની સાથે, 'T'-સેલ્સની સંખ્યા અને કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે. આ ઘટાડાને થાઇમિક ઇન્વોલ્યુશન નામની પ્રક્રિયા દ્વારા સમજાવી શકાય છે, જેમાં થાઇમસ ગ્રંથિ, જ્યાં 'T'-સેલ્સ પરિપક્વ થાય છે, તે સંકોચાય છે અને ઓછી નવી 'T'-સેલ્સ બનાવે છે. 'T'-સેલ્સની પરિપક્વતા અને કાર્યમાં ફેરફાર પણ જોવા મળે છે, જેના કારણે 'T'-સેલ્સ ઓછા પ્રભાવી બને છે.

2. 'B'-સેલ્સમાં ઘટાડો : 'B'-સેલ્સ એ રોગપ્રતિકારક કોષોનો એક પ્રકાર છે જે એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે. એન્ટિબોડીઝ એ પ્રોટીન છે જે આક્રમક જીવોને બાંધે છે અને તેમને નાશ કરવામાં મદદ કરે છે. ઉંમર વધવાની સાથે, **'B'**-સેલ્સની સંખ્યા અને એન્ટિબોડીઝ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે. આ ઉપરાંત, ઉત્પાદિત એન્ટિબોડીઝની ગુણવત્તા પણ ઘટી શકે છે, જે તેમને આક્રમણકારોને બાંધવામાં ઓછા અસરકારક બનાવે છે. આ કારણે રસીકરણ પ્રત્યે પણ ઓછો પ્રતિભાવ જોવા મળે છે.

3. કુદરતી કિલર (NK) કોષોની પ્રવૃત્તિમાં ઘટાડો : NK કોષો એ રોગપ્રતિકારક કોષોનો એક પ્રકાર છે જે વાયરસગ્રસ્ત કોષો અને કેન્સર કોષોને ઓળખી શકે છે અને તેનો નાશ કરી શકે છે. ઉંમર વધવાની સાથે, NK કોષોની સંખ્યા અને પ્રવૃત્તિમાં ઘટાડો થાય છે. આ ઘટાડો વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં અમુક ચેપ અને કેન્સર પ્રત્યે સંવેદનશીલતામાં વધારો કરી શકે છે. NK કોષોની કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો થવાના ચોક્કસ કારણો હજુ સંપૂર્ણપણે સ્પષ્ટ નથી, પરંતુ તેમાં કોષોની અંદર સિગ્નલિંગ પાથવેમાં ફેરફાર શામેલ હોઈ શકે છે.

4. મેક્રોફેજ અને ડેંડ્રિટિક કોષોના કાર્યમાં ફેરફાર : મેક્રોફેજ અને ડેંડ્રિટિક કોષો એ રોગપ્રતિકારક કોષો છે જે આક્રમક જીવોને ખાઇ જાય છે અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા શરૂ કરે છે. ઉંમર વધવાની સાથે, આ કોષોના કાર્યમાં ફેરફાર થાય છે, જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નબળી પાડે છે. દાખલા

તરીકે, વૃદ્ધ મેક્રોફેજ ઓછા સાયટોકાઇન્સ ઉત્પન્ન કરી શકે છે, જે અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોને સક્રિય કરવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ડેંડ્રિટિક કોષોની એન્ટિજેન રજૂ કરવાની ક્ષમતા પણ ઘ'T' શકે છે, જેના કારણે 'T'-સેલ્સનું સક્રિયકરણ ઓછું થાય છે.

5. સાયટોકાઇન્સના ઉત્પાદનમાં ફેરફાર : સાયટોકાઇન્સ એ પ્રોટીન છે જે રોગપ્રતિકારક કોષો વચ્ચે સંદેશાવાહક તરીકે કાર્ય કરે છે. ઉંમર વધવાની સાથે સાયટોકાઇન્સના ઉત્પાદનમાં ફેરફાર થાય છે, જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નબળી પાડે છે. અમુક સાયટોકાઇન્સ, જેમ કે IL-6, જે બળતરાને પ્રોત્સાહન આપે છે, તે વધી શકે છે, જ્યારે અન્ય, જેમ કે IL-2, જે 'T'-સેલ વૃદ્ધિ માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે, તે ઘટી શકે છે. આ અસંતુલન દીર્ઘકાલિન બળતરામાં ફાળો આપી શકે છે, જે વૃદ્ધાવસ્થા સાથે સંકળાયેલ ઘણી બીમારીઓ સાથે સંકળાયેલ છે.

6. દીર્ઘકાલીન બળતરા (Inflammaging) : ઉંમર વધવાની સાથે, શરીરમાં દીર્ઘકાલીન, નિમ્ન-સ્તરની બળતરાનું પ્રમાણ વધે છે, જેને 'ઇન્ફ્લેમેજિંગ' કહેવામાં આવે છે. આ બળતરા રોગપ્રતિકારક શક્તિને સતત સક્રિય રાખે છે, જે સમય જતાં તેને નબળી પાડે છે.

આ ફેરફારોના પરિણામે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓ ચેપ અને બીમારીઓ માટે વધુ સંવેદનશીલ બને છે. દાખલા તરીકે, વૃદ્ધ વ્યક્તિઓ ન્યુમોનિયા, ઇન્ફ્લ્યુએન્ઝા અને મૂત્રાશયના ચેપ જેવાં બેક્ટેરિયલ અને વાયરલ ચેપ માટે વધુ સંવેદનશીલ હોય છે.

વધુમાં ઇમ્યુનોસેન્સન્સ કેન્સર અને સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો જેવાં દીર્ઘકાલીન રોગોના વિકાસમાં પણ ભૂમિકા ભજવી શકે છે. આ એટલા માટે છે કે રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેન્સર કોષોને ઓળખી અને તેનો નાશ કરવા અને સ્વયંપ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાઓને નિયંત્રિત કરવા માટે સક્ષમ નથી.

આપણે જોયું કે, ઇમ્યુનોસેન્સન્સ એ એક જટિલ પ્રક્રિયા છે જે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિના કાર્યને નોંધપાત્ર રીતે ઘટાડે છે. આ ફેરફારો વૃદ્ધ વ્યક્તિઓને ચેપ અને બીમારીઓ માટે વધુ સંવેદનશીલ બનાવે છે. આપણે જોયું કે કેવી રીતે ઉંમર વધવાની સાથે રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી પડે છે, જેને ઇમ્યુનોસેન્સન્સ (**Immunosenescence**) કહેવાય છે.

18.3. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ચેપનું વધતું જોખમ (Increased Susceptibility to Infections in Elderly) :

અગાઉ ઇમ્યુનોસેન્સન્સ (**Immunosenescence**) વિશે ચર્ચા કરી હતી, જેમાં આપણે જોયું કે ઉંમર વધવાની સાથે રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે નબળી પડે છે. આ નબળાઇ વૃદ્ધ વ્યક્તિઓને ચેપ માટે વધુ સંવેદનશીલ બનાવે છે. હવે આપણે આ મુદ્દા પર વધુ ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું અને સમજીશું કે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ચેપનું જોખમ શા માટે વધારે હોય છે.

વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ચેપનું જોખમ વધવાના ઘણા કારણો છે, જે મુખ્યત્વે રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં આવતા ફેરફારો સાથે સંકળાયેલા છે. આપણે અગાઉ ઇમ્યુનોસેન્સન્સના ભાગરૂપે આ ફેરફારો વિશે ચર્ચા કરી હતી, પરંતુ અહીં આપણે તેમને ચેપના વધતા જોખમના સંદર્ભમાં જોઇશું :

1. નબળી રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા : જેમ આપણે અગાઉ ચર્ચા કરી ઉંમર વધવાની સાથે 'T'-સેલ્સ, **'B'**-સેલ્સ, NK કોષો અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોની સંખ્યા અને કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે. આ કોષો ચેપ સામે લડવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. 'T'-સેલ્સ વાયરસગ્રસ્ત કોષોને ઓળખીને તેમનો નાશ કરે છે, **'B'**-સેલ્સ એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે જે બેક્ટેરિયા અને અન્ય આક્રમણકારોને નિષ્ક્રિય કરે છે, અને NK કોષો વાયરસગ્રસ્ત કોષો અને કેન્સર કોષોને નષ્ટ કરે છે. જ્યારે આ કોષોની કાર્યક્ષમતા ઘટે છે, ત્યારે શરીર ચેપ સામે લડવામાં ઓછું સક્ષમ બને છે.

2. એન્ટિબોડી ઉત્પાદનમાં ઘટાડો : 'B'-સેલ્સ દ્વારા ઉત્પાદિત એન્ટિબોડીઝની માત્રા અને ગુણવત્તા ઉંમર સાથે ઘટે છે. એન્ટિબોડીઝ ચેપને રોકવામાં અને તેને ફેલાતા અટકાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ઓછા અને ઓછા અસરકારક એન્ટિબોડીઝનો અર્થ એ છે કે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓ ચેપનો ભોગ બનવાની શક્યતા વધારે છે અને તેમને ચેપમાંથી સાજા થવામાં વધુ સમય લાગે છે.

3. દીર્ઘકાલીન બળતરા (Inflammaging) : વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં દીર્ઘકાલીન, નિમ્ન-સ્તરની બળતરાનું પ્રમાણ વધે છે, જેને 'ઇન્ફ્લેમેજિંગ' કહેવામાં આવે છે. આ સ્થિતિ રોગપ્રતિકારક શક્તિને સતત સક્રિય રાખે છે, જેના કારણે તે સમય જતાં નબળી પડે છે અને ચેપ સામે લડવાની ક્ષમતા ઘટે છે.

4. શારીરિક અવરોધોમાં ફેરફાર : ચામડી અને શ્વસન માર્ગના શ્લેષ્મકળા જેવા શારીરિક અવરોધો ચેપ સામે રક્ષણની પ્રથમ લાઇન પૂરી પાડે છે. ઉંમર વધવાની સાથે, આ અવરોધો નબળા પડી શકે છે. દાખલા તરીકે, ચામડી પાતળી અને ઓછી સ્થિતિસ્થાપક બને છે, જે તેને નુકસાન અને ચેપ માટે વધુ સંવેદનશીલ બનાવે છે. શ્વસન માર્ગમાં, સિલિયા (નાના વાળ જેવા અવયવો જે કચરો અને આક્રમણકારોને દૂર કરે છે) ઓછા અસરકારક બને છે, જેના કારણે ફેફસાંમાં ચેપનું જોખમ વધે છે.

5. સહ-અસ્તિત્વ ધરાવતી બીમારીઓ (Comorbidities) : વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ડાયાબિટીસ, હૃદયરોગ અને ફેફસાના રોગ જેવી દીર્ઘકાલીન બીમારીઓ થવાની શક્યતા વધારે હોય છે. આ બીમારીઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને વધુ નબળી બનાવી શકે છે અને ચેપનું જોખમ વધારી શકે છે. દાખલા તરીકે, ડાયાબિટીસ ધરાવતા લોકોમાં ચેપ સામે લડવાની ક્ષમતા ઓછી હોય છે અને તેમને ચેપમાંથી સાજા થવામાં વધુ સમય લાગે છે.

6. પોષણની ઉણપ : વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં પોષણની ઉણપનું જોખમ વધારે હોય છે, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિના કાર્યને નબળું બનાવી શકે છે. વિટામિન D, ઝીંક અને સેલેનિયમ જેવાં પોષકતત્વો રોગપ્રતિકારક શક્તિ માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

આ બધા પરિબળો ભેગા મળીને વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ચેપનું જોખમ નોંધપાત્ર રીતે વધારે છે. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ન્યુમોનિયા, ઈન્ફલ્યુએન્ઝા, મૂત્રાશયના ચેપ, ચામડીના ચેપ અને શ્વસન માર્ગના ચેપ જેવાં ચેપ વધુ સામાન્ય છે. આ ચેપ ગંભીર બીમારી, હોસ્પિટલમાં દાખલ થવા અને મૃત્યુ તરફ દોરી શકે છે. આપણે જોયું કે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ચેપનું જોખમ શા માટે વધારે હોય છે.

18.4. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રસીકરણ પ્રત્યે બદલાયેલા પ્રતિભાવ (Altered Vaccine Response in Elderly) :

આપણે જોયું કે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી પડવાને કારણે અને અન્ય પરિબળોને લીધે ચેપનું જોખમ ઘણું વધારે હોય છે. રસીકરણ એ ચેપી રોગોથી બચાવવાનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ઉપાય છે, પરંતુ વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રસીકરણ પ્રત્યેનો પ્રતિભાવ યુવાન વ્યક્તિઓ કરતા અલગ હોય છે. હવે આપણે આ બદલાયેલા પ્રતિભાવ (**Altered Vaccine Response in Elderly**) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રસીકરણ પ્રત્યે બદલાયેલા પ્રતિભાવ માટે ઘણા પરિબળો જવાબદાર છે, જે મુખ્યત્વે ઇમ્યુનોસેન્સન્સ સાથે સંકળાયેલા છે. અહીં કેટલાંક મુખ્ય મુદ્દાઓ છે :

1. એન્ટિબોડી ઉત્પાદનમાં ઘટાડો : આપણે અગાઉ ચર્ચા કરી તેમ, વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં **'B'**-સેલ્સની સંખ્યા અને કાર્યક્ષમતા ઘટે છે, જેના પરિણામે એન્ટિબોડી ઉત્પાદન પણ ઘટે છે. રસીકરણ બાદ, યુવાન વ્યક્તિઓની સરખામણીમાં વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં એન્ટિબોડીનું સ્તર ઓછું જોવા મળે છે અને આ સ્તર ઝડપથી ઘટી પણ શકે છે. આનો અર્થ એ છે કે રસીકરણ દ્વારા પૂરી પાડવામાં આવતી સુરક્ષા ઓછી સમય ટકી શકે છે. એન્ટિબોડી માત્રા ઓછી હોવા ઉપરાંત, એન્ટિબોડીની ગુણવત્તા પણ ઘટી શકે છે, મતલબ કે તેઓ લક્ષ્યાંકને ચોંટી રહેવાની ક્ષમતા ઓછી ધરાવે છે.

2. 'T'-સેલ પ્રતિભાવમાં ઘટાડો : રસીકરણ બાદ, 'T'-સેલ્સ પણ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, ખાસ કરીને વાયરલ ચેપ સામે. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં 'T'-સેલ્સની સંખ્યા અને કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો થવાને કારણે, રસીકરણ પ્રત્યે 'T'-સેલ પ્રતિભાવ પણ નબળો પડે છે. આ નબળો પ્રતિભાવ અમુક રસીઓની અસરકારકતા ઘટાડી શકે છે, ખાસ કરીને એવા વાયરસ સામે જે કોષોની અંદર રહે છે, જેમ કે ઈન્ફ્લ્યુએન્ઝા વાયરસ. 'T'-સેલ પ્રતિભાવમાં ઘટાડો થવાનું કારણ થાઇમસ ગ્રંથિનું સંકોચન પણ છે, જે 'T'-સેલ પરિપક્વતા માટે જવાબદાર છે.

3. મેમરી 'B' અને 'T'-સેલ્સમાં ઘટાડો : મેમરી **'B'** અને 'T'-સેલ્સ એ રોગપ્રતિકારક કોષો છે જે અગાઉના ચેપ અથવા રસીકરણ પછી લાંબા સમય સુધી શરીરમાં રહે છે અને ભવિષ્યમાં તે જ ચેપ સામે ઝડપી અને અસરકારક પ્રતિભાવ પૂરો પાડે છે. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં આ મેમરી કોષોની સંખ્યા અને કાર્યક્ષમતા ઘટે છે, જેના કારણે રસીકરણ દ્વારા લાંબાગાળાની સુરક્ષા પૂરી પાડવી મુશ્કેલ બને છે. આ મેમરી કોષો ઓછા હોવાને કારણે, ફરીથી ચેપ લાગવાની શક્યતા વધી જાય છે.

4. દીર્ઘકાલીન બળતરા (Inflammaging) : વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં જોવા મળતી દીર્ઘકાલીન, નિમ્ન-સ્તરની બળતરા રસીકરણ પ્રત્યેના પ્રતિભાવને પણ નબળો પાડી શકે છે. આ બળતરા રોગપ્રતિકારક કોષોને યોગ્ય રીતે કાર્ય કરતા અટકાવી શકે છે અને રસીકરણ દ્વારા પૂરી પાડવામાં આવતી સુરક્ષાને ઘટાડી શકે છે. સતત બળતરાની સ્થિતિ રોગપ્રતિકારક કોષોને થકવી નાખે છે અને તેમને રસીકરણ પ્રત્યે યોગ્ય પ્રતિભાવ આપવામાં અસમર્થ બનાવે છે.

5. સહ-અસ્તિત્વ ધરાવતી બીમારીઓ (Comorbidities) : ડાયાબિટીસ, હૃદયરોગ અને ફેફસાના રોગ જેવી દીર્ઘકાલીન બીમારીઓ ધરાવતા વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રસીકરણ પ્રત્યેનો પ્રતિભાવ વધુ

નબળો હોઇ શકે છે. આ બીમારીઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને વધુ નબળી બનાવે છે અને રસીની અસરકારકતા ઘટાડે છે.

આ બધા પરિબળોને કારણે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રસીકરણ દ્વારા પૂરી પાડવામાં આવતી સુરક્ષા યુવાન વ્યક્તિઓ કરતા ઓછી અને ઓછા સમય માટે હોઇ શકે છે. જો કે, એ નોંધવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે **રસીકરણ હજુ પણ વૃદ્ધ વ્યક્તિઓ માટે ચેપી રોગોથી બચાવવાનો શ્રેષ્ઠ ઉપાય છે.**

રસીકરણ વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ગંભીર બીમારી, હોસ્પિટલમાં દાખલ થવા અને મૃત્યુનું જોખમ ઘટાડી શકે છે. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રસીકરણની અસરકારકતા વધારવા માટે વિવિધ વ્યૂહરચનાઓનો ઉપયોગ કરી શકાય છે, જેમ કે :

- **ઉચ્ચ-ડોઝ રસીઓ :** કેટલીક રસીઓ, જેમ કે ઇન્ફ્લ્યુએન્ઝા રસી, ઉચ્ચ ડોઝમાં ઉપલબ્ધ છે જે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં વધુ મજબૂત રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા પેદા કરી શકે છે.
- **એડજુવન્ટેડ રસીઓ :** એડજુવન્ટ્સ એવા પદાર્થો છે જે રસીમાં ઉમેરવામાં આવે છે જેથી રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા વધારી શકાય. એડજુવન્ટેડ રસીઓ વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં વધુ સારી સુરક્ષા પૂરી પાડી શકે છે.
- **બૂસ્ટર ડોઝ :** સમય જતાં રસીકરણની અસરકારકતા ઘ'T' શકે છે, ખાસ કરીને વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં. બૂસ્ટર ડોઝ રોગપ્રતિકારક શક્તિને ફરીથી મજબૂત કરવામાં અને સુરક્ષા વધારવામાં મદદ કરી શકે છે.
- **નવી રસી વિકાસ :** સંશોધકો વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં વધુ અસરકારક હોય તેવી નવી રસીઓ વિકસાવવા માટે સતત કાર્ય કરી રહ્યા છે.

18.5. ઇન્ફ્લેમેજિંગ અને વય-સંબંધિત રોગોમાં તેની ભૂમિકા (Inflammaging and Its Role in Age-Related Diseases) :

આપણે જોયું કે કેવી રીતે ઉંમર વધવાની સાથે રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી પડે છે (ઇમ્યુનોસેન્સન્સ), જેના પરિણામે ચેપનું જોખમ વધે છે અને રસીકરણ પ્રત્યેનો પ્રતિભાવ ઘટે છે. હવે આપણે એક મહત્ત્વપૂર્ણ ખ્યાલ, ઇન્ફ્લેમેજિંગ (**Inflammaging**) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે વય-સંબંધિત રોગોના વિકાસમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

ઇન્ફ્લેમેજિંગ શું છે?

ઇન્ફ્લેમેજિંગ એ દીર્ઘકાલીન, નિમ્ન-સ્તરની બળતરા છે જે ઉંમર વધવાની સાથે શરીરમાં વધતી જાય છે. આ બળતરા તીવ્ર હોતી નથી, જેમ કે કોઇ ઇજા કે ચેપના પ્રતિભાવમાં જોવા મળે છે, પરંતુ તે સતત અને લાંબા સમય સુધી રહે છે. ઇન્ફ્લેમેજિંગને 'સાઇલન્ટ કિલર' પણ કહેવામાં આવે છે, કારણ કે તે શરૂઆતમાં કોઇ દેખીતા લક્ષણો પેદા કરતી નથી, પરંતુ સમય જતાં તે પેશીઓ અને અવયવોને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે અને વિવિધ વય-સંબંધિત રોગોના વિકાસમાં ફાળો આપી શકે છે.

ઇન્ફ્લેમેજિંગના કારણો :

ઇન્ફ્લેમેજિંગ થવાના ઘણા કારણો છે, જેમાં શામેલ છે :

- **ઇમ્યુનોસેન્સન્સ :** જેમ જેમ આપણે વૃદ્ધ થઈએ છીએ, તેમ તેમ આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ઓછી અસરકારક બને છે, અને તે સતત બળતરા પેદા કરી શકે છે. 'T'-સેલ્સ અને બી-સેલ્સની કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો, અને સાયટોકાઇન્સના ઉત્પાદનમાં ફેરફાર, ઇન્ફ્લેમેજિંગમાં ફાળો આપે છે.

- **સેલ્યુલર સેનેસન્સ :** સેનેસન્ટ કોષો એવા કોષો છે જે વિભાજન કરવાનું બંધ કરી દે છે પરંતુ નાશ પામતા નથી. આ કોષો બળતરા પેદા કરનારા પરમાણુઓ, જેમ કે સાયટોકાઇન્સ અને કેમોકાઇન્સ, સ્ત્રાવ કરે છે, જેને સેનેસન્સ-એસોસિએટેડ સિક્રેટરી ફિનોટાઇપ (SASP) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. ઉંમર વધવાની સાથે, સેનેસન્ટ કોષો શરીરમાં જમા થાય છે અને ઇન્ફ્લેમેજિંગમાં ફાળો આપે છે.

- **માઇટોકોન્ડ્રિયલ ડિસફંક્શન :** માઇટોકોન્ડ્રિયા કોષોના 'પાવરહાઉસ' છે, જે ઊર્જા ઉત્પાદન માટે જવાબદાર છે. ઉંમર વધવાની સાથે માઇટોકોન્ડ્રિયા ઓછા કાર્યક્ષમ બને છે અને રિએક્ટિવ ઓક્સિજન સ્પીસીઝ (ROS) નામના હાનિકારક પરમાણુઓનું ઉત્પાદન કરે છે. ROS બળતરા પેદા કરી શકે છે અને ઇન્ફ્લેમેજિંગમાં ફાળો આપી શકે છે.

- **આંતરડાની માઇક્રોબાયોમમાં ફેરફાર :** આપણા આંતરડામાં રહેલા બેક્ટેરિયા, જેને આંતરડાની માઇક્રોબાયોમ કહેવામાં આવે છે, તે આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને સ્વાસ્થ્યમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ઉંમર વધવાની સાથે, આંતરડાની માઇક્રોબાયોમમાં ફેરફાર થાય છે, જે બળતરામાં વધારો કરી શકે છે.

- **દીર્ઘકાલીન ચેપ :** અમુક દીર્ઘકાલીન ચેપ, જેમ કે સાયટોમેગાલોવાયરસ (CMV) અને હર્પીસ વાયરસ, સતત બળતરા પેદા કરી શકે છે અને ઇન્ફ્લેમેજિંગમાં ફાળો આપી શકે છે.

- **સ્થૂળતા :** ચરબીના કોષો બળતરા પેદા કરનારા પરમાણુઓ સ્ત્રાવ કરે છે અને સ્થૂળતા એ ઇન્ફ્લેમેજિંગનું એક મહત્ત્વપૂર્ણ પરિબળ છે.

- **જીવનશૈલીના પરિબળો :** બિનઆરોગ્યપ્રદ આહાર, શારીરિક પ્રવૃત્તિનો અભાવ અને ધૂમ્રપાન જેવી ખરાબ જીવનશૈલીની આદતો પણ ઇન્ફ્લેમેજિંગમાં ફાળો આપી શકે છે.

ઇન્ફ્લેમેજિંગ અને વય-સંબંધિત રોગો :

ઇન્ફ્લેમેજિંગ ઘણા વય-સંબંધિત રોગોના વિકાસમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, જેમાં શામેલ છે :

- **કાર્ડિયોવાસ્ક્યુલર રોગો :** ઇન્ફ્લેમેજિંગ એથરોસ્ક્લેરોસિસ (ધમનીઓમાં પ્લાકનું નિર્માણ) ના વિકાસમાં ફાળો આપે છે, જે હાર્ટ એટેક અને સ્ટ્રોકનું મુખ્ય કારણ છે.

- **ડાયાબિ'T'સ પ્રકાર 2 :** ઇન્ફ્લેમેજિંગ ઇન્સ્યુલિન પ્રતિકારમાં વધારો કરે છે, જે ડાયાબિ'T'સ પ્રકાર 2 તરફ દોરી શકે છે.

- **અલ્ઝાઇમર રોગ અને અન્ય ન્યુરોડિજનરેટિવ રોગો :** ઇન્ફ્લેમેજિંગ મગજમાં ન્યુરોઇન્ફ્લેમેશનનું કારણ બની શકે છે, જે જ્ઞાનાત્મક ઘટાડો અને અલ્ઝાઇમર રોગ જેવી સ્થિતિઓમાં ફાળો આપે છે.

- **ઓસ્ટિયોઆર્થરાઇટિસ :** ઇન્ફ્લેમેજિંગ સાંધામાં કોમલાસ્થિના ભંગાણમાં ફાળો આપે છે, જે ઓસ્ટિયોઆર્થરાઇટિસ તરફ દોરી જાય છે.

- **કેન્સર :** દીર્ઘકાલીન બળતરા અમુક પ્રકારના કેન્સરના વિકાસના જોખમને વધારે છે.

- **ઓસ્ટિયોપોરોસિસ :** ઇન્ફ્લેમેજિંગ હાડકાના નુકશાનમાં ફાળો આપી શકે છે, જે ઓસ્ટિયોપોરોસિસ તરફ દોરી જાય છે.

- **સાર્કોપેનિયા :** ઉંમર વધવાની સાથે સ્નાયુ સમૂહ અને શક્તિમાં ઘટાડો જેને સાર્કોપેનિયા કહેવામાં આવે છે, તે પણ ઇન્ફ્લેમેજિંગ સાથે સંકળાયેલ છે.

ઇન્ફ્લેમેજિંગને કેવી રીતે નિયંત્રિત કરી શકાય?

સંપૂર્ણપણે ઇન્ફ્લેમેજિંગને રોકવું શક્ય નથી, પરંતુ જીવનશૈલીમાં ફેરફાર અને તબીબી હસ્તક્ષેપ દ્વારા તેને નિયંત્રિત કરી શકાય છે. આમાં શામેલ છે :

- **સ્વસ્થ આહાર :** ફળો, શાકભાજી, આખા અનાજ અને તંદુરસ્ત ચરબીથી ભરપૂર આહાર બળતરા ઘટાડવામાં મદદ કરી શકે છે.

- **નિયમિત વ્યાયામ :** શારીરિક પ્રવૃત્તિ બળતરા ઘટાડવામાં અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને સુધારવામાં મદદ કરે છે.

- **વજન નિયંત્રણ :** સ્વસ્થ વજન જાળવવાથી બળતરા ઓછી થાય છે.

- **ધૂમ્રપાન ટાળો :** ધૂમ્રપાન બળતરા વધારે છે અને ઘણા રોગોનું જોખમ વધારે છે.

- **પૂરતી ઊંઘ :** ઊંઘનો અભાવ બળતરામાં વધારો કરી શકે છે.

- **તણાવ વ્યવસ્થાપન :** દીર્ઘકાલિન તણાવ બળતરામાં વધારો કરી શકે છે.

- **દવાઓ :** અમુક દવાઓ, જેમ કે સ્ટેટિન્સ અને NSAIDs, બળતરા ઘટાડવામાં મદદ કરી શકે છે.

ઇન્ફ્લેમેજિંગ એ વૃદ્ધાવસ્થાની પ્રક્રિયાનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે અને તે ઘણા વય-સંબંધિત રોગોના વિકાસમાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે. ઇન્ફ્લેમેજિંગના કારણો અને અસરોને સમજીને આપણે તેને નિયંત્રિત કરવા અને સ્વસ્થ વૃદ્ધત્વને પ્રોત્સાહન આપવા માટે પગલાં લઈ શકીએ છીએ.

18.6. વૃદ્ધાવસ્થાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ પર વ્યાયામ અને પોષણનો પ્રભાવ (Influence of Exercise and Nutrition on Aging Immune System) :

આપણે ઇમ્યુનોસેન્સન્સ, વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ચેપનું વધતું જોખમ, રસીકરણ પ્રત્યે બદલાયેલો પ્રતિભાવ, અને ઇન્ફ્લેમેજિંગ તથા વય-સંબંધિત રોગોમાં તેની ભૂમિકા જેવાં મહત્ત્વપૂર્ણ વિષયોને આવરી લીધા. હવે આપણે વૃદ્ધાવસ્થાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને સુધારવામાં મદદ કરી શકે તેવા બે મહત્ત્વપૂર્ણ પરિબળો, વ્યાયામ અને પોષણ (**Influence of Exercise and Nutrition on Aging Immune System**) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

વ્યાયામનો પ્રભાવ :

નિયમિત શારીરિક પ્રવૃત્તિ એ તંદુરસ્ત જીવનશૈલીનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે, અને તે વૃદ્ધાવસ્થામાં રોગપ્રતિકારક શક્તિને સુધારવામાં ખાસ કરીને ફાયદાકારક સાબિત થઈ શકે છે. વ્યાયામ ઇમ્યુનોસેન્સન્સની અસરોને ઘટાડવામાં અને રોગપ્રતિકારક કાર્યને વધારવામાં મદદ કરી શકે છે. વ્યાયામ કેવી રીતે મદદ કરે છે તે અહીં છે :

- **રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યમાં સુધારો :** વ્યાયામ 'T'-સેલ્સ, **'B'**-સેલ્સ, નેચરલ કિલર (NK) કોષો અને મેક્રોફેજ સહિતના રોગપ્રતિકારક કોષોની સંખ્યા અને કાર્યક્ષમતામાં વધારો કરી શકે છે. ખાસ કરીને, મધ્યમ-તીવ્રતાનો વ્યાયામ NK કોષોની પ્રવૃત્તિમાં વધારો કરે છે, જે વાયરસગ્રસ્ત કોષો અને કેન્સર કોષો સામે લડવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ છે.
- **બળતરામાં ઘટાડો :** નિયમિત વ્યાયામ ઇન્ફ્લેમેજિંગને ઘટાડવામાં મદદ કરે છે, જે દીર્ઘકાલીન, નિમ્ન-સ્તરની બળતરા છે જે ઉંમર વધવાની સાથે વધે છે અને ઘણા વય-સંબંધિત રોગો સાથે સંકળાયેલ છે. વ્યાયામ બળતરા વિરોધી સાયટોકાઇન્સના ઉત્પાદનમાં વધારો કરે છે અને બળતરા પેદા કરનારા સાયટોકાઇન્સના ઉત્પાદનમાં ઘટાડો કરે છે.
- **રસીકરણ પ્રત્યે પ્રતિભાવમાં સુધારો :** અભ્યાસો દર્શાવે છે કે નિયમિત વ્યાયામ વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રસીકરણ પ્રત્યેના પ્રતિભાવમાં સુધારો કરી શકે છે, જેના પરિણામે એન્ટિબોડીનું સ્તર ઊંચું આવે છે અને રસીકરણ દ્વારા પૂરી પાડવામાં આવતી સુરક્ષાનો સમયગાળો વધે છે.
- **એન્ટિ-ઓક્સિડન્ટ અસરમાં વધારો :** વ્યાયામ શરીરમાં એન્ટિ-ઓક્સિડન્ટ સંરક્ષણ પ્રણાલીને મજબૂત બનાવે છે, જે મુક્ત રેડિકલ દ્વારા થતા નુકસાનને ઘટાડવામાં મદદ કરે છે અને કોષોને સ્વસ્થ રાખે છે.
- **સહ-અસ્તિત્વ ધરાવતી બીમારીઓનું સારું વ્યવસ્થાપન :** વ્યાયામ ડાયાબિટીસ, હૃદયરોગ અને સ્થૂળતા જેવી દીર્ઘકાલીન બીમારીઓને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને નબળી પાડી શકે છે.

કયા પ્રકારનો વ્યાયામ શ્રેષ્ઠ છે?

વૃદ્ધ વ્યક્તિઓ માટે મધ્યમ-તીવ્રતાનો એરોબિક વ્યાયામ, જેમ કે ઝડપી ચાલવું, સાયકલ ચલાવવી, તરવું, અને નૃત્ય, શ્રેષ્ઠ માનવામાં આવે છે. સ્ટ્રેન્થ ટ્રેઇનિંગ (વેઇટ લિફ્ટિંગ) પણ ફાયદાકારક છે કારણ કે તે સ્નાયુ સમૂહ અને શક્તિને જાળવી રાખવામાં મદદ કરે છે, જે રોગપ્રતિકારક કાર્ય માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. શ્રેષ્ઠ પરિણામો માટે, અઠવાડિયામાં ઓછામાં ઓછા 150 મિનિટ મધ્યમ-તીવ્રતાનો એરોબિક વ્યાયામ અને અઠવાડિયામાં બે વાર સ્ટ્રેન્થ ટ્રેઇનિંગ કરવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે.

પોષણનો પ્રભાવ :

યોગ્ય પોષણ એ તંદુરસ્ત રોગપ્રતિકારક શક્તિ માટે પાયાનો પથ્થર છે અને તે વૃદ્ધાવસ્થામાં પણ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સંતુલિત આહાર, જે વિવિધ પોષકતત્વોથી સમૃદ્ધ હોય, તે રોગપ્રતિકારક કાર્યને ટેકો આપી શકે છે અને ઇમ્યુનોસેન્સન્સની અસરોને ઘટાડવામાં મદદ કરી શકે છે. અહીં પોષણના કેટલાંક મહત્ત્વપૂર્ણ પાસાઓ છે જે વૃદ્ધાવસ્થામાં રોગપ્રતિકારક શક્તિને પ્રભાવિત કરે છે :

- **પ્રોટીન :** પૂરતા પ્રમાણમાં પ્રોટીનનું સેવન સ્નાયુ સમૂહ અને શક્તિને જાળવી રાખવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે, જે રોગપ્રતિકારક કાર્ય માટે જરૂરી છે. પ્રોટીન એન્ટિબોડીઝ અને અન્ય રોગપ્રતિકારક પરમાણુઓના નિર્માણ માટે પણ જરૂરી છે.

- **વિટામિન્સ :** વિટામિન A, C, D, E, અને B6 રોગપ્રતિકારક કાર્ય માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. આ વિટામિન્સ એન્ટિ-ઓક્સિડન્ટ તરીકે કાર્ય કરે છે, રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યને ટેકો આપે છે અને બળતરા ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.

- **ખનિજો :** ઝીંક, સેલેનિયમ, આયર્ન અને કોપર જેવાં ખનિજો રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્ય અને વિકાસ માટે આવશ્યક છે.

- **ઓમેગા -3 ફેટી એસિડ્સ :** ઓમેગા -3 ફેટી એસિડ્સ, જે માછલી, અખરોટ અને બીજમાં જોવા મળે છે, તેમાં બળતરા વિરોધી ગુણધર્મો હોય છે અને તે રોગપ્રતિકારક કાર્યને સુધારવામાં મદદ કરી શકે છે.

- **પ્રીબાયોટિક્સ અને પ્રોબાયોટિક્સ :** પ્રીબાયોટિક્સ એ ફાઇબરના પ્રકારો છે જે આંતરડામાં ફાયદાકારક બેક્ટેરિયાના વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે, જ્યારે પ્રોબાયોટિક્સ એ જીવંત સૂક્ષ્મજીવો છે જે આંતરડાના સ્વાસ્થ્યને સુધારી શકે છે. આંતરડાનું સ્વાસ્થ્ય રોગપ્રતિકારક કાર્ય સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયેલું છે.

- **કેલરી પ્રતિબંધ :** કેટલાંક અભ્યાસો સૂચવે છે કે કેલરી પ્રતિબંધ (કેલરીના સેવનમાં મધ્યમ ઘટાડો) આયુષ્ય વધારી શકે છે અને રોગપ્રતિકારક કાર્યમાં સુધારો કરી શકે છે, જોકે આ ક્ષેત્રમાં વધુ સંશોધનની જરૂર છે.

વૃદ્ધ વ્યક્તિઓ માટે આહારની ભલામણો :

વૃદ્ધ વ્યક્તિઓએ ફળો, શાકભાજી, આખા અનાજ, દુર્બળ પ્રોટીન સ્ત્રોતો (જેમ કે માછલી, મરઘાં, કઠોળ), ઓછી ચરબીવાળા ડેરી ઉત્પાદનો અને તંદુરસ્ત ચરબી (જેમ કે ઓલિવ તેલ, એવોકાડો, બદામ)થી સમૃદ્ધ આહાર લેવો જોઈએ. પ્રોસેસ્ડ ફૂડ, ખાંડયુક્ત પીણા અને બિનઆરોગ્યપ્રદ ચરબીનું સેવન મર્યાદિત કરવું જોઈએ.

આમ, નિયમિત વ્યાયામ અને સંતુલિત પોષણ એ બે શક્તિશાળી સાધનો છે જે વૃદ્ધાવસ્થામાં રોગપ્રતિકારક શક્તિને સુધારવામાં મદદ કરી શકે છે. આ જીવનશૈલી પરિબળો ઇમ્યુનોસેન્સન્સની અસરોને ઘટાડી શકે છે, રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યમાં સુધારો કરી શકે છે, બળતરા ઘટાડી શકે છે, રસીકરણ પ્રત્યે પ્રતિભાવમાં સુધારો કરી શકે છે અને એકંદર સ્વાસ્થ્યને પ્રોત્સાહન આપી શકે છે. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓએ તંદુરસ્ત અને સક્રિય જીવનશૈલી અપનાવવા માટે પ્રોત્સાહિત કરવા જોઈએ જેમાં નિયમિત શારીરિક પ્રવૃત્તિ અને પોષકતત્વોથી ભરપૂર આહારનો સમાવેશ થાય છે.

18.7. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીના પડકારો (Challenges of Immunotherapy in Elderly) :

આપણે વૃદ્ધાવસ્થા અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ સાથે સંકળાયેલા ઘણા મહત્ત્વપૂર્ણ મુદ્દાઓ પર ચર્ચા કરી, જેમાં ઇમ્યુનોસેન્સન્સ, ચેપનું વધતું જોખમ, રસીકરણ પ્રત્યે બદલાયેલો પ્રતિભાવ, ઇન્ફ્લેમેજિંગ, વ્યાયામ અને પોષણના પ્રભાવનો સમાવેશ થાય છે. હવે આપણે આ એકમના અંતિમ મુદ્દા, વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીના પડકારો (**Challenges of Immunotherapy in Elderly**) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

ઇમ્યુનોથેરાપી શું છે?

` ઇમ્યુનોથેરાપી એ કેન્સર અને અન્ય રોગોની સારવાર માટેની એક ક્રાંતિકારી પદ્ધતિ છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને રોગ સામે લડવા માટે સક્રિય કરે છે. ઇમ્યુનોથેરાપીના ઘણા પ્રકારો છે, જેમાં શામેલ છે :

- **ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ :** આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક કોષો પરના 'ચેકપોઇન્ટ્સ'ને અવરોધે છે જે તેમને કેન્સરના કોષો પર હુમલો કરતા અટકાવે છે. ચેકપોઇન્ટ્સને અવરોધિત કરીને આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સરના કોષોને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા માટે મુક્ત કરે છે.
- **CAR T-સેલ થેરાપી :** આ થેરાપીમાં દર્દીના 'T'-સેલ્સને શરીરમાંથી બહાર કાઢીને પ્રયોગશાળામાં આનુવંશિક રીતે સંશોધિત કરવામાં આવે છે જેથી તેઓ કેન્સરના કોષોને ઓળખી શકે અને તેનો નાશ કરી શકે. આ સંશોધિત 'T'-સેલ્સને પછી દર્દીના શરીરમાં પાછા દાખલ કરવામાં આવે છે.

- **કેન્સરની રસીઓ :** આ રસીઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સરના કોષોને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા માટે તાલીમ આપે છે.
- **ઓનકોલાયટી ક વાયરસ :** આ વાયરસો કેન્સરના કોષોને ચેપ લગાડે છે અને તેનો નાશ કરે છે, અને તે રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સર સામે લડવા માટે પણ ઉત્તેજીત કરે છે.

વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીના પડકારો :

ઇમ્યુનોથેરાપીએ કેન્સરની સારવારમાં નોંધપાત્ર પ્રગતિ કરી છે, પરંતુ વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં તેની અસરકારકતા અને સલામતી અંગે ઘણા પડકારો રહેલા છે. આ પડકારોમાં શામેલ છે :

1. ઇમ્યુનોસેન્સન્સ : આપણે અગાઉ ચર્ચા કરી તેમ, ઉંમર વધવાની સાથે રોગપ્રતિકારક શક્તિ નબળી પડે છે. 'T'-સેલ્સ અને **'B'**-સેલ્સની સંખ્યા અને કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો, અને દીર્ઘકાલીન બળતરા (ઇન્ફ્લેમેજિંગ) ઇમ્યુનોથેરાપીની અસરકારકતાને ઘટાડી શકે છે. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં, રોગપ્રતિકારક કોષો કદાચ કેન્સરના કોષોને અસરકારક રીતે ઓળખી અને તેનો નાશ કરી શકતા નથી.

2. સહ-અસ્તિત્વ ધરાવતી બીમારીઓ (Comorbidities) : વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ડાયાબિટીસ, હૃદયરોગ અને કિડની રોગ જેવી દીર્ઘકાલીન બીમારીઓ થવાની શક્યતા વધારે હોય છે. આ બીમારીઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને વધુ નબળી બનાવી શકે છે અને ઇમ્યુનોથેરાપીની અસરકારકતાને ઘટાડી શકે છે. વધુમાં, આ બીમારીઓ ધરાવતા દર્દીઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપી સંબંધિત આડઅસરોનું જોખમ વધારે હોઈ શકે છે.

3. પોષણની ઉણપ : વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં પોષણની ઉણપનું જોખમ વધારે હોય છે, જે રોગપ્રતિકારક કાર્યને નબળું બનાવી શકે છે અને ઇમ્યુનોથેરાપીની અસરકારકતાને ઘટાડી શકે છે.

4. દવાની ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓ : વૃદ્ધ વ્યક્તિઓ ઘણીવાર વિવિધ બીમારીઓ માટે ઘણી બધી દવાઓ લેતા હોય છે. આ દવાઓ ઇમ્યુનોથેરાપી દવાઓ સાથે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરી શકે છે, જે તેમની અસરકારકતાને ઘટાડી શકે છે અથવા આડઅસરોનું જોખમ વધારી શકે છે.

5. ઇમ્યુન-સંબંધિત પ્રતિકૂળ ઘટનાઓ (irAEs) : ઇમ્યુનોથેરાપી રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરે છે, જે ક્યારેક સ્વસ્થ પેશીઓ પર હુમલો તરફ દોરી શકે છે, જેને ઇમ્યુન-સંબંધિત પ્રતિકૂળ ઘટનાઓ (irAEs) કહેવામાં આવે છે. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં irAEsનું જોખમ વધારે હોઈ શકે છે અને આ આડઅસરો તેમના માટે વધુ ગંભીર હોઈ શકે છે. આ આડઅસરોમાં ચામડી પર ફોલ્લીઓ, ઝાડા, થાક અને ન્યુમોનાઇટિસ (ફેફસામાં બળતરા) શામેલ હોઈ શકે છે.

6. ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સમાં ઓછું પ્રતિનિધિત્વ : વૃદ્ધ વ્યક્તિઓને ઘણીવાર કેન્સરના ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સમાંથી બાકાત રાખવામાં આવે છે, જેના કારણે વૃદ્ધ વસ્તીમાં ઇમ્યુનોથેરાપીની અસરકારકતા અને સલામતી અંગે મર્યાદિત ડેટા ઉપલબ્ધ છે.

આ પડકારોને કેવી રીતે પહોંચી વળવું?

વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીની અસરકારકતા અને સલામતીમાં સુધારો કરવા માટે સંશોધકો વિવિધ વ્યૂહરચનાઓ પર કાર્ય કરી રહ્યા છે, જેમાં શામેલ છે :

- **વ્યક્તિગત સારવાર :** દર્દીની ઉંમર, રોગપ્રતિકારક કાર્ય, સહ-અસ્તિત્વ ધરાવતી બીમારીઓ અને અન્ય પરિબળોને ધ્યાનમાં લઈને ઇમ્યુનોથેરાપી સારવારને વ્યક્તિગત બનાવવી.
- **સંયોજન ઉપચાર :** ઇમ્યુનોથેરાપીને અન્ય સારવાર પદ્ધતિઓ, જેમ કે કીમોથેરાપી, રેડિયેશન થેરાપી, ટાર્ગેટેડ થેરાપી, અથવા બળતરા વિરોધી દવાઓ સાથે જોડવી.
- **ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી એજન્ટ્સ :** એવી દવાઓનો ઉપયોગ જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરે છે અને ઇમ્યુનોથેરાપીની અસરકારકતામાં વધારો કરે છે.
- **irAEsનું વ્યવસ્થાપન :** irAEsને વહેલી તકે ઓળખવા અને તેનું વ્યવસ્થાપન કરવા માટે વ્યૂહરચનાઓ વિકસાવવી.
- **ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સમાં વૃદ્ધ વ્યક્તિઓનો સમાવેશ :** વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીની અસરકારકતા અને સલામતી અંગે વધુ ડેટા એકત્રિત કરવા માટે ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સમાં વૃદ્ધ વ્યક્તિઓના પ્રતિનિધિત્વમાં વધારો કરવો.
- **પોષણ સંબંધી સહાય :** વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં પોષણની સ્થિતિનું મૂલ્યાંકન અને સુધારણા, જે રોગપ્રતિકારક કાર્ય અને ઇમ્યુનોથેરાપી પ્રત્યેના પ્રતિભાવને સુધારવામાં મદદ કરી શકે છે.

આમ, ઇમ્યુનોથેરાપી એ કેન્સરની સારવારમાં એક આશાસ્પદ ક્ષેત્ર છે, પરંતુ વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં તેની અસરકારકતા અને સલામતીને લઈને ઘણા પડકારો રહેલા છે. ઇમ્યુનોસેન્સન્સ, સહ-અસ્તિત્વ ધરાવતી બીમારીઓ, પોષણની ઉણપ, દવાની ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓ અને irAEsનું વધતું જોખમ એ કેટલાક મહત્ત્વપૂર્ણ પરિબળો છે જેને ધ્યાનમાં લેવા જોઈએ. આ પડકારોને પહોંચી વળવા અને વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીના પરિણામોમાં સુધારો કરવા માટે વધુ સંશોધનની જરૂર છે.

18.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે વૃદ્ધાવસ્થા અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેના જટિલ સંબંધોનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે જોયું કે ઉંમર વધવાની સાથે રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે નબળી પડે છે, જેને 'ઇમ્યુનોસેન્સન્સ' કહેવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયામાં 'T'-સેલ્સ, **'B'**-સેલ્સ, નેચરલ કિલર કોષો અને અન્ય રોગપ્રતિકારક કોષોની સંખ્યા અને કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો, તેમજ દીર્ઘકાલીન બળતરામાં (ઇન્ફ્લેમેજિંગ) વધારો શામેલ છે.

ઇમ્યુનોસેન્સન્સને કારણે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ચેપનું જોખમ વધી જાય છે, અને રસીકરણ પ્રત્યેનો પ્રતિભાવ ઘટી જાય છે. આપણે એ પણ શીખ્યા કે ઇન્ફ્લેમેજિંગ ઘણા વય-સંબંધિત રોગો, જેમ કે કાર્ડિયોવાસ્ક્યુલર રોગો, ડાયાબિટીસ, અલ્ઝાઇમર રોગ, અને કેન્સરના વિકાસમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

જોકે, આ એકમમાં આશાવાદી બાબતો પણ રજૂ કરવામાં આવી. આપણે જોયું કે નિયમિત વ્યાયામ અને સંતુલિત પોષણ વૃદ્ધાવસ્થામાં રોગપ્રતિકારક શક્તિને સુધારવામાં મદદ કરી શકે છે. વ્યાયામ રોગપ્રતિકારક કોષોના કાર્યમાં સુધારો કરે છે, બળતરા ઘટાડે છે, અને રસીકરણ પ્રત્યે પ્રતિભાવ વધારે છે. પોષણ, ખાસ કરીને પ્રો'T'ન, વિટામિન્સ, ખનિજો, અને ઓમેગા -3 ફેટી એસિડ્સનું પૂરતું સેવન, રોગપ્રતિકારક કાર્યને ટેકો આપે છે.

એકમના અંતિમ ભાગમાં, આપણે વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીના પડકારોનો અભ્યાસ કર્યો. ઇમ્યુનોથેરાપી કેન્સરની સારવાર માટે આશાસ્પદ પદ્ધતિ હોવા છતાં, વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં તેની અસરકારકતા અને સલામતી અંગે ઘણા પ્રશ્નો રહેલા છે. ઇમ્યુનોસેન્સન્સ, સહ-અસ્તિત્વ ધરાવતી બીમારીઓ, પોષણની ઉણપ, દવાની ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓ અને ઇમ્યુન-સંબંધિત પ્રતિકૂળ ઘટનાઓ (irAEs)નું વધતું જોખમ એ મુખ્ય પડકારો છે. આ પડકારોને પહોંચી વળવા માટે, વ્યક્તિગત સારવાર, સંયોજન ઉપચાર, ઇમ્યુનોમોડ્યુલેટરી એજન્ટ્સ, અને ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સમાં વૃદ્ધ વ્યક્તિઓના વધુ સમાવેશ પર ભાર મૂકવામાં આવ્યો છે.

આમ, આ એકમ આપણને વૃદ્ધાવસ્થામાં રોગપ્રતિકારક શક્તિના મહત્ત્વ અને તેને સ્વસ્થ રાખવાના ઉપાયો વિશે મહત્ત્વપૂર્ણ જાણકારી આપે છે. આ જ્ઞાન વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં તંદુરસ્તી સુધારવા અને વય-સંબંધિત રોગોના બોજને ઘટાડવા માટે નવી વ્યૂહરચનાઓ વિકસાવવામાં મદદ કરી શકે છે.

18.9.સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. વૃદ્ધાવસ્થામાં રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં ઘટાડો થવાની પ્રક્રિયાને શું કહેવામાં આવે છે?

   a) ઇમ્યુનોમોડ્યુલેશન b) ઇમ્યુનોસેનેસન્સ c) ઇમ્યુનોસ્ટીમ્યુલેશન d) ઇમ્યુનોડેફિસિયન્સી

2. નીચેનામાંથી કયો રોગપ્રતિકારક કોષ ઉંમર વધવાની સાથે સંખ્યા અને કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો દર્શાવે છે?

   a) મેક્રોફેજ b) ડેંડ્રિટિક કોષો c) 'T'-સેલ્સ d) ઇઓસિનોફિલ્સ

3. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં કયા પ્રકારની બળતરા સામાન્ય રીતે જોવા મળે છે?

   a) તીવ્ર, ટૂંકાગાળાની બળતરા b) દીર્ઘકાલીન, ઉચ્ચ-સ્તરની બળતરા

   c) દીર્ઘકાલીન, નિમ્ન-સ્તરની બળતરા d) ચેપ-પ્રેરિત બળતરા

4. 'ઇન્ફ્લેમેજિંગ' શબ્દ કયા રોગો સાથે સંકળાયેલ છે?

   a) ફક્ત ચેપી રોગો b) ફક્ત આનુવંશિક રોગો c) વય-સંબંધિત રોગો d) ફક્ત માનસિક રોગો

5. નીચેનામાંથી કયું પરિબળ વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રસીકરણ પ્રત્યેના બદલાયેલા પ્રતિભાવમાં ફાળો આપતું નથી?

a) એન્ટિબોડી ઉત્પાદનમાં ઘટાડો b) 'T'-સેલ પ્રતિભાવમાં ઘટાડો c) મેમરી **'B'** અને 'T'-સેલ્સમાં વધારો d) દીર્ઘકાલીન બળતરા

6. નીચેનામાંથી કયો વ્યાયામનો પ્રકાર વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રોગપ્રતિકારક કાર્યને સુધારવા માટે શ્રેષ્ઠ માનવામાં આવે છે?

    a) ઉચ્ચ-તીવ્રતા અંતરાલ તાલીમ (HIIT)

    b) મધ્યમ-તીવ્રતાનો એરોબિક વ્યાયામ

    c) ફક્ત સ્ટ્રેન્થ ટ્રેઇનિંગ d) ફક્ત યોગ

7. નીચેનામાંથી કયું પોષકતત્વ વૃદ્ધાવસ્થામાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ માટે મહત્ત્વપૂર્ણ નથી?

    a) પ્રોટીન b) વિટામિન C c) ઝીંક d) ટ્રાન્સ ચરબી

8. CAR T-સેલ થેરાપીમાં, 'T'-સેલ્સને શાના માટે આનુવંશિક રીતે સંશોધિત કરવામાં આવે છે?

    a) બેક્ટેરિયાને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા

    b) વાયરસને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા

    c) કેન્સરના કોષોને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા

    d) ફૂગને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા

9. ઇમ્યુનોથેરાપીની સંભવિત આડઅસર શું છે?

    a) ઇમ્યુન-સંબંધિત પ્રતિકૂળ ઘટનાઓ (irAEs)

    b) ફક્ત હાઈ બ્લડ પ્રેશર

    c) ફક્ત વાળ ખરવા

    d) ફક્ત વજનમાં વધારો

10. નીચેનામાંથી કયું પરિબળ વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીના પડકારોમાં ફાળો આપતું નથી?

    a) ઇમ્યુનોસેનેસન્સ b) સહ-અસ્તિત્વ ધરાવતી બીમારીઓ

    c) ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સમાં વધુ પ્રતિનિધિત્વ d) પોષણની ઉણપ

જવાબો : 1-b, 2-c, 3-c, 4-c, 5-c, 6-b, 7-d, 8-c, 9-a, 10-c.

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. ઇમ્યુનોસેનેસન્સ એટલે શું?
2. થાઇમિક ઇન્વોલ્યુશન રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે અસર કરે છે?
3. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ચેપનું જોખમ શા માટે વધારે હોય છે?
4. 'ઇન્ફ્લેમેજિંગ'ને વ્યાખ્યાયિત કરો.
5. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં રસીકરણ શા માટે ઓછું અસરકારક હોઈ શકે છે?
6. વ્યાયામ વૃદ્ધાવસ્થામાં રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે સુધારી શકે છે?
7. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓ માટે કયા પ્રકારના આહારની ભલામણ કરવામાં આવે છે?
8. ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
9. ઇમ્યુન-સંબંધિત પ્રતિકૂળ ઘટનાઓ (irAEs) શું છે?
10. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીની અસરકારકતા સુધારવા માટે કઈ વ્યૂહરચનાઓનો ઉપયોગ કરી શકાય છે?

લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. ઇમ્યુનોસેનેસન્સની પ્રક્રિયાનું વિગતવાર વર્ણન કરો, જેમાં 'T'-સેલ્સ, બી-સેલ્સ, નેચરલ કિલર (NK) કોષો, મેક્રોફેજ અને ડેંડ્રિટિક કોષોમાં થતાં ફેરફારોનો સમાવેશ થાય છે.
2. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ચેપના વધતા જોખમ માટે જવાબદાર પરિબળોની ચર્ચા કરો. રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં ઉંમર-સંબંધિત ફેરફારો અને બિન-રોગપ્રતિકારક પરિબળો બંનેને શામેલ કરો.
3. ઇન્ફ્લેમેજિંગની કલ્પનાને સમજાવો અને કાર્ડિયોવાસ્ક્યુલર રોગો, ડાયાબિટીસ પ્રકાર 2, અલ્ઝાઇમર રોગ, ઓસ્ટિયોઆર્થરાઇટિસ અને કેન્સર જેવા વય-સંબંધિત રોગોના વિકાસમાં તેની ભૂમિકાની ચર્ચા કરો.
4. વૃદ્ધાવસ્થામાં રોગપ્રતિકારક કાર્યને ટેકો આપવા માટે વ્યાયામ અને પોષણની ભૂમિકાનું વિશ્લેષણ કરો. ખાસ કરીને, વિવિધ પ્રકારના વ્યાયામ, મહત્ત્વપૂર્ણ પોષકતત્વો અને આહારની ભલામણો શામેલ કરો.
5. વૃદ્ધ વ્યક્તિઓમાં ઇમ્યુનોથેરાપીના ઉપયોગ સાથે સંકળાયેલા પડકારોનું વિગતવાર વર્ણન કરો. ઇમ્યુનોસેનેસન્સ, સહ-અસ્તિત્વ ધરાવતી બીમારીઓ, પોષણની ઉણપ, દવાની ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓ, irAEs અને ક્લિનિકલ ટ્રાયલ્સમાં ઓછા પ્રતિનિધિત્વ જેવા મુદ્દાઓને આવરી લો. આ પડકારોને પહોંચી વળવા માટે સંભવિત વ્યૂહરચનાઓની પણ ચર્ચા કરો.

ઉભરતા સંક્રમક રોગો અને પ્રતિરક્ષા (Emerging Infectious Diseases and Immunity) 19

19.1 પ્રસ્તાવના

19.2 ઉભરતા સંક્રમક રોગોના ઉદાહરણો

19.3 ઉભરતા સંક્રમક રોગોના ઉદ્દભવ માટે જવાબદાર પરિબળો

19.4 ઉભરતા સંક્રમક રોગો સામે પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા

19.5 ઉભરતા સંક્રમક રોગો માટે ટીકાઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપીનો વિકાસ

19.6 મહામારીની તૈયારીમાં પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાનની ભૂમિકા

19.7 વન હેલ્થ અભિગમ અને ઝૂનોટિક રોગોનું મહત્ત્વ

19.8 સારાંશ

19.9 સ્વાધ્યાય

19.1. પ્રસ્તાવના

આજે, આપણે એક એવા યુગમાં જીવી રહ્યા છીએ જ્યાં વિશ્વ ઝડપથી બદલાઈ રહ્યું છે. વૈશ્વિકરણ, શહેરીકરણ, અને આબોહવા પરિવર્તન જેવાં પરિબળોએ નવા અને પુનઃપ્રાપ્ત થતાં સંક્રમક રોગોના ઉદ્દભવ માટે અનુકૂળ વાતાવરણ બનાવ્યું છે. આ રોગો, જે ઘણીવાર ઝડપથી ફેલાય છે અને માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે ગંભીર ખતરો ઉભો કરે છે, તે એક મોટી ચિંતાનો વિષય છે.

તાજેતરના વર્ષોમાં, આપણે કોવિડ-19, ઇબોલા, ઝિકા અને સ્વાઇન ફ્લૂ જેવાં રોગોના ફેલાવાનો અનુભવ કર્યો છે, જેણે વૈશ્વિક સ્તરે લાખો લોકોને અસર કરી છે અને અસંખ્ય મૃત્યુનું કારણ બન્યું છે. આ રોગોએ આપણી સ્વાસ્થ્ય સંભાળ પ્રણાલીઓને પડકારી છે, અર્થતંત્રોને નબળા પાડ્યા છે અને સામાજિક અસ્થિરતા ઊભી કરી છે.

આ ઉભરતા સંક્રમક રોગો સામે લડવા માટે આપણી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે સમજવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે. પ્રતિરક્ષા એ આપણા શરીરની કુદરતી સંરક્ષણ પ્રણાલી છે જે આપણને

રોગોથી બચાવે છે. જ્યારે કોઈ ખતરનાક વાયરસ અથવા બેક્ટેરિયા આપણા શરીરમાં પ્રવેશ કરે છે, ત્યારે આપણી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી તેનો નાશ કરવા માટે વિવિધ કોષો અને પ્રોટીનનો ઉપયોગ કરે છે.

આ એકમમાં આપણે ઉભરતા સંક્રમક રોગોના ઉદાહરણો, તેમના ઉદ્દભવ માટે જવાબદાર પરિબળો, અને તેમની સામે પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાની ભૂમિકાનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું. આપણે ઉભરતા સંક્રમક રોગો માટે ટીકાઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપીના વિકાસ અને મહામારીની તૈયારીમાં પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાનની ભૂમિકાની પણ ચર્ચા કરીશું. અંતે, આપણે વન હેલ્થ અભિગમ અને ઝૂનોટિક રોગોના મહત્વ પર પણ ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

આ એકમનું લક્ષ્ય ઉભરતા સંક્રમક રોગો અને પ્રતિરક્ષા વિષય પર વ્યાપક માહિતી પ્રદાન કરવાનું છે, જેથી આપણે આ વૈશ્વિક પડકારોને વધુ સારી રીતે સમજી શકીએ અને તેનો સામનો કરી શકીએ.

પરિચય :

ઉભરતા ચેપી રોગો (Emerging Infectious Diseases) : એવા ચેપી રોગો જે છેલ્લા 20 વર્ષમાં મનુષ્યોમાં દેખાયા છે, અથવા જે ઝડપથી ફેલાઈ રહ્યા છે, અથવા ભૌગોલિક રીતે વધુ વ્યાપક બની રહ્યા છે. **રોગપ્રતિકારક શક્તિ (Immunity) :** શરીરની ચેપ સામે લડવાની અને રોગથી બચવાની ક્ષમતા.

માનવજાત શરૂઆતથી જ ચેપી રોગોથી ઘેરાયેલી છે. ભૂતકાળમાં, શીતળા, કોલેરા, પ્લેગ અને ટાઇફસ જેવી બીમારીઓએ સમગ્ર વસ્તીનો નાશ કર્યો હતો. 20મી સદીમાં, રસીકરણ અને એન્ટિબાયોટિક્સના આગમનથી ઘણા ચેપી રોગોને નિયંત્રણમાં લાવવામાં આવ્યા. છતાં, HIV/AIDS, SARS, MERS, Ebola અને COVID-19 જેવાં નવા રોગો ઉભરી આવ્યા છે, જે વૈશ્વિક આરોગ્ય માટે ગંભીર ખતરો બની રહ્યા છે.

લૂઇ પાશ્ચર (Louis Pasteur) : સૂક્ષ્મજીવાણુઓ અને રોગો વચ્ચેના જોડાણની શોધ કરી. રસીકરણના સિદ્ધાંતો વિકસાવ્યા.

રોબર્ટ કોચ (Robert Koch) : બેક્ટેરિયા જેવાં ચોક્કસ સૂક્ષ્મજીવાણુઓ ચોક્કસ રોગોનું કારણ બને છે તે સાબિત કર્યું.

એલેક્ઝાન્ડર ફ્લેમિંગ (Alexander Fleming) : પેનિસિલિનની શોધ કરી, જે બેક્ટેરિયાના ચેપની સારવારમાં ક્રાંતિ લાવી.

જોનાસ સાલ્ક (Jonas Salk) : પોલિયોની રસી વિકસાવી.

આલ્બર્ટ સેબિન (Albert Sabin) : ઓરલ પોલિયોની રસી વિકસાવી.

ભારતે ચેપી રોગો સામે લડવામાં નોંધપાત્ર યોગદાન આપ્યું છે.

- **ભારત પોલિયો મુક્ત દેશ બન્યો છે.**

- **ભારતે શીતળા નાબૂદીમાં મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવી હતી.**
- **ભારતીય ફાર્માસ્યુટિકલ કંપનીઓ વિશ્વભરમાં સસ્તી દવાઓ અને રસીઓ પૂરી પાડે છે.**
- **ભારતે COVID-19 મહામારીનો સામનો કરવા માટે રસી ઉત્પાદન અને રસીકરણ અભિયાનમાં અગ્રણી ભૂમિકા ભજવી છે.**
- **ભારતમાં અનેક વૈજ્ઞાનિક સંશોધન સંસ્થાઓ ચેપી રોગો પર સંશોધન કરી રહી છે.**

ઉભરતા ચેપી રોગો વૈશ્વિક આરોગ્ય માટે ગંભીર ખતરો છે. વૈજ્ઞાનિક સંશોધન, મજબૂત રોગપ્રતિકારક શક્તિ, રસીકરણ અને જાહેર આરોગ્યના અસરકારક પગલાં આ રોગો સામે લડવામાં મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. ભારત આ વૈશ્વિક પ્રયાસમાં સક્રિય ભાગીદાર છે.

19.2. ઉભરતા સંક્રમક રોગોના ઉદાહરણો (Examples of Emerging Infectious Diseases) :

આપણે કેટલાક ચોક્કસ ઉદાહરણો જોઈશું જે આ પડકારની ગંભીરતાને સ્પષ્ટ કરશે. તાજેતરના દાયકાઓમાં, ઘણા નવા અને પુનઃઉદ્ભવતા રોગોએ વિશ્વનું ધ્યાન ખેંચ્યું છે. આમાંના કેટલાક રોગો નીચે મુજબ છે :

1. કોવિડ-19 (COVID-19) : આ રોગ, જે SARS-CoV-2 નામના કોરોનાવાયરસને કારણે થાય છે, તે 2019ના અંતમાં ચીનમાં ઉદ્ભવ્યો હતો અને ઝડપથી સમગ્ર વિશ્વમાં ફેલાયો હતો. આ રોગ મુખ્યત્વે શ્વસનતંત્રને અસર કરે છે અને તાવ, ખાંસી, શ્વાસ લેવામાં તકલીફ જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં, તે ન્યુમોનિયા, ફેફસાં નિષ્ફળતા અને મૃત્યુનું કારણ પણ બની શકે છે. કોવિડ-19 એ વૈશ્વિક સ્તરે લાખો લોકોને અસર કરી છે અને અસંખ્ય મૃત્યુનું કારણ બન્યું છે.

2. ઇબોલા વાયરસ રોગ (Ebola Virus Disease - EVD) : આ એક ગંભીર અને ઘણીવાર જીવલેણ રોગ છે જે ઇબોલા વાયરસને કારણે થાય છે. આ રોગ સૌપ્રથમ 1976 માં કોંગો અને સુદાનમાં ઓળખાયો હતો. ઇબોલા વાયરસ પ્રાણીઓમાંથી મનુષ્યોમાં ફેલાય છે અને પછી વ્યક્તિ-વ્યક્તિના સંપર્ક દ્વારા ફેલાય છે. EVD તાવ, માથાનો દુખાવો, સ્નાયુઓમાં દુખાવો, નબળાઇ, ઝાડા, ઉલટી અને રક્તસ્ત્રાવ જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે.

3. ઝિકા વાયરસ રોગ (Zika Virus Disease) : આ રોગ એડીસ મચ્છર દ્વારા ફેલાયેલા ઝિકા વાયરસને કારણે થાય છે. આ રોગ સૌપ્રથમ 1947માં યુગાન્ડામાં વાંદરાઓમાં ઓળખાયો હતો. મોટાભાગના કિસ્સાઓમાં, ઝિકા વાયરસ રોગ હળવો હોય છે અને તાવ, ફોલ્લીઓ, સાંધામાં દુખાવો અને નેત્રસ્તર દાહ જેવાં લક્ષણોનું કારણ બને છે. જો કે, સગર્ભા સ્ત્રીઓમાં, આ રોગ ગર્ભમાં માઇક્રોસેફાલી અને અન્ય ગંભીર જન્મજાત ખામીઓનું કારણ બની શકે છે.

4. મિડલ ઇસ્ટ રેસ્પિરેટરી સિન્ડ્રોમ (Middle East Respiratory Syndrome - MERS) : આ રોગ MERS-CoV નામના કોરોનાવાયરસને કારણે થાય છે, જે સૌપ્રથમ 2012 માં સાઉદી અરેબિયામાં ઓળખાયો હતો. આ રોગ મુખ્યત્વે શ્વસનતંત્રને અસર કરે છે અને તાવ, ખાંસી, શ્વાસ લેવામાં તકલીફ જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં, તે ન્યુમોનિયા, ફેફસાં

નિષ્ફળતા અને મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે. MERS-CoV ઊંટમાંથી મનુષ્યોમાં ફેલાય છે અને પછી વ્યક્તિ-વ્યક્તિના સંપર્ક દ્વારા ફેલાય છે.

5. એવિયન ઇન્ફ્લુએન્ઝા (Avian Influenza - Bird Flu) : આ રોગ એવિયન ઇન્ફ્લુએન્ઝા વાયરસને કારણે થાય છે જે સામાન્ય રીતે પક્ષીઓને ચેપ લગાડે છે. જોકે, અમુક પ્રકારના એવિયન ઇન્ફ્લુએન્ઝા વાયરસ, જેમ કે H5N1 અને H7N9, મનુષ્યોને પણ ચેપ લગાડી શકે છે અને ગંભીર શ્વસન રોગનું કારણ બની શકે છે.

6. ગંભીર તીવ્ર શ્વસન સિન્ડ્રોમ (Severe Acute Respiratory Syndrome - SARS) : 2003માં ફાટી નીકળેલા આ રોગે એશિયા અને દુનિયાના અન્ય ભાગોમાં 8,000થી વધુ લોકોને ચેપગ્રસ્ત કર્યા હતા અને 774 લોકો મૃત્યુ પામ્યા હતા.

7. સ્વાઈન ફ્લૂ (Swine Flu - H1N1) : 2009માં H1N1 વાયરસના કારણે થયેલા રોગચાળાએ દુનિયાભરના 2 લાખથી વધુ લોકોને ભરડામાં લીધા હતા.

8. નિપાહ વાયરસ રોગ (Nipah Virus Disease) : આ રોગ નિપાહ વાયરસને કારણે થાય છે, જે મુખ્યત્વે ફળ ખાનાર ચામાચીડિયામાં જોવા મળે છે. આ વાયરસ ડુક્કર અને અન્ય પ્રાણીઓમાં પણ ફેલાય છે અને ચેપગ્રસ્ત પ્રાણીઓ અથવા તેમના શારીરિક પ્રવાહીના સીધા સંપર્ક દ્વારા મનુષ્યોમાં ફેલાય છે. નિપાહ વાયરસ રોગ તાવ, માથાનો દુખાવો, સ્નાયુઓમાં દુખાવો, ઉધરસ, ગળામાં દુખાવો અને શ્વાસ લેવામાં તકલીફ જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં, તે મગજનો સોજો, આંચકી અને મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.

9. હેન્ડ્રા વાયરસ રોગ (Hendra Virus Disease) : આ રોગ હેન્ડ્રા વાયરસને કારણે થાય છે, જે ફળ ખાનાર ચામાચીડિયામાં જોવા મળે છે. આ વાયરસ ઘોડાઓમાં પણ ફેલાય છે અને ચેપગ્રસ્ત ઘોડાઓ અથવા તેમના શારીરિક પ્રવાહીના સીધા સંપર્ક દ્વારા મનુષ્યોમાં ફેલાય છે. હેન્ડ્રા વાયરસ રોગ તાવ, માથાનો દુખાવો, સ્નાયુઓમાં દુખાવો, ઉધરસ, ગળામાં દુખાવો અને શ્વાસ લેવામાં તકલીફ જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં, તે મગજનો સોજો અને મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.

10. મંકીપોક્સ (Monkeypox) : આ રોગ મંકીપોક્સ વાયરસને કારણે થાય છે, જે ઓર્થોપોક્સવાયરસ નામના વાયરસના જૂથનો સભ્ય છે. આ વાયરસ સૌપ્રથમ 1958માં સંશોધન માટે રાખવામાં આવેલા વાંદરાઓમાં ઓળખાયો હતો. મંકીપોક્સ વાયરસ ઉંદરો અને ખિસકોલી જેવાં પ્રાણીઓમાં પણ જોવા મળે છે. આ રોગ ચેપગ્રસ્ત પ્રાણીઓના કરડવાથી અથવા તેમના શારીરિક પ્રવાહીના સીધા સંપર્ક દ્વારા મનુષ્યોમાં ફેલાય છે. મંકીપોક્સ તાવ, માથાનો દુખાવો, સ્નાયુઓમાં દુખાવો, થાક અને ચામડી પર ફોલ્લા જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે.

11. લાસ્સા તાવ (Lassa Fever) : આ રોગ લાસ્સા વાયરસને કારણે થાય છે, જે મુખ્યત્વે ઉંદરોમાં જોવા મળે છે. આ વાયરસ ચેપગ્રસ્ત ઉંદરોના પેશાબ અથવા મળના સંપર્ક દ્વારા મનુષ્યોમાં ફેલાય છે. લાસ્સા તાવ તાવ, માથાનો દુખાવો, નબળાઇ, ઉધરસ, ગળામાં દુખાવો અને છાતીમાં દુખાવો જેવાં

લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં તે રક્તસ્ત્રાવ, આંચકી અને મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.

12. રિફ્ટ વેલી ફીવર (Rift Valley Fever) : આ રોગ રિફ્ટ વેલી ફીવર વાયરસને કારણે થાય છે, જે મુખ્યત્વે મચ્છર દ્વારા ફેલાય છે. આ વાયરસ ઘેટાં, બકરાં, ગાય અને ઊંટ જેવાં પશુધનને પણ ચેપ લગાડે છે. રિફ્ટ વેલી ફીવર તાવ, માથાનો દુખાવો, સ્નાયુઓમાં દુખાવો, નબળાઇ અને ચક્કર જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં, તે રક્તસ્ત્રાવ, કમળો, મગજનો સોજો અને મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.

13. ક્રિમિઅન-કોંગો હેમરેજિક ફીવર (Crimean-Congo Hemorrhagic Fever - CCHF) : આ રોગ CCHF વાયરસને કારણે થાય છે, જે મુખ્યત્વે ટિક (એક પ્રકારનું જીવાત) દ્વારા ફેલાય છે. આ વાયરસ ઢોર, ઘેટાં અને બકરાં જેવાં પ્રાણીઓમાં પણ જોવા મળે છે. CCHF તાવ, માથાનો દુખાવો, સ્નાયુઓમાં દુખાવો, ચક્કર, ગરદનમાં દુખાવો અને જડતા, આંખોમાં બળતરા અને પ્રકાશ પ્રત્યે સંવેદનશીલતા જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં તે રક્તસ્ત્રાવ, અંગ નિષ્ફળતા અને મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.

14. મારબર્ગ વાયરસ રોગ (Marburg Virus Disease) : આ રોગ મારબર્ગ વાયરસને કારણે થાય છે, જે ઇબોલા વાયરસ જેવો જ છે. આ વાયરસ સૌપ્રથમ 1967માં જર્મનીના મારબર્ગ અને ફ્રેન્કફર્ટ અને સર્બિયાના બેલગ્રેડમાં પ્રયોગશાળાના કામદારોમાં ઓળખાયો હતો, જેઓ યુગાન્ડાથી આયાત કરાયેલા વાંદરાઓના સંપર્કમાં આવ્યા હતા. મારબર્ગ વાયરસ રોગ તાવ, તીવ્ર માથાનો દુખાવો, સ્નાયુઓમાં દુખાવો અને નબળાઇ જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં તે રક્તસ્ત્રાવ, ઝાડા, ઉલટી, આંચકી અને મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.

15. હંટાવાયરસ પલ્મોનરી સિન્ડ્રોમ (Hantavirus Pulmonary Syndrome - HPS) : આ રોગ હંટાવાયરસને કારણે થાય છે, જે મુખ્યત્વે ઉંદરોમાં જોવા મળે છે. આ વાયરસ ચેપગ્રસ્ત ઉંદરોના પેશાબ, મળ અથવા લાળના સંપર્ક દ્વારા મનુષ્યોમાં ફેલાય છે. HPS તાવ, માથાનો દુખાવો, સ્નાયુઓમાં દુખાવો, થાક અને શ્વાસ લેવામાં તકલીફ જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં તે ફેફસામાં પ્રવાહી ભરાવો, શ્વસન નિષ્ફળતા અને મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.

16. કયાસનુર ફોરેસ્ટ ડિસીઝ (Kyasanur Forest Disease - KFD) : આ રોગ KFD વાયરસને કારણે થાય છે, જે મુખ્યત્વે ટિક દ્વારા ફેલાય છે. આ વાયરસ ભારતના કર્ણાટક રાજ્યના જંગલોમાં જોવા મળે છે. KFD તાવ, માથાનો દુખાવો, સ્નાયુઓમાં દુખાવો, ઉધરસ, ઝાડા અને રક્તસ્ત્રાવ જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે.

17. ઓરોપોચે વાયરસ રોગ (Oropouche Virus Disease) : આ રોગ ઓરોપોચે વાયરસને કારણે થાય છે, જે મિડજ (એક પ્રકારની નાની માખી) દ્વારા ફેલાય છે. આ વાયરસ મુખ્યત્વે દક્ષિણ અમેરિકામાં જોવા મળે છે. ઓરોપોચે વાયરસ રોગ તાવ, માથાનો દુખાવો, સ્નાયુઓમાં દુખાવો, સાંધામાં દુખાવો, ફોલ્લીઓ અને નેત્રસ્તર દાહ જેવાં લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે.

આ બધા ઉદાહરણો પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે ઉભરતા સંક્રમક રોગોની યાદી ઘણી લાંબી છે અને તેમાં સતત નવા રોગો ઉમેરાતા રહે છે. આ રોગો માનવજાત માટે ગંભીર ખતરો છે અને તેમની સામે લડવા માટે સતત તકેદારી અને સંશોધનની જરૂર છે.

આપણે આ એકમમાં અત્યાર સુધી વિવિધ ઉભરતા સંક્રમક રોગોના ઉદાહરણો અને તેમના લક્ષણો વિશે વિગતવાર માહિતી મેળવી. હવે આગળનો પ્રશ્ન એ છે કે આ રોગો શા માટે ઉદ્ભવે છે અને કયા પરિબળો તેમને ફેલાવવામાં મદદ કરે છે?

19.3. ઉભરતા સંક્રમક રોગોના ઉદભવ માટે જવાબદાર પરિબળો (Factors Responsible for Emergence of Emerging Infectious Diseases) :

આપણે પહેલાના વિભાગમાં ઘણા ઉભરતા સંક્રમક રોગોના ઉદાહરણો જોયા જે માનવજાત માટે ગંભીર ખતરો ઉભો કરે છે. પરંતુ આ રોગો અચાનક ક્યાંથી ઉદભવે છે? તેના માટે ઘણા પરિબળો જવાબદાર છે, જે એકબીજા સાથે સંકળાયેલા છે અને આ પરિબળોને સમજવા એ આ રોગોને રોકવા અને નિયંત્રણમાં લેવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

મુખ્ય પરિબળો નીચે મુજબ છે :

1. પર્યાવરણીય ફેરફારો (Environmental Changes) :

- **જંગલોનો નાશ (Deforestation) :** જંગલો કાપવાથી માનવો અને જંગલી પ્રાણીઓ વચ્ચેનો સંપર્ક વધે છે, જેનાથી પ્રાણીઓમાંથી મનુષ્યોમાં રોગો ફેલાવાની શક્યતા (zoonotic diseases) વધે છે. ઇબોલા, નિપાહ અને હેન્ડ્રા વાયરસ આ રીતે ફેલાયા હોવાનું મનાય છે.
- **આબોહવા પરિવર્તન (Climate Change) :** તાપમાનમાં વધારો અને વરસાદની બદલાતી રીતો મચ્છર અને ટિક જેવાં રોગ ફેલાવનારા વાહકો (vectors) ના ભૌગોલિક વિતરણને અસર કરે છે. ડેન્ગ્યુ, ચિકનગુનિયા અને ઝિકા વાયરસના ફેલાવામાં આબોહવા પરિવર્તનનો પ્રભાવ જોવા મળ્યો છે.
- **જમીન ઉપયોગમાં ફેરફાર (Land Use Change) :** ખેતીલાયક જમીનનો વિસ્તાર વધવાથી અને શહેરીકરણ થવાથી માનવ વસ્તી અને પશુધન વચ્ચેનો સંપર્ક વધે છે, જે રોગો ફેલાવવા માટે અનુકૂળ પરિસ્થિતિ બનાવે છે.

2. માનવ વસ્તી વિષયક અને વર્તણૂક (Human Demographics and Behavior) :

- **વસ્તી વૃદ્ધિ અને ગીચતા (Population Growth and Density) :** ઝડપથી વધતી જતી વસ્તી અને શહેરોમાં ગીચ વસવાટ રોગોના ઝડપી ફેલાવા માટે અનુકૂળ વાતાવરણ બનાવે છે.

- **આંતરરાષ્ટ્રીય મુસાફરી અને વેપાર (International Travel and Trade) :** વૈશ્વિકરણને કારણે લોકો અને માલસામાનની અવરજવર ઝડપી બની છે, જેનાથી રોગો પણ ઝડપથી એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ ફેલાય છે. કોવિડ-19 મહામારી આનું ઉત્તમ ઉદાહરણ છે.

- **ગરીબી અને અસમાનતા (Poverty and Inequality) :** ગરીબી અને અસમાનતા લોકોને નબળી આરોગ્ય સંભાળ, અપૂરતું પોષણ અને અસ્વચ્છ પરિસ્થિતિઓમાં રહેવા માટે મજબૂર કરે છે, જે તેમને રોગો માટે વધુ સંવેદનશીલ બનાવે છે.

- **અસુરક્ષિત જાતીય વ્યવહાર (Unsafe Sexual Practices) :** HIV/AIDS જેવાં રોગોના ફેલાવા માટે અસુરક્ષિત જાતીય વ્યવહાર મુખ્યત્વે જવાબદાર છે.

- **પ્રતિજૈવિક પ્રતિકાર (Antimicrobial Resistance) :** બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પરોપજીવીઓમાં પ્રતિજૈવિક દવાઓ સામે પ્રતિકાર શક્તિ વિકસિત થવાથી રોગોની સારવાર મુશ્કેલ બને છે અને મૃત્યુ દરમાં વધારો થાય છે.

3. ટેક્નોલોજી અને ઉધોગ (Technology and Industry) :

- **સઘન પશુપાલન (Intensive Livestock Farming) :** મોટા પાયે પશુપાલન કરવાથી પ્રાણીઓમાં રોગો ફેલાવાનું જોખમ વધે છે, જે મનુષ્યોમાં પણ ફેલાઈ શકે છે. એવિયન ઇન્ફ્લુએન્ઝા (બર્ડ ફ્લૂ) અને સ્વાઈન ફ્લૂ આ રીતે ફેલાયા હોવાનું મનાય છે.

- **તબીબી પ્રક્રિયાઓ (Medical Procedures) :** રક્ત તબદિલી અંગ પ્રત્યારોપણ અને અન્ય તબીબી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પણ રોગો ફેલાઈ શકે છે, જો યોગ્ય સાવચેતી રાખવામાં ન આવે.

- **જૈવિક શસ્ત્રો (Biological Weapons) :** ઇરાદાપૂર્વક જૈવિક શસ્ત્રોનો ઉપયોગ કરીને પણ રોગો ફેલાવી શકાય છે, જે ખૂબ જ ગંભીર ખતરો છે.

4. સૂક્ષ્મજીવોમાં અનુકૂલન અને પરિવર્તન (Microbial Adaptation and Change) :

- **પરિવર્તન (Mutation) :** વાયરસ અને બેક્ટેરિયા સતત પરિવર્તિત થતાં રહે છે, જેનાથી તેમનામાં દવાઓ સામે પ્રતિકાર શક્તિ વિકસિત થઇ શકે છે અને તેઓ વધુ ચેપી બની શકે છે.

- **જનીન સ્થાનાંતરણ (Gene Transfer) :** વિવિધ સૂક્ષ્મજીવો વચ્ચે જનીનોની આપ-લે થવાથી નવા અને વધુ ખતરનાક રોગાણુઓ (pathogens) ઉદભવી શકે છે.

5. આરોગ્ય સંભાળ પ્રણાલીની ખામીઓ (Breakdown of Public Health Measures) :

- **નબળી દેખરેખ અને નિદાન (Poor Surveillance and Diagnosis) :** રોગોના ફેલાવા પર નજર રાખવા અને તેનું નિદાન કરવા માટે મજબૂત આરોગ્ય પ્રણાલી હોવી જરૂરી છે.

નબળી દેખરેખને કારણે રોગો સમયસર ઓળખાતા નથી અને તેનો ફેલાવો રોકવામાં મુશ્કેલી પડે છે.

- **રસીકરણનો અભાવ (Lack of Vaccination) :** રસીકરણ એ રોગોને રોકવા માટેનો સૌથી અસરકારક ઉપાય છે. રસીકરણના અપૂરતા કવરેજને કારણે રોગો ફરીથી ઉદભવી શકે છે.
- **અપૂરતી ચેપ નિયંત્રણ પદ્ધતિઓ (Inadequate Infection Control Practices) :** હોસ્પિટલો અને અન્ય આરોગ્ય સંભાળ કેન્દ્રોમાં ચેપ નિયંત્રણ માટે યોગ્ય પદ્ધતિઓનો અભાવ રોગોના ફેલાવા માટે જવાબદાર હોઈ શકે છે.

આ પરિબળોને ધ્યાનમાં રાખીને, ઉભરતા સંક્રમક રોગોના જોખમને ઘટાડવા માટે બહુ-ક્ષેત્રીય અભિગમ (multi-sectoral approach) અપનાવવો જરૂરી છે. જેમાં મજબૂત આરોગ્ય પ્રણાલી, પર્યાવરણીય સંરક્ષણ, જવાબદાર માનવ વર્તણૂક અને સતત વૈજ્ઞાનિક સંશોધન શામેલ છે.

19.4. ઉભરતા સંક્રમક રોગો સામે પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા (Immune Response Against Emerging Infectious Diseases) :

હવે આપણે એ સમજીશું કે જ્યારે આ રોગો આપણા શરીર પર હુમલો કરે છે ત્યારે આપણી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી કેવી રીતે પ્રતિક્રિયા આપે છે. આપણા શરીરમાં રોગો સામે લડવા માટે એક જટિલ અને અત્યાધુનિક સંરક્ષણ પ્રણાલી છે, જેને **પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી** કહેવામાં આવે છે. આ પ્રણાલી વિવિધ કોષો, પેશીઓ અને અંગોથી બનેલી હોય છે જે એકસાથે કામ કરીને આપણને બેક્ટેરિયા, વાયરસ, પરોપજીવી અને ફૂગ જેવાં હાનિકારક સુક્ષ્મજીવોથી બચાવે છે.

જ્યારે કોઈ નવો રોગાણુ શરીરમાં પ્રવેશે છે, ત્યારે પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી તેને ઓળખી કાઢે છે અને તેનો નાશ કરવા માટે વિવિધ પ્રકારની પ્રતિક્રિયાઓ શરૂ કરે છે. આ પ્રતિક્રિયાઓને બે મુખ્ય ભાગમાં વહેંચી શકાય છે :

1. જન્મજાત પ્રતિરક્ષા (Innate Immunity) :

આ પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા બિન-વિશિષ્ટ હોય છે, એટલે કે તે કોઈપણ રોગાણુ સામે સમાન રીતે કાર્ય કરે છે. તે ઝડપી હોય છે અને રોગાણુના પ્રવેશના થોડા કલાકોમાં જ સક્રિય થઈ જાય છે. જન્મજાત પ્રતિરક્ષામાં શામેલ છે :

- **શારીરિક અવરોધો (Physical Barriers) :** ચામડી, શ્વસન માર્ગ અને પાચનતંત્રની શ્લેષ્મ પટલ (mucous membranes) રોગાણુઓના પ્રવેશને અટકાવે છે.
- **રાસાયણિક અવરોધો (Chemical Barriers) :** પેટમાં એસિડ, લાળ અને આંસુમાં રહેલા ઉત્સેચકો (enzymes) રોગાણુઓનો નાશ કરે છે.

- **કોષીય પ્રતિક્રિયા (Cellular Response) :** ફેગોસાઇટ્સ નામના કોષો રોગાણુઓને ઘેરી લે છે અને તેમનો નાશ કરે છે. આ પ્રક્રિયાને ફેગોસાઇટોસિસ કહેવામાં આવે છે. ન્યુટ્રોફિલ્સ અને મેક્રોફેજ મુખ્ય ફેગોસાઇટ્સ છે.

- **પૂરક પ્રણાલી (Complement System) :** આ પ્રણાલી પ્લાઝ્મા પ્રોટીનનો સમૂહ છે જે રોગાણુઓના કોષ પટલ પર હુમલો કરીને તેમનો નાશ કરે છે. તે ફેગોસાઇટોસિસને પણ સરળ બનાવે છે અને બળતરા (inflammation)માં પણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **બળતરા (Inflammation) :** ચેપગ્રસ્ત પેશીઓમાં રક્ત પ્રવાહ વધે છે, જેનાથી તે લાલ, ગરમ અને સોજાવાળી બને છે. બળતરા પ્રતિરક્ષા કોષોને ચેપના સ્થળે પહોંચવામાં મદદ કરે છે અને પેશીઓના સમારકામમાં પણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **કુદરતી મારક કોષો (Natural Killer Cells - NK Cells) :** આ કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સર કોષોને ઓળખી કાઢે છે અને તેમનો નાશ કરે છે.

2. અનુકૂલિત પ્રતિરક્ષા (Adaptive Immunity) :

આ પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા વિશિષ્ટ હોય છે, એટલે કે તે દરેક રોગાણુ માટે અલગ અલગ રીતે કાર્ય કરે છે. તે જન્મજાત પ્રતિરક્ષા કરતાં ધીમી હોય છે અને રોગાણુના સંપર્કમાં આવ્યાના થોડા દિવસો પછી સક્રિય થાય છે. અનુકૂલિત પ્રતિરક્ષામાં શામેલ છે :

- **એન્ટિબોડી મધ્યસ્થી પ્રતિરક્ષા (Antibody-Mediated Immunity) :** B લિમ્ફોસાઇટ્સ નામના કોષો એન્ટિબોડીઝ બનાવે છે, જે વિશિષ્ટ રોગાણુઓને બાંધે છે અને તેમને નિષ્ક્રિય કરે છે. એન્ટિબોડીઝ ફેગોસાઇટોસિસને સરળ બનાવે છે અને પૂરક પ્રણાલીને સક્રિય કરે છે.

- **કોષ-મધ્યસ્થી પ્રતિરક્ષા (Cell-Mediated Immunity) :** T લિમ્ફોસાઇટ્સ (T lymphocytes) નામના કોષો બે પ્રકારના હોય છે :

  - **સહાયક T કોષો (Helper T Cells) :** આ કોષો B લિમ્ફોસાઇટ્સને એન્ટિબોડીઝ બનાવવા માટે ઉત્તેજિત કરે છે અને અન્ય પ્રતિરક્ષા કોષોને સક્રિય કરે છે.

  - **સાયટોટોક્સિક T કોષો (Cytotoxic T Cells) :** આ કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષો અને કેન્સર કોષોને સીધા જ ઓળખી કાઢે છે અને તેમનો નાશ કરે છે.

- **રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ (Immunological Memory) :** અનુકૂલિત પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા 'યાદ' રાખે છે કે કયા રોગાણુઓનો સામનો કર્યો છે. જો એ જ રોગાણુ ફરીથી શરીરમાં પ્રવેશે, તો પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી ખૂબ ઝડપથી અને અસરકારક રીતે પ્રતિક્રિયા આપે છે. આ રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ રસીકરણનો આધાર છે.

ઉભરતા સંક્રમક રોગોના કિસ્સામાં, ઘણીવાર આપણી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી આ નવા રોગાણુઓ સામે લડવા માટે તૈયાર હોતી નથી. કારણ કે આ રોગાણુઓ નવા હોય છે, આપણી પાસે તેમના માટે

કોઈ પૂર્વ-અસ્તિત્વમાં રહેલી રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ હોતી નથી. આ કારણે, આ રોગો ગંભીર બીમારી અને મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.

જો કે, આપણી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી આ નવા રોગાણુઓ સામે અનુકૂલન સાધવા અને તેમની સામે લડવા માટે સક્ષમ છે. વૈજ્ઞાનિકો રસીઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપી વિકસાવવા માટે સખત મહેનત કરી રહ્યા છે જે આપણી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને આ ઉભરતા સંક્રમક રોગોને ઓળખવામાં અને તેનો નાશ કરવામાં મદદ કરી શકે.

19.5. ઉભરતા સંક્રમક રોગો માટે ટીકાઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપીનો વિકાસ (Development of Vaccines and Immunotherapy for Emerging Infectious Diseases) :

અગાઉના ભાગમાં જોયું કે કેવી રીતે આપણી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી ઉભરતા સંક્રમક રોગો સામે લડે છે. પરંતુ ઘણીવાર આ રોગો એટલા નવા અને આક્રમક હોય છે કે આપણી કુદરતી પ્રતિરક્ષા શક્તિ તેમને હરાવવા માટે પૂરતી નથી હોતી. આ સ્થિતિમાં, ટીકાઓ (vaccines) અને ઇમ્યુનોથેરાપી જેવાં તબીબી ઉપાયો જીવનરક્ષક બની શકે છે.

ટીકાઓ (Vaccines) :

રસીકરણ એ ઉભરતા સંક્રમક રોગોને રોકવા માટેનો સૌથી અસરકારક ઉપાય છે. રસીઓ આપણી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને ચોક્કસ રોગાણુને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવા માટે તાલીમ આપે છે, જેથી ભવિષ્યમાં જ્યારે આપણે તે રોગાણુના સંપર્કમાં આવીએ ત્યારે આપણું શરીર ઝડપથી અને અસરકારક રીતે પ્રતિક્રિયા આપી શકે.

રસીઓ વિવિધ રીતે બનાવવામાં આવે છે, પરંતુ તે બધાનો ઉદ્દેશ્ય રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરવાનો હોય છે. કેટલીક રસીઓમાં મૃત અથવા નિષ્ક્રિય કરેલા રોગાણુઓ હોય છે, જ્યારે અન્યમાં રોગાણુના માત્ર અમુક ભાગો (જેમ કે પ્રોટીન) હોય છે. નવી ટેક્નોલોજી, જેમ કે mRNA રસીઓ, રોગાણુના આનુવંશિક પદાર્થનો ઉપયોગ કરે છે જે આપણા કોષોને રોગાણુ પ્રોટીન બનાવવા માટે સૂચના આપે છે, જે પછી પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને ઉત્તેજિત કરે છે.

ઉભરતા સંક્રમક રોગો માટે રસીઓ વિકસાવવી એ એક પડકારજનક કાર્ય છે. આ રોગો ઘણીવાર ઝડપથી પરિવર્તિત થાય છે, જે રસીઓને ઓછી અસરકારક બનાવી શકે છે. વધુમાં, નવા રોગો માટે રસીઓ વિકસાવવા માટે સમય અને સંસાધનોની જરૂર પડે છે. તેમ છતાં, વૈજ્ઞાનિકોએ તાજેતરના વર્ષોમાં આ ક્ષેત્રમાં નોંધપાત્ર પ્રગતિ કરી છે. ઉદાહરણ તરીકે, કોવિડ-19 મહામારીના પ્રતિભાવમાં, વિક્રમજનક સમયમાં અસરકારક mRNA રસીઓ વિકસાવવામાં આવી હતી.

ઇમ્યુનોથેરાપી (Immunotherapy) :

ઇમ્યુનોથેરાપી એ સારવારનો એક પ્રકાર છે જે રોગો સામે લડવા માટે આપણી પોતાની પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો ઉપયોગ કરે છે. ઉભરતા સંક્રમક રોગોના કિસ્સામાં, ઇમ્યુનોથેરાપીનો ઉપયોગ ચેપગ્રસ્ત વ્યક્તિની પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને વધારવા માટે થઈ શકે છે.

ઇમ્યુનોથેરાપીના ઘણા પ્રકારો છે, જેમાં શામેલ છે :

- **મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડીઝ (Monoclonal Antibodies) :** આ પ્રયોગશાળામાં બનાવેલા એન્ટિબોડીઝ છે જે ચોક્કસ રોગાણુઓને બાંધે છે અને તેમને નિષ્ક્રિય કરે છે. મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડીઝનો ઉપયોગ ઇબોલા અને કોવિડ-19 જેવાં રોગોની સારવાર માટે કરવામાં આવ્યો છે.

- **એન્ટિવાયરલ દવાઓ (Antiviral Drugs) :** આ દવાઓ વાયરસના પ્રજનનને અટકાવે છે. ઘણી એન્ટિવાયરલ દવાઓ ચોક્કસ વાયરસને લક્ષ્ય બનાવવા માટે બનાવવામાં આવી છે.

- **સાયટોકીન થેરાપી (Cytokine Therapy) :** સાયટોકીન્સ એ પ્રોટીન છે જે પ્રતિરક્ષા કોષો વચ્ચે સંદેશાવ્યવહારમાં ભૂમિકા ભજવે છે. સાયટોકીન થેરાપીમાં, સાયટોકીન્સનો ઉપયોગ પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને વધારવા માટે કરવામાં આવે છે.

- **અનુકૂલિત કોષ સ્થાનાંતરણ (Adoptive Cell Transfer) :** આ થેરાપીમાં, દર્દીના પોતાના T કોષોને શરીરમાંથી બહાર કાઢવામાં આવે છે, પ્રયોગશાળામાં સંશોધિત કરવામાં આવે છે અને પછી ફરીથી દર્દીના શરીરમાં દાખલ કરવામાં આવે છે. આ સંશોધિત T કોષો રોગાણુથી સંક્રમિત કોષોને વધુ અસરકારક રીતે ઓળખી કાઢે છે અને તેમનો નાશ કરે છે.

ઇમ્યુનોથેરાપી એ ઉભરતા સંક્રમક રોગોની સારવાર માટે એક આશાસ્પદ ક્ષેત્ર છે. જો કે, આ થેરાપીઓ હજુ પણ વિકાસના પ્રારંભિક તબક્કામાં છે અને તેની અસરકારકતા અને સલામતીનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે વધુ સંશોધનની જરૂર છે.

ટીકાઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપીના વિકાસમાં પ્રગતિ આપણને ઉભરતા સંક્રમક રોગો સામે લડવા માટે વધુ સારા સાધનો પૂરા પાડે છે. આ ક્ષેત્રમાં સતત સંશોધન અને રોકાણ ભવિષ્યમાં આ રોગોના પ્રકોપને રોકવા અને નિયંત્રણ કરવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

19.6. મહામારીની તૈયારીમાં પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાનની ભૂમિકા (Role of Immunology in Pandemic Preparedness) :

આપણે અગાઉના ભાગોમાં જોયું કે કેવી રીતે ટીકાઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપી ઉભરતા સંક્રમક રોગો સામે લડવામાં મદદરૂપ થઈ શકે છે. પરંતુ આ રોગોને મહામારી બનતા અટકાવવા માટે શું કરી શકાય? આ પ્રશ્નનો જવાબ આપણને પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાનમાં મળે છે.

પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન એ જીવવિજ્ઞાનની એક શાખા છે જે પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીનો અભ્યાસ કરે છે. મહામારીની તૈયારીમાં પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાનની ભૂમિકા અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે, કારણ કે તે આપણને નીચેની બાબતો સમજવામાં મદદ કરે છે :

1. રોગપ્રતિકારક શક્તિની સમજ (Understanding Immunity) :

- પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન આપણને એ સમજવામાં મદદ કરે છે કે આપણી પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે અને તે વિવિધ રોગાણુઓ સામે કેવી રીતે પ્રતિક્રિયા આપે છે.
- આ જ્ઞાન આપણને એ સમજવામાં મદદ કરે છે કે શા માટે કેટલાંક લોકો અન્ય કરતા રોગો માટે વધુ સંવેદનશીલ હોય છે અને શા માટે કેટલાક રોગો અન્ય કરતા વધુ ગંભીર હોય છે.
- આપણે સમજી શકીએ છીએ કે કેવી રીતે ઉંમર, પોષણ અને પૂર્વ-અસ્તિત્વમાં રહેલી તબીબી પરિસ્થિતિઓ જેવી બાબતો વ્યક્તિની રોગપ્રતિકારક શક્તિને પ્રભાવિત કરી શકે છે.

2. રોગાણુઓની ઓળખ અને લાક્ષણિકતા (Pathogen Identification and Characterization) :

- પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન આપણને નવા અને ઉભરતા રોગાણુઓને ઝડપથી ઓળખવામાં અને તેનું વિશ્લેષણ કરવામાં મદદ કરે છે.
- આપણે રોગાણુઓના જનીનોનો અભ્યાસ કરી શકીએ છીએ, તેઓ કેવી રીતે ફેલાય છે તે સમજી શકીએ છીએ અને તેમની નબળાઈઓને ઓળખી શકીએ છીએ.
- આ માહિતીનો ઉપયોગ નિદાન પરીક્ષણો, ટીકાઓ અને એન્ટિવાયરલ દવાઓ વિકસાવવા માટે થઈ શકે છે.

3. ટીકાઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપીનો વિકાસ (Vaccine and Immunotherapy Development) :

- પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન ટીકાઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપીના વિકાસ માટે વૈજ્ઞાનિક આધાર પૂરો પાડે છે.
- આપણે સમજી શકીએ છીએ કે કેવી રીતે રસીઓ પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીને ઉત્તેજિત કરે છે અને રોગપ્રતિકારક સ્મૃતિ બનાવે છે.
- આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ વધુ અસરકારક અને સુરક્ષિત ટીકાઓ વિકસાવવા માટે થઈ શકે છે.

4. રોગચાળાની દેખરેખ અને નિયંત્રણ (Epidemic Surveillance and Control) :

- પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન આપણને રોગોના ફેલાવા પર નજર રાખવામાં અને પ્રકોપને નિયંત્રણમાં લેવા માટે જાહેર આરોગ્યના પગલાં ઘડવામાં મદદ કરે છે.
- આપણે વસ્તીમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિના સ્તરનું મૂલ્યાંકન કરી શકીએ છીએ અને સમુદાયમાં રોગો ફેલાવાનું જોખમ ધરાવતા જૂથોને ઓળખી શકીએ છીએ.
- આ માહિતીનો ઉપયોગ રસીકરણ અભિયાનોને પ્રાથમિકતા આપવા અને સંસર્ગનિષેધ અને સામાજિક અંતર જેવાં પગલાં ક્યારે અને ક્યાં લાગુ કરવા તે નક્કી કરવા માટે થઈ શકે છે.

5. જોખમનું મૂલ્યાંકન અને સંચાર (Risk Assessment and Communication) :

- પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન આપણને ઉભરતા સંક્રમક રોગોના જોખમનું મૂલ્યાંકન કરવામાં અને તે માહિતીને લોકો સુધી સ્પષ્ટ અને અસરકારક રીતે સંચાર કરવામાં મદદ કરે છે.
- આપણે સમજી શકીએ છીએ કે કયા રોગો મહામારી બનવાની સંભાવના ધરાવે છે અને તેના સંભવિત પરિણામો શું હોઈ શકે છે.
- આ માહિતીનો ઉપયોગ લોકોને રોગોથી પોતાને કેવી રીતે બચાવવા તે અંગે શિક્ષિત કરવા અને ગભરાટ અને ખોટી માહિતીના ફેલાવાને રોકવા માટે થઈ શકે છે.

ટૂંકમાં, પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન મહામારીની તૈયારીનો પાયો છે. તે આપણને ઉભરતા સંક્રમક રોગોને સમજવા, અટકાવવા અને તેનો સામનો કરવા માટે જરૂરી જ્ઞાન અને સાધનો પૂરા પાડે છે. આ ક્ષેત્રમાં સતત સંશોધન અને રોકાણ એ ભવિષ્યમાં મહામારીના જોખમને ઘટાડવા અને વૈશ્વિક સ્વાસ્થ્યને સુધારવા માટે નિર્ણાયક છે.

19.7. વન હેલ્થ અભિગમ અને ઝૂનોટિક રોગોનું મહત્ત્વ (One Health Approach and Importance of Zoonotic Diseases) :

આપણે આગળના ભાગોમાં જોયું કે મહામારીની તૈયારીમાં પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન કેવી રીતે મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. પરંતુ, માનવ સ્વાસ્થ્યને સુરક્ષિત રાખવા માટે, આપણે ફક્ત માનવ સ્વાસ્થ્ય પર ધ્યાન કેન્દ્રિત ન કરી શકીએ. એકલા હાથે કામ કરવાને બદલે, **વન હેલ્થ (One Health)** અભિગમ અપનાવવો જરૂરી છે, જે માનવ, પ્રાણી અને પર્યાવરણના સ્વાસ્થ્યની આંતરસંબંધિતતાને ઓળખે છે.

વન હેલ્થ અભિગમ શું છે? (What is One Health Approach?)

વન હેલ્થ એ એક સહયોગી, બહુ-ક્ષેત્રીય અને પાર-ક્ષેત્રીય અભિગમ છે જે સ્થાનિક, પ્રાદેશિક, રાષ્ટ્રીય અને વૈશ્વિક સ્તરે શ્રેષ્ઠ સ્વાસ્થ્ય પરિણામો પ્રાપ્ત કરવા માટે કામ કરે છે. આ અભિગમ એ ઓળખે છે કે માનવ સ્વાસ્થ્ય, પ્રાણી સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણીય સ્વાસ્થ્ય એકબીજા સાથે ગાઢ રીતે જોડાયેલા છે અને એકને અસર કરતી સમસ્યાઓ અન્યને પણ પ્રભાવિત કરી શકે છે.

ઝૂનોટિક રોગોનું મહત્ત્વ (Importance of Zoonotic Diseases) :

વન હેલ્થ અભિગમ ખાસ કરીને **ઝૂનોટિક રોગો (Zoonotic Diseases)**ના સંદર્ભમાં મહત્ત્વપૂર્ણ છે. ઝૂનોટિક રોગો એ એવા રોગો છે જે પ્રાણીઓમાંથી મનુષ્યોમાં ફેલાય છે. ઘણા ઉભરતા સંક્રમક રોગો, જેમ કે કોવિડ-19, ઇબોલા, એવિયન ઇન્ફ્લુએન્ઝા અને રેબીઝ, ઝૂનોટિક રોગો છે.

ઝૂનોટિક રોગો શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે?

- **મોટાભાગના નવા રોગો ઝૂનોટિક હોય છે :** છેલ્લા કેટલાંક દાયકાઓમાં ઉભરી આવેલા લગભગ 75% નવા રોગો ઝૂનોટિક મૂળના હોવાનો અંદાજ છે.

- **ઝૂનોટિક રોગો ગંભીર સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓનું કારણ બની શકે છે :** આ રોગો માનવોમાં ગંભીર બીમારી અને મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.
- **ઝૂનોટિક રોગોનો આર્થિક પ્રભાવ ઘણો વધારે હોય છે :** આ રોગોના પ્રકોપને કારણે આરોગ્ય સંભાળ ખર્ચ, ઉત્પાદકતામાં ઘટાડો અને વેપાર અને પ્રવાસનમાં વિક્ષેપ જેવી ભારે આર્થિક અસરો થઈ શકે છે.
- **ઝૂનોટિક રોગો સામાજિક અસ્થિરતાનું કારણ બની શકે છે :** આ રોગોના પ્રકોપને કારણે ભય, ગભરાટ અને સામાજિક અશાંતિ ફેલાઈ શકે છે.

વન હેલ્થ અભિગમ કેવી રીતે મદદ કરી શકે?

વન હેલ્થ અભિગમ ઝૂનોટિક રોગોને રોકવા અને નિયંત્રણ કરવા માટે નીચેની રીતે મદદ કરી શકે છે:

- **સહયોગ અને સંકલન (Collaboration and Coordination) :** વન હેલ્થ અભિગમ માનવ સ્વાસ્થ્ય, પશુ સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણીય ક્ષેત્રોના નિષ્ણાતો વચ્ચે સહયોગ અને સંકલનને પ્રોત્સાહન આપે છે.
- **સંકલિત દેખરેખ (Integrated Surveillance) :** આ અભિગમ માનવો, પ્રાણીઓ અને પર્યાવરણમાં રોગોની દેખરેખ માટે સંકલિત પ્રણાલીઓના વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે.
- **જોખમનું મૂલ્યાંકન અને સંચાલન (Risk Assessment and Management) :** વન હેલ્થ અભિગમ ઝૂનોટિક રોગોના ઉદભવ અને ફેલાવા માટેના જોખમી પરિબળોને ઓળખવા અને તેનું મૂલ્યાંકન કરવામાં મદદ કરે છે.
- **સંશોધન અને વિકાસ (Research and Development) :** આ અભિગમ ઝૂનોટિક રોગોના નિદાન, સારવાર અને નિવારણ માટે નવી પદ્ધતિઓના વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે.
- **જાહેર જાગૃતિ અને શિક્ષણ (Public Awareness and Education) :** વન હેલ્થ અભિગમ લોકોને ઝૂનોટિક રોગોના જોખમો અને તેમને રોકવા માટેના પગલાં વિશે શિક્ષિત કરવામાં મદદ કરે છે.

વન હેલ્થ અભિગમ એ ઝૂનોટિક રોગો અને અન્ય સ્વાસ્થ્ય પડકારોને પહોંચી વળવા માટે એક આવશ્યક વ્યૂહરચના છે. માનવ, પ્રાણી અને પર્યાવરણના સ્વાસ્થ્યની આંતરસંબંધિતતાને ઓળખીને, આપણે ઉભરતા સંક્રમક રોગોને વધુ સારી રીતે રોકી શકીશું, શોધી શકીશું અને તેનો પ્રતિભાવ આપી શકીશું. આ માટે, વિવિધ ક્ષેત્રોના નિષ્ણાતો, સરકારો, આંતરરાષ્ટ્રીય સંસ્થાઓ અને સમુદાયો વચ્ચે સહયોગ અને સંકલન જરૂરી છે.

19.8. સારાંશ

આ એકમમાં આપણે ઉભરતા સંક્રમક રોગો, પ્રતિરક્ષા પ્રણાલી અને મહામારીની તૈયારી જેવાં મહત્ત્વપૂર્ણ મુદ્દાઓ પર ચર્ચા કરી. આપણે શીખ્યા કે વૈશ્વિકરણ, શહેરીકરણ અને આબોહવા

પરિવર્તન જેવાં પરિબળોએ નવા અને પુનઃઉદ્ભવતા રોગોના ઉદભવ માટે કેવી રીતે અનુકૂળ વાતાવરણ બનાવ્યું છે. કોવિડ-19, ઇબોલા, ઝિકા અને અન્ય ઘણા રોગોના ઉદાહરણો દ્વારા આપણે આ રોગોની ગંભીરતા અને તેમની ઝડપથી ફેલાવાની ક્ષમતા જોઈ.

આપણે પ્રતિરક્ષા પ્રણાલીની જટિલ કાર્યપ્રણાલીનો અભ્યાસ કર્યો અને જોયું કે કેવી રીતે જન્મજાત અને અનુકૂલિત પ્રતિરક્ષા આપણને રોગોથી બચાવે છે. ટીકાઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપીના વિકાસમાં પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાનની ભૂમિકા પર પ્રકાશ પાડવામાં આવ્યો, જે આપણને આ ઉભરતા રોગો સામે લડવા માટે શક્તિશાળી સાધનો પૂરા પાડે છે.

મહામારીની તૈયારીમાં પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાનની ભૂમિકા પર ભાર મૂકવામાં આવ્યો હતો. રોગપ્રતિકારક શક્તિની સમજ, રોગાણુઓની ઓળખ, ટીકાઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપીનો વિકાસ, રોગચાળાની દેખરેખ અને જોખમનું મૂલ્યાંકન જેવાં ક્ષેત્રોમાં પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન કેવી રીતે ફાળો આપે છે તે આપણે શીખ્યા.

છેલ્લે, આપણે વન હેલ્થ અભિગમ અને ઝૂનોટિક રોગોના મહત્ત્વ વિષે ચર્ચા કરી. માનવ, પ્રાણી અને પર્યાવરણના સ્વાસ્થ્યની આંતરસંબંધિતતાને ઓળખીને, આપણે ઉભરતા સંક્રમક રોગોને વધુ સારી રીતે રોકી શકીશું, શોધી શકીશું અને તેનો પ્રતિભાવ આપી શકીશું. આ માટે, વિવિધ ક્ષેત્રોના નિષ્ણાતો, સરકારો, આંતરરાષ્ટ્રીય સંસ્થાઓ અને સમુદાયો વચ્ચે સહયોગ અને સંકલન જરૂરી છે.

આ એકમનો મુખ્ય ઉદ્દેશ એ હતો કે ઉભરતા સંક્રમક રોગો એક ગંભીર વૈશ્વિક પડકાર છે જેનો સામનો કરવા માટે બહુ-ક્ષેત્રીય અને સહયોગી પ્રયાસોની જરૂર છે. પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન અને વન હેલ્થ અભિગમ આ પ્રયાસોમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, જે આપણને આ રોગોને વધુ સારી રીતે સમજવા, અટકાવવા અને તેનો સામનો કરવા માટે સજ્જ કરે છે.

19.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો) :

1. કયો રોગ ઝૂનોટિક નથી?

   a) કોવિડ-19 b) ઇબોલા c) એવિયન ઇન્ફ્લુએન્ઝા d) ડાયાબિટીસ

2. કયું પરિબળ ઉભરતા સંક્રમક રોગોના ઉદ્ભવમાં ફાળો આપતું નથી?

   a) આબોહવા પરિવર્તન b) રસીકરણ c) જંગલોનો નાશ d) વૈશ્વિકરણ

3. કયો કોષ ફેગોસાઇટોસિસની પ્રક્રિયામાં મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે?

   a) B લિમ્ફોસાઇટ્સ b) T લિમ્ફોસાઇટ્સ c) મેક્રોફેજ d) એરિથ્રોસાઇટ્સ

4. કઈ દવાઓ વાયરસના પ્રજનનને અટકાવે છે?

   a) એન્ટિબાયોટિક્સ b) એન્ટિવાયરલ c) એન્ટિહિસ્ટેમાઇન્સ d) એન્ટિફંગલ

5. કયો રોગ મચ્છર દ્વારા ફેલાય છે?

   a) રેબીઝ b) કોવિડ-19 c) ઝિકા d) ઇબોલા

6. નિષ્ક્રિય કરેલા રોગાણુઓનો ઉપયોગ કયા પ્રકારની રસીમાં થાય છે?

   a) mRNA રસી b) જીવંત-નબળા રસી c) ટોક્સોઇડ રસી d) આમાંથી કોઈ નહીં

7. પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયાને વધારવા માટે કઈ થેરાપી સાયટોકીન્સનો ઉપયોગ કરે છે?

   a) મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડીઝ b) એન્ટિવાયરલ દવાઓ

   c) સાયટોકીન થેરાપી d) અનુકૂલિત કોષ સ્થાનાંતરણ

8. કયા પ્રકારના કોષો વાયરસથી સંક્રમિત કોષોને સીધા જ ઓળખી કાઢે છે અને તેમનો નાશ કરે છે?

   a) સહાયક T કોષો b) સાયટોટોક્સિક T કોષો c) B લિમ્ફોસાઇટ્સ d) મેક્રોફેજ

9. નીચેનામાંથી કયું ઝૂનોટિક રોગોને રોકવા માટે વન હેલ્થ અભિગમનું ઉદાહરણ નથી?

   a) પ્રાણીઓ અને મનુષ્યોમાં રોગોની દેખરેખ માટે સંકલિત પ્રણાલીઓનો વિકાસ

   b) ઝૂનોટિક રોગોના જોખમો વિશે લોકોને શિક્ષિત કરવું

   c) ફક્ત માનવ સ્વાસ્થ્ય પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવું

   d) ઝૂનોટિક રોગોના નિદાન, સારવાર અને નિવારણ માટે નવી પદ્ધતિઓનો વિકાસ

10. કયો રોગ ચામાચીડિયા દ્વારા ફેલાય છે?

    a) ડેન્ગ્યુ b) નિપાહ c) મેલેરિયા d) ટાઇફોઇડ

MCQ ના જવાબ :

1. d, 2. b, 3. c, 4. b, 5. c, 6. d, 7. c, 8. b, 9. c, 10. b.

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. ઉભરતા સંક્રમક રોગો એટલે શું?
2. ઝૂનોટિક રોગો એટલે શું? ઉદાહરણ આપો.
3. જન્મજાત પ્રતિરક્ષા અને અનુકૂલિત પ્રતિરક્ષા વચ્ચે શું તફાવત છે?
4. ફેગોસાઇટોસિસની પ્રક્રિયા ટૂંકમાં સમજાવો.
5. એન્ટિબોડીઝ શું છે?
6. રસીકરણ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

7. ઇમ્યુનોથેરાપી શું છે?
8. મોનોક્લોનલ એન્ટિબોડીઝ શું છે?
9. વન હેલ્થ અભિગમ શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે?
10. મહામારીની તૈયારીમાં પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાનની ભૂમિકા શું છે?

લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. ઉભરતા સંક્રમક રોગોના ઉદભવ માટે જવાબદાર પરિબળોની વિગતવાર ચર્ચા કરો.
2. ઉભરતા સંક્રમક રોગો સામે પ્રતિરક્ષા પ્રતિક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે સવિસ્તાર સમજાવો.
3. ટીકાઓ અને ઇમ્યુનોથેરાપીના વિકાસમાં રહેલી પ્રગતિ અને પડકારોની ચર્ચા કરો.
4. કોવિડ-19 મહામારીના સંદર્ભમાં વન હેલ્થ અભિગમનું મહત્ત્વ સમજાવો.
5. મહામારીની તૈયારીમાં પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાનની ભૂમિકા અને ભવિષ્યમાં આ ક્ષેત્રમાં સંશોધનના મહત્ત્વની ચર્ચા કરો.

ઇમ્યુનોલોજીમાં ભવિષ્યની દિશાઓ (Future Directions in Immunology)

20

20.1 પ્રસ્તાવના

20.2 સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી

20.3 ઇમ્યુનોમિક્સ

20.4 વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી

20.5 કૃત્રિમ બુદ્ધિમત્તા અને ઇમ્યુનોલોજી

20.6 માઇક્રોબાયોમ અને ઇમ્યુન સિસ્ટમ વચ્ચેનો સંબંધ

20.7 ઇમ્યુનોલોજીમાં નૈતિક મુદ્દાઓ

20.8 સારાંશ

20.9 સ્વાધ્યાય

20.1. પ્રસ્તાવના

આપણી રોગપ્રતિકારક શક્તિ એક જટિલ અને અદ્ભુત સિસ્ટમ છે જે આપણને સતત રોગો સામે લડવામાં મદદ કરે છે. છેલ્લાં કેટલાંક દાયકાઓમાં, વૈજ્ઞાનિકોએ આ સિસ્ટમના કામકાજ વિશે ઘણું શીખ્યા છે, અને તેનાથી અનેક નવી ઉપચારો અને રસીઓ વિકસાવવામાં મદદ મળી છે.

પરંતુ, હજુ ઘણું બધું શીખવાનું બાકી છે. આ એકમમાં આપણે ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં ભવિષ્યની કેટલીક રોમાંચક દિશાઓ પર નજર નાખીશું. આમાં, સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી અને ઇમ્યુનોમિક્સ જેવા નવા ક્ષેત્રો, વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપીનો વિકાસ, અને કૃત્રિમ બુદ્ધિનો ઉપયોગ કરીને રોગપ્રતિકારક શક્તિને વધુ સારી રીતે સમજવા અને તેનો ઉપયોગ કરવાના પ્રયાસોનો સમાવેશ થાય છે.

આ ઉપરાંત, આપણે માઇક્રોબાયોમ અને રોગપ્રતિકારક શક્તિ વચ્ચેના જટિલ સંબંધોને શોધીશું, અને ઇમ્યુનોલોજીમાં ઉભરતા નૈતિક મુદ્દાઓ પર ચર્ચા કરીશું.

આ એકમમાં, આપણે નીચેના મુદ્દાઓ પર ધ્યાન આપીશું :

- **સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી :** રોગપ્રતિકારક શક્તિને એક સંકલિત સિસ્ટમ તરીકે સમજવાનો પ્રયાસ.

- **ઇમ્યુનોમિક્સ :** મોટા પાયે ડેટા વિશ્લેષણ દ્વારા રોગપ્રતિકારક શક્તિના કાર્યોનો અભ્યાસ.
- **વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી :** દરેક વ્યક્તિની રોગપ્રતિકારક શક્તિને અનુરૂપ ઉપચારોનો વિકાસ.
- **કૃત્રિમ બુદ્ધિમત્તા અને ઇમ્યુનોલોજી :** રોગપ્રતિકારક શક્તિને સમજવા અને નવા ઉપચારો શોધવા માટે AIનો ઉપયોગ.
- **માઇક્રોબાયોમ અને ઇમ્યુન સિસ્ટમ વચ્ચેનો સંબંધ :** આપણા આંતરડામાં રહેલા સૂક્ષ્મ જીવો રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે અસર કરે છે તેનો અભ્યાસ.
- **ઇમ્યુનોલોજીમાં નૈતિક મુદ્દાઓ :** ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં ઉભા થતાં નૈતિક પ્રશ્નો, જેમ કે જનીન સંપાદન અને ઇમ્યુન મેનીપ્યુલેશન.

આ એકમનો ઉદ્દેશ્ય ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં થઇ રહેલા આકર્ષક વિકાસ અને ભવિષ્યની શક્યતાઓનો પરિચય કરાવવાનો છે. આ ક્ષેત્રમાં નવી શોધો આપણને અનેક રોગોને હરાવવા અને માનવ સ્વાસ્થ્યમાં સુધારો કરવા માટે નવી તકો પૂરી પાડે તેવી શક્યતા છે. આ એકમ ફક્ત શરૂઆત છે. ઇમ્યુનોલોજીનું ભવિષ્ય ઉજ્જવળ છે, અને આપણે આવનારા સમયમાં અનેક રોમાંચક શોધોની અપેક્ષા રાખી શકીએ છીએ.

પરિચય :

ઇમ્યુનોલોજી એ જીવવિજ્ઞાનની એક શાખા છે જે શરીરની રોગપ્રતિકારક શક્તિનો અભ્યાસ કરે છે. રોગપ્રતિકારક શક્તિ એ શરીરની કુદરતી સંરક્ષણ પ્રણાલી છે જે ચેપ અને રોગો સામે લડે છે. ઇમ્યુનોલોજી એ પણ અભ્યાસ કરે છે કે આ પ્રણાલી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે, તે કેવી રીતે નિષ્ફળ થઇ શકે છે અને રોગોની સારવાર અને અટકાવવા માટે તેને કેવી રીતે મજબૂત કરી શકાય છે.

ઇમ્યુનોલોજીનો ઇતિહાસ ઘણો જૂનો છે, જે 18મી સદીના અંતમાં એડવર્ડ જેનરના કાર્ય સાથે શરૂ થાય છે. જેનરને 'ઇમ્યુનોલોજીના પિતા' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે કારણ કે તેમણે શીતળા સામે રસીકરણનો પાયો નાખ્યો હતો. 19મી અને 20મી સદી દરમિયાન, ઘણા વૈજ્ઞાનિકોએ ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું, જેમાં એલી મેટ્ક્નીકોફ, એમિલ વોન બેહરિંગ, પાઉલ એહરલિચ અને અન્યનો સમાવેશ થાય છે.

ભારતે ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યું છે. ભારતીય વૈજ્ઞાનિકોએ ટીબી, કુષ્ઠરોગ અને કાલા-આઝાર જેવાં રોગો માટે રસી અને સારવાર વિકસાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવી છે. ભારતમાં ઘણા અગ્રણી ઇમ્યુનોલોજી સંશોધન સંસ્થાઓ પણ છે, જેમ કે નેશનલ ઇન્સ્ટિટ્યૂટ ઓફ ઇમ્યુનોલોજી (NII), દિલ્હી અને સેન્ટ્રલ ડ્રગ રિસર્ચ ઇન્સ્ટિટ્યૂટ (CDRI), લખનૌ.

ભવિષ્યની દિશાઓ :

ઇમ્યુનોલોજી એ એક ઝડપથી વિકસતું ક્ષેત્ર છે અને ભવિષ્યમાં ઘણી ઉત્તેજક શક્યતાઓ રહેલી છે. ઇમ્યુનોલોજીસ્ટ્સ કેન્સર, એચ.આય.વી/એઇડ્સ અને સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો જેવાં પડકારજનક રોગો માટે નવી સારવાર અને રસી વિકસાવવા માટે કામ કરી રહ્યા છે. ઇમ્યુનોથેરાપી, જેમાં શરીરની પોતાની રોગપ્રતિકારક શક્તિનો ઉપયોગ રોગો સામે લડવા માટે કરવામાં આવે છે, તે

ખૂબ જ આશાસ્પદ ક્ષેત્ર છે. ઇમ્યુનોલોજીસ્ટ્સ એ પણ અભ્યાસ કરી રહ્યા છે કે કેવી રીતે વાતાવરણ અને જીવનશૈલી રોગપ્રતિકારક શક્તિને અસર કરે છે અને કેવી રીતે વ્યક્તિગત દવા, જેમાં દર્દીની જનીનો અને રોગપ્રતિકારક શક્તિના આધારે સારવારને કસ્ટમાઇઝ કરવામાં આવે છે, તેનો વિકાસ કરી શકાય છે.

આમ, ઇમ્યુનોલોજી એ એક અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ અને ગતિશીલ ક્ષેત્ર છે જે માનવ સ્વાસ્થ્યને સુધારવા માટે મોટી સંભાવનાઓ ધરાવે છે. ભારતીય વૈજ્ઞાનિકો અને સંશોધન સંસ્થાઓ આ ક્ષેત્રમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવી રહ્યા છે અને ભવિષ્યમાં પણ આવું કરવાનું ચાલુ રાખશે તેવી અપેક્ષા છે.

20.2. સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી (Systems Immunology)

આપણે જોયું કે કેવી રીતે ઇમ્યુનોલોજીનું ભવિષ્ય અનેક નવી દિશાઓ તરફ આગળ વધી રહ્યું છે. અંહી, આપણે તેમાંથી એક મહત્ત્વપૂર્ણ દિશા, **સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી**, પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

પરંપરાગત રીતે, ઇમ્યુનોલોજીનો અભ્યાસ રોગપ્રતિકારક શક્તિના અલગ અલગ ભાગો, જેમ કે વિવિધ પ્રકારના કોષો અને અણુઓ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીને કરવામાં આવતો હતો. પરંતુ, રોગપ્રતિકારક શક્તિ એક અત્યંત જટિલ અને ગતિશીલ પ્રણાલી છે જેમાં અનેક ઘટકો એકબીજા સાથે સતત ક્રિયા-પ્રતિક્રિયા કરે છે. સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી આ જટિલતાને સ્વીકારે છે અને સમગ્ર સિસ્ટમને એક એકમ તરીકે સમજવાનો પ્રયાસ કરે છે.

કલ્પના કરો કે, તમે એક ઓર્કેસ્ટ્રા સાંભળી રહ્યા છો. દરેક વાધ, ભલે તે ગમે તેટલું સુંદર રીતે વગાડવામાં આવે, તે આખા ઓર્કેસ્ટ્રાના સંગીતનો માત્ર એક ભાગ છે. તેવી જ રીતે, રોગપ્રતિકારક શક્તિના દરેક ઘટક, ભલે તે ગમે તેટલા મહત્ત્વપૂર્ણ હોય, તે સમગ્ર રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવનો માત્ર એક ભાગ છે. સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી એ સમજવાનો પ્રયાસ કરે છે કે આ બધા ઘટકો કેવી રીતે એક સાથે મળીને રોગ સામે લડે છે અને શરીરને સ્વસ્થ રાખે છે.

સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજીનો અભિગમ :

સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજીનો અભિગમ મુખ્યત્વે બે બાબતો પર આધારિત છે :

1. **મોટા પાયે ડેટાનું એકત્રીકરણ :** સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજીસ્ટ વિવિધ પ્રકારના પ્રાયોગિક ડેટા એકત્રિત કરે છે, જેમાં જનીન અભિવ્યક્તિ, પ્રોટીન સ્તર, કોષોની સંખ્યા, પ્રકાર અને મેટાબોલિક પ્રોફાઇલ્સનો સમાવેશ થાય છે. આ ડેટા વિવિધ સ્તરે રોગપ્રતિકારક શક્તિની સ્થિતિનું ચિત્ર પૂરું પાડે છે.
2. **ડેટાનું વિશ્લેષણ અને મોડેલિંગ :** એકત્રિત કરવામાં આવેલા ડેટાનું વિશ્લેષણ કરવા માટે જટિલ ગાણિતિક અને કમ્પ્યુટેશનલ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ વિશ્લેષણ દ્વારા, વૈજ્ઞાનિકો રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિવિધ ઘટકો વચ્ચેના સંબંધોને શોધી શકે છે અને ગતિશીલ મોડેલ્સ બનાવી શકે છે જે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવની આગાહી કરી શકે છે.

સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજીના ફાયદા :

સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજીનો અભિગમ અનેક ફાયદાઓ પ્રદાન કરે છે :

- **રોગપ્રતિકારક શક્તિની વધુ સારી સમજ :** સમગ્ર સિસ્ટમને એક એકમ તરીકે જોઈને, આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તેની વધુ સારી સમજ મેળવી શકીએ છીએ.
- **રોગોના મૂળ કારણોની ઓળખ :** સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી આપણને રોગોના મૂળ કારણોને વધુ સારી રીતે સમજવામાં મદદ કરી શકે છે, જે નવી અને વધુ અસરકારક સારવાર વિકસાવવા માટે જરૂરી છે.
- **વ્યક્તિગત સારવાર :** દરેક વ્યક્તિની રોગપ્રતિકારક શક્તિ અનન્ય હોય છે. સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી દ્વારા મેળવેલ જ્ઞાનનો ઉપયોગ વ્યક્તિગત સારવાર વિકસાવવા માટે થઈ શકે છે જે દરેક વ્યક્તિની ચોક્કસ જરૂરિયાતોને અનુરૂપ હોય.
- **નવી દવાઓ અને રસીઓનો વિકાસ :** સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી નવી દવાઓ અને રસીઓ વિકસાવવા માટે નવા લક્ષ્યો ઓળખવામાં મદદ કરી શકે છે.

સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજીના ઉદાહરણો :

- **કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી :** સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજીનો ઉપયોગ કેન્સરના કોષો સામે લડવા માટે રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે સક્રિય કરવી તે સમજવા માટે કરવામાં આવી રહ્યો છે.
- **સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો :** સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોના કારણોને સમજવામાં અને નવી સારવાર વિકસાવવામાં મદદ કરી રહી છે, જેમાં શરીરની પોતાની રોગપ્રતિકારક શક્તિ તેના પોતાના કોષો પર હુમલો કરે છે.
- **ચેપી રોગો :** સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી ચેપી રોગો સામે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને સમજવામાં અને નવી રસીઓ વિકસાવવામાં મદદ કરી રહી છે.

સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી એ ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં એક ઉભરતું અને ઝડપથી વિકાસ પામતું ક્ષેત્ર છે. જેમ જેમ આપણી ડેટા એકત્રિત કરવાની અને તેનું વિશ્લેષણ કરવાની ક્ષમતા વધતી જાય છે, તેમ તેમ આપણે રોગપ્રતિકારક શક્તિની જટિલતાને વધુ સારી રીતે સમજી શકીશું અને તેનો ઉપયોગ માનવ સ્વાસ્થ્યને સુધારવા માટે કરી શકીશું.

આપણે જોયું કે સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી કેવી રીતે રોગપ્રતિકારક શક્તિને સમગ્ર રીતે સમજવાનો પ્રયત્ન કરે છે. હવે આપણે આગળના મુદ્દા, **ઇમ્યુનોમિક્સ** તરફ આગળ વધીશું, જે આપણને જનીન અને પ્રોટીનના સ્તરે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોનો અભ્યાસ કરવાની શક્તિ આપે છે.

20.3. ઇમ્યુનોમિક્સ (Immunomics) :

આપણે અગાઉના ભાગમાં સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી વિશે ચર્ચા કરી હતી, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને એક સંપૂર્ણ પ્રણાલી તરીકે જુએ છે. હવે આ ભાગમાં, આપણે ઇમ્યુનોમિક્સ

(Immunomics) પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે આધુનિક ઇમ્યુનોલોજીનું એક ઉભરતું અને ક્રાંતિકારી ક્ષેત્ર છે.

ઇમ્યુનોમિક્સ એ જનીનશાસ્ત્ર (Genomics), પ્રોટીઓમિક્સ (Proteomics) અને બાયોઇન્ફોર્મેટિક્સ (Bioinformatics) જેવી ઉચ્ચ-થ્રુપુટ તકનીકોનો ઉપયોગ કરીને રોગપ્રતિકારક શક્તિનો વ્યાપક અભ્યાસ છે. તે રોગપ્રતિકારક કોષોના જનીનો, ટ્રાન્સક્રિપ્ટ્સ (જીનમાંથી બનેલા RNA અણુઓ), પ્રોટીન અને મેટાબોલાઇટ્સના સંપૂર્ણ સમૂહનો અભ્યાસ કરે છે, જેને 'ઇમ્યુનોમ' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

પરંપરાગત ઇમ્યુનોલોજી ચોક્કસ રોગપ્રતિકારક કોષો અથવા અણુઓ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરે છે, જ્યારે ઇમ્યુનોમિક્સ સમગ્ર રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવનું એક વ્યાપક ચિત્ર પ્રદાન કરે છે. કલ્પના કરો કે તમે એક ફોટોગ્રાફ જોઈ રહ્યા છો. પરંપરાગત ઇમ્યુનોલોજી એ ફોટાના એક નાના ભાગને ઝૂમ કરીને જોવાનું સમાન છે, જ્યારે ઇમ્યુનોમિક્સ એ સમગ્ર ફોટોગ્રાફને એકસાથે જોવાનું સમાન છે, જે તમને ચિત્રમાં રહેલા તમામ ઘટકો અને તેમની વચ્ચેના સંબંધોને સમજવામાં મદદ કરે છે.

ઇમ્યુનોમિક્સ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

ઇમ્યુનોમિક્સના અભ્યાસમાં મુખ્યત્વે નીચેના પગલાંઓ શામેલ છે :

1. **નમૂના સંગ્રહ :** લોહી, પેશીઓ અથવા અન્ય શારીરિક પ્રવાહીના નમૂનાઓ એકત્રિત કરવામાં આવે છે.
2. **ઉચ્ચ-થ્રુપુટ તકનીકોનો ઉપયોગ :** આ નમૂનાઓનું વિશ્લેષણ કરવા માટે વિવિધ ઉચ્ચ-થ્રુપુટ તકનીકોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, જેમ કે :
   - **નેક્સ્ટ જનરેશન સિક્વન્સિંગ (NGS) :** રોગપ્રતિકારક કોષોમાં જનીન અભિવ્યક્તિ અને આનુવંશિક વિવિધતાનો અભ્યાસ કરવા માટે.
   - **માસ સ્પેક્ટ્રોમેટ્રી (MS) :** રોગપ્રતિકારક કોષોમાં પ્રોટીન અને મેટાબોલાઇટ્સની ઓળખ અને જથ્થાનો અભ્યાસ કરવા માટે.
   - **માઇક્રોએરે :** એક સાથે હજારો જનીનો અથવા પ્રોટીનનું વિશ્લેષણ કરવા માટે.
   - **ફ્લો સાયટોમેટ્રી :** રોગપ્રતિકારક કોષોના પ્રકારો અને તેમની સપાટી પર રહેલા અણુઓનો અભ્યાસ કરવા માટે.
3. **ડેટા વિશ્લેષણ :** આ તકનીકો દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં વિશાળ ડેટાનું વિશ્લેષણ કરવા માટે શક્તિશાળી બાયોઇન્ફોર્મેટિક્સ ટૂલ્સ અને ગાણિતિક મોડેલ્સનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ વિશ્લેષણ રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવમાં સામેલ જનીનો, પ્રોટીન અને સંકેત માર્ગોને ઓળખવામાં મદદ કરે છે.

4. **અર્થઘટન અને મોડેલિંગ :** મેળવેલા ડેટાનો ઉપયોગ રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવના મોડેલ્સ બનાવવા અને વિવિધ પરિસ્થિતિઓમાં રોગપ્રતિકારક શક્તિ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે સમજવા માટે કરવામાં આવે છે.

ઇમ્યુનોમિક્સના ફાયદા અને કાર્યક્રમો :

ઇમ્યુનોમિક્સ ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં ક્રાંતિ લાવવાની ક્ષમતા ધરાવે છે અને તેના અનેક ફાયદા અને કાર્યક્રમો છે :

- **રોગપ્રતિકારક શક્તિની ઊંડાણપૂર્વકની સમજ :** ઇમ્યુનોમિક્સ આપણને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવની જટિલતાઓને વધુ સારી રીતે સમજવામાં મદદ કરે છે.
- **બાયોમાર્કર્સની શોધ :** ઇમ્યુનોમિક્સનો ઉપયોગ રોગોના નિદાન, આગાહી અને સારવારની પ્રગતિ પર નજર રાખવા માટે નવા બાયોમાર્કર્સ શોધવા માટે થઈ શકે છે.
- **વ્યક્તિગત દવા :** દરેક વ્યક્તિની રોગપ્રતિકારક પ્રોફાઇલ અનન્ય હોય છે. ઇમ્યુનોમિક્સનો ઉપયોગ વ્યક્તિગત દવા વિકસાવવા માટે થઈ શકે છે જે દરેક વ્યક્તિની ચોક્કસ રોગપ્રતિકારક લાક્ષણિકતાઓને અનુરૂપ હોય.
- **નવી દવાઓ અને રસીઓનો વિકાસ :** ઇમ્યુનોમિક્સ નવી દવાઓ અને રસીઓ વિકસાવવા માટે નવા લક્ષ્યો ઓળખવામાં મદદ કરી શકે છે.
- **સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોની સમજ :** ઇમ્યુનોમિક્સ સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોના કારણોને સમજવામાં અને નવી સારવાર વિકસાવવામાં મદદ કરી શકે છે.
- **કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી :** ઇમ્યુનોમિક્સ કેન્સરના કોષો સામે લડવા માટે રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે ઉત્તેજીત કરવી તે સમજવામાં મદદ કરી રહ્યું છે.
- **ચેપી રોગો સામે પ્રતિકાર :** ઇમ્યુનોમિક્સ ચેપી રોગો સામે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને સમજવામાં અને વધુ અસરકારક રસીઓ વિકસાવવામાં મદદ કરી શકે છે.

ઇમ્યુનોમિક્સના પડકારો :

ઇમ્યુનોમિક્સ એક નવું અને ઝડપથી વિકાસ પામતું ક્ષેત્ર હોવા છતાં, તેની સામે કેટલાક પડકારો પણ છે :

- **ડેટાનું વિશાળ કદ અને જટિલતા :** ઇમ્યુનોમિક્સ પ્રયોગો દ્વારા ઉત્પન્ન થતા ડેટાનું કદ અને જટિલતા ખૂબ વધારે હોય છે, જેને સંભાળવા અને તેનું વિશ્લેષણ કરવા માટે શક્તિશાળી કમ્પ્યુટિંગ સંસાધનો અને કુશળતાની જરૂર પડે છે.
- **ડેટાનું માનકીકરણ અને સંકલન :** વિવિધ પ્રયોગશાળાઓ અને અભ્યાસોમાંથી મેળવેલા ડેટાનું માનકીકરણ અને સંકલન કરવું એક પડકારજનક કાર્ય છે.

- **ખર્ચાળ તકનીકો :** ઇમ્યુનોમિક્સ પ્રયોગો માટે ઉપયોગમાં લેવાતી ઘણી તકનીકો ખર્ચાળ હોય છે, જે આ ક્ષેત્રમાં સંશોધનને મર્યાદિત કરી શકે છે.

ઇમ્યુનોમિક્સ એ ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં એક શક્તિશાળી નવો અભિગમ છે જે આપણને રોગપ્રતિકારક શક્તિની અભૂતપૂર્વ સમજ પૂરી પાડે છે. જેમ જેમ આ ક્ષેત્રનો વિકાસ થતો રહેશે, તેમ તેમ આપણે અનેક રોગોના નિદાન, સારવાર અને નિવારણ માટે નવી અને વધુ અસરકારક રીતો શોધી શકીશું.

આપણે ઇમ્યુનોમિક્સની મૂળભૂત બાબતો, તેના કાર્ય કરવાની રીત, ફાયદા, કાર્યક્રમો અને પડકારો વિશે ચર્ચા કરી.

20.4. વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી (Personalized Immunotherapy) :

આપણે વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે એક આશાસ્પદ ક્ષેત્ર છે જે દરેક વ્યક્તિની અનન્ય રોગપ્રતિકારક પ્રોફાઇલને અનુરૂપ સારવાર પૂરી પાડવાનો પ્રયાસ કરે છે.

વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી શું છે?

વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી, જેને ચોકસાઇ ઇમ્યુનોથેરાપી પણ કહેવામાં આવે છે, તે એક નવી સારવાર પદ્ધતિ છે જે **દરેક દર્દીની વ્યક્તિગત રોગપ્રતિકારક લાક્ષણિકતાઓ અને તેમના રોગની વિશિષ્ટતાઓને ધ્યાનમાં લે છે**. તેનો ઉદ્દેશ્ય દર્દીની પોતાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને રોગ સામે લડવા માટે સક્રિય અને મજબૂત બનાવવાનો છે, ખાસ કરીને કેન્સર જેવા રોગો સામે.

પરંપરાગત સારવાર પદ્ધતિઓ, જેમ કે કીમોથેરાપી, ઘણીવાર 'એક જ કદ બધાને બંધબેસે' અભિગમ અપનાવે છે, જેનો અર્થ છે કે તમામ દર્દીઓને સમાન સારવાર આપવામાં આવે છે. પરંતુ, દરેક વ્યક્તિની રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને દરેક રોગ અનન્ય હોય છે. તેથી, એક વ્યક્તિ માટે જે સારવાર અસરકારક હોય તે બીજા માટે ન પણ હોય. વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી આ સમસ્યાને ઉકેલવાનો પ્રયાસ કરે છે.

વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપીનો અભિગમ નીચેના સિદ્ધાંતો પર આધારિત છે :

1. **દર્દીની રોગપ્રતિકારક પ્રોફાઇલનું મૂલ્યાંકન :** સૌ પ્રથમ, દર્દીની રોગપ્રતિકારક શક્તિનું વિગતવાર મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે. આમાં ઇમ્યુનોમિક્સ તકનીકોનો ઉપયોગ કરીને દર્દીના રોગપ્રતિકારક કોષો, જનીનો, પ્રોટીન અને અન્ય પરિબળોનું વિશ્લેષણ શામેલ હોઈ શકે છે.

2. **રોગની વિશિષ્ટ લાક્ષણિકતાઓનું નિર્ધારણ :** દર્દીના રોગ, ખાસ કરીને કેન્સરના કિસ્સામાં, તેની આનુવંશિક અને મોલેક્યુલર લાક્ષણિકતાઓનું વિગતવાર વિશ્લેષણ કરવામાં આવે છે.

3. **અનુકૂળ સારવારની પસંદગી :** મેળવેલી માહિતીના આધારે, દર્દી માટે સૌથી યોગ્ય ઇમ્યુનોથેરાપી સારવાર પસંદ કરવામાં આવે છે. આ સારવાર દર્દીની રોગપ્રતિકારક શક્તિને રોગના કોષોને ઓળખવા અને તેનો નાશ કરવામાં મદદ કરવા માટે બનાવવામાં આવે છે.
4. **સારવારની દેખરેખ અને અનુકૂલન :** સારવાર દરમિયાન, દર્દીની પ્રગતિનું કાળજીપૂર્વક નિરીક્ષણ કરવામાં આવે છે અને જરૂરિયાત મુજબ સારવારમાં ફેરફાર કરવામાં આવે છે.

વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપીના પ્રકારો :

વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપીના વિવિધ પ્રકારો છે, જેમાંથી કેટલાક નીચે મુજબ છે :

- **ચેકપોઇન્ટ ઇન્હિબિટર્સ (Checkpoint Inhibitors) :** આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક કોષો પર રહેલા 'ચેકપોઇન્ટ્સ'ને અવરોધે છે જે તેમને કેન્સરના કોષો પર હુમલો કરતા અટકાવે છે. ચેકપોઇન્ટ્સને અવરોધિત કરીને, આ દવાઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સર સામે લડવા માટે મુક્ત કરે છે.
- **CAR T-સેલ થેરાપી (CAR T-cell Therapy) :** આ થેરાપીમાં, દર્દીના પોતાના T-કોષોને શરીરમાંથી બહાર કાઢીને તેમને આનુવંશિક રીતે સંશોધિત કરવામાં આવે છે જેથી તેઓ કેન્સરના કોષોને ઓળખી શકે અને તેનો નાશ કરી શકે. આ સંશોધિત T-કોષોને પછી દર્દીના શરીરમાં પાછા દાખલ કરવામાં આવે છે.
- **કેન્સર રસીઓ (Cancer Vaccines) :** આ રસીઓ દર્દીની રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેન્સરના કોષોમાં હાજર ચોક્કસ પ્રોટીન (એન્ટિજેન્સ) ને ઓળખવા અને તેના પર પ્રતિક્રિયા આપવા માટે તાલીમ આપે છે.
- **એડોપ્ટિવ સેલ ટ્રાન્સફર (Adoptive Cell Transfer - ACT) :** આ થેરાપીમાં, દર્દીના શરીરમાંથી રોગપ્રતિકારક કોષો, જેમ કે ટ્યુમર-ઇનફિલ્ટ્રેટિંગ લિમ્ફોસાઇટ્સ (TILs), ને બહાર કાઢીને પ્રયોગશાળામાં ઉગાડવામાં આવે છે અને પછી દર્દીના શરીરમાં પાછા દાખલ કરવામાં આવે છે.

વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપીના ફાયદા :

- **વધુ અસરકારક સારવાર :** વ્યક્તિગત અભિગમને કારણે, આ થેરાપી પરંપરાગત સારવાર કરતાં વધુ અસરકારક સાબિત થઈ શકે છે.
- **ઓછી આડઅસરો :** દર્દીની રોગપ્રતિકારક શક્તિને લક્ષ્ય બનાવીને, આ થેરાપી તંદુરસ્ત કોષોને ઓછું નુકસાન પહોંચાડે છે, જેના પરિણામે ઓછી આડઅસરો થઈ શકે છે.
- **લાંબા ગાળાની પ્રતિક્રિયા :** કેટલાંક કિસ્સાઓમાં, વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી લાંબાગાળાની પ્રતિક્રિયા પેદા કરી શકે છે, જેનો અર્થ છે કે સારવાર બંધ કર્યા પછી પણ રોગ નિયંત્રણમાં રહી શકે છે.

વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપીના પડકારો :

- **જટિલ અને ખર્ચાળ :** આ થેરાપી જટિલ અને ખર્ચાળ હોઈ શકે છે, કારણ કે તેમાં દર્દીની રોગપ્રતિકારક શક્તિ અને રોગનું વિગતવાર વિશ્લેષણ શામેલ છે.
- **પ્રતિકારનો વિકાસ :** કેટલાંક કિસ્સાઓમાં, કેન્સરના કોષો ઇમ્યુનોથેરાપી સામે પ્રતિકાર વિકસાવી શકે છે.
- **આડઅસરો :** જોકે આ થેરાપી પરંપરાગત સારવાર કરતાં ઓછી આડઅસરો ધરાવે છે, તેમ છતાં કેટલીક આડઅસરો થઈ શકે છે, જેમ કે સાયટોકાઇન રીલીઝ સિન્ડ્રોમ (Cytokine Release Syndrome - CRS).

વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી એ કેન્સર અને અન્ય રોગોની સારવારમાં એક ક્રાંતિકારી અભિગમ છે. તે દરેક દર્દીની અનન્ય રોગપ્રતિકારક પ્રોફાઇલને ધ્યાનમાં લે છે અને રોગ સામે લડવા માટે દર્દીની પોતાની રોગપ્રતિકારક શક્તિનો ઉપયોગ કરે છે. જેમ જેમ આ ક્ષેત્રનો વિકાસ થતો રહેશે, તેમ તેમ આપણે વધુ અસરકારક અને ઓછી આડઅસર વાળી વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી સારવારની અપેક્ષા રાખી શકીએ છીએ.

20.5. કૃત્રિમ બુદ્ધિમત્તા અને ઇમ્યુનોલોજી (Artificial Intelligence and Immunology)

અગાઉના વિભાગમાં વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી વિશે ચર્ચા કરી, જે રોગપ્રતિકારક શક્તિનો ઉપયોગ કરીને વ્યક્તિગત સારવાર પૂરી પાડે છે. હવે આ વિભાગમાં, આપણે કૃત્રિમ બુદ્ધિમત્તા (Artificial Intelligence - AI) અને ઇમ્યુનોલોજીના સમન્વય પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જે એક આકર્ષક અને ઝડપથી વિકાસ પામતું ક્ષેત્ર છે અને જે ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં ક્રાંતિ લાવવાની ક્ષમતા ધરાવે છે.

કૃત્રિમ બુદ્ધિમત્તા (AI) ઇમ્યુનોલોજીમાં કેવી રીતે મદદ કરી શકે છે?

ઇમ્યુનોલોજી એ અત્યંત જટિલ ક્ષેત્ર છે જેમાં વિશાળ માત્રામાં ડેટા ઉત્પન્ન થાય છે. આ ડેટામાં જનીન અભિવ્યક્તિ, પ્રોટીન સ્તર, સેલ્યુલર ક્રિયાપ્રતિક્રિયાઓ અને ક્લિનિકલ માહિતી શામેલ હોઈ શકે છે. AI, ખાસ કરીને મશીન લર્નિંગ (Machine Learning - ML) અને ડીપ લર્નિંગ (Deep Learning - DL), આ જટિલ ડેટાનું વિશ્લેષણ કરવામાં, છુપાયેલા પેટર્નને ઓળખવામાં અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોની આગાહી કરવામાં મદદ કરી શકે છે.

AI અને ઇમ્યુનોલોજીના સમન્વયના મુખ્ય ક્ષેત્રો :

1. **ડેટા વિશ્લેષણ અને પેટર્ન ઓળખ :**
    - AI અલ્ગોરિધમ્સનો ઉપયોગ મોટા પાયે ઇમ્યુનોમિક્સ ડેટાનું વિશ્લેષણ કરવા માટે થઈ શકે છે, જેમ કે જનીન અભિવ્યક્તિ પ્રોફાઇલ્સ, પ્રોટીઓમિક્સ ડેટા અને સિંગલ-સેલ સિક્વન્સિંગ ડેટા.

- આ વિશ્લેષણ રોગપ્રતિકારક શક્તિના કાર્યમાં સામેલ જટિલ પરમાણુ માર્ગો અને નેટવર્ક્સને ઓળખવામાં મદદ કરી શકે છે.
- AI એવા પેટર્નને પણ ઓળખી શકે છે જે મનુષ્ય માટે શોધવાનું મુશ્કેલ અથવા અશક્ય હોય, જે રોગોના નિદાન અને સારવાર માટે નવા બાયોમાર્કર્સ શોધવામાં મદદ કરી શકે છે.

2. **રોગની આગાહી અને નિદાન :**
   - AI મોડેલ્સનો ઉપયોગ દર્દીના ડેટાના આધારે રોગ થવાનું જોખમ, રોગની પ્રગતિ અને સારવાર પ્રત્યેના પ્રતિભાવની આગાહી કરવા માટે થઈ શકે છે.
   - આ માહિતી ડૉક્ટરને વધુ સારા સારવારના નિર્ણયો લેવામાં અને દર્દીના પરિણામોને સુધારવામાં મદદ કરી શકે છે.
   - AI-સંચાલિત ડાયગ્નોસ્ટિક ટૂલ્સ રોગોનું વહેલું નિદાન કરવામાં મદદ કરી શકે છે, જે સમયસર અને અસરકારક સારવાર માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

3. **દવા અને રસી વિકાસ :**
   - AI નવી દવાઓ અને રસીઓ વિકસાવવા માટે નવા લક્ષ્યો ઓળખવામાં મદદ કરી શકે છે.
   - AI અલ્ગોરિધમ્સનો ઉપયોગ દવાના ઉમેદવારોની અસરકારકતા અને સલામતીની આગાહી કરવા માટે થઈ શકે છે, જે દવાના વિકાસની પ્રક્રિયાને ઝડપી અને સસ્તી બનાવી શકે છે.
   - AI-આધારિત પ્લેટફોર્મ્સનો ઉપયોગ વ્યક્તિગત રસીઓ વિકસાવવા માટે પણ થઈ શકે છે જે દરેક દર્દીની અનન્ય રોગપ્રતિકારક પ્રોફાઇલને અનુરૂપ હોય.

4. **વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપીને શ્રેષ્ઠ બનાવવી :**
   - AI એ નક્કી કરવામાં મદદ કરી શકે છે કે કયા દર્દીઓ ચોક્કસ ઇમ્યુનોથેરાપી સારવારથી સૌથી વધુ લાભ મેળવશે.
   - AI મોડેલ્સનો ઉપયોગ દર્દીની રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયા અને રોગની લાક્ષણિકતાઓના આધારે શ્રેષ્ઠ સારવાર પદ્ધતિ પસંદ કરવા માટે થઈ શકે છે.
   - AI સારવાર દરમિયાન દર્દીની પ્રગતિનું નિરીક્ષણ કરવામાં અને જરૂરિયાત મુજબ સારવારને અનુકૂળ બનાવવામાં પણ મદદ કરી શકે છે.

AI અને ઇમ્યુનોલોજીના સમન્વયના ઉદાહરણો :

- **કેન્સર ઇમ્યુનોથેરાપી :** AI કેન્સરના કોષો સામે લડવા માટે રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે સક્રિય કરવી તે સમજવામાં મદદ કરી રહ્યું છે અને વધુ અસરકારક ઇમ્યુનોથેરાપી સારવાર વિકસાવવામાં મદદ કરી રહ્યું છે.

- **સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો :** AI સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોના કારણોને સમજવામાં અને નવી સારવાર વિકસાવવામાં મદદ કરી રહ્યું છે.

- **ચેપી રોગો :** AI ચેપી રોગો સામે રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવને સમજવામાં અને નવી રસીઓ અને એન્ટિવાયરલ દવાઓ વિકસાવવામાં મદદ કરી રહ્યું છે.

AI અને ઇમ્યુનોલોજીના સમન્વયના પડકારો :

- **ડેટાની ગુણવત્તા અને સુસંગતતા :** AI મોડેલ્સને તાલીમ આપવા માટે ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળા અને સુસંગત ડેટાની જરૂર પડે છે. ઇમ્યુનોલોજીમાં, ડેટા ઘણીવાર વિવિધ સ્રોતોમાંથી આવે છે અને તેમાં વિવિધતા હોઈ શકે છે, જે ડેટા એકત્રીકરણ અને વિશ્લેષણને પડકારજનક બનાવે છે.

- **મોડેલ અર્થઘટન :** AI મોડેલ્સ, ખાસ કરીને ડીપ લર્નિંગ મોડેલ્સ, ઘણીવાર 'બ્લેક બોક્સ' હોય છે, જેનો અર્થ છે કે તેઓ કેવી રીતે નિર્ણયો લે છે તે સમજવું મુશ્કેલ હોઈ શકે છે. આનાથી તબીબી ક્ષેત્રમાં AI મોડેલ્સ પર વિશ્વાસ બનાવવો મુશ્કેલ બની શકે છે.

- **નૈતિક ચિંતાઓ :** જેમ જેમ AI ઇમ્યુનોલોજીમાં વધુને વધુ ઉપયોગમાં લેવાય છે, તેમ તેમ ડેટાની ગોપનીયતા, પૂર્વગ્રહ અને જવાબદારી જેવા નૈતિક મુદ્દાઓ પર ધ્યાન આપવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

AI અને ઇમ્યુનોલોજીનો સમન્વય એ એક આશાસ્પદ ક્ષેત્ર છે જે રોગપ્રતિકારક શક્તિને સમજવા અને રોગોની સારવાર કરવાની આપણી રીતમાં ક્રાંતિ લાવવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. જેમ જેમ AI તકનીકોનો વિકાસ થતો રહેશે અને વધુ ડેટા ઉપલબ્ધ થશે, તેમ તેમ આપણે ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં AIના વધુને વધુ ઉપયોગની અપેક્ષા રાખી શકીએ છીએ, જે આખરે માનવ સ્વાસ્થ્યને સુધારવા તરફ દોરી જશે.

20.6. માઇક્રોબાયોમ અને ઇમ્યુન સિસ્ટમ વચ્ચેનો સંબંધ (Relationship between Microbiome and Immune System) :

આપણે માઇક્રોબાયોમ અને ઇમ્યુન સિસ્ટમ વચ્ચેના જટિલ અને મહત્ત્વપૂર્ણ સંબંધ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

માઇક્રોબાયોમ શું છે?

માઇક્રોબાયોમ એ સૂક્ષ્મ જીવોનો સમૂહ છે જે આપણા શરીરમાં અને તેની ઉપર રહે છે, જેમાં બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ અને અન્ય સુક્ષ્મસજીવોનો સમાવેશ થાય છે. આ સૂક્ષ્મ જીવો આપણી ત્વચા, મોં, નાક, અને ખાસ કરીને આંતરડામાં વસવાટ કરે છે. આંતરડાનું માઇક્રોબાયોમ, જેને 'ગટ

માઇક્રોબાયોમ’ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, તે આ સમુદાયનો સૌથી મોટો અને સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે.

માઇક્રોબાયોમ અને ઇમ્યુન સિસ્ટમ વચ્ચેનો સંબંધ :

માઇક્રોબાયોમ અને ઇમ્યુન સિસ્ટમ વચ્ચેનો સંબંધ દ્વિ-માર્ગીય છે, એટલે કે તેઓ એકબીજાને પ્રભાવિત કરે છે અને સાથે મળીને કાર્ય કરે છે. આ સંબંધ ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન શરૂ થાય છે અને સમગ્ર જીવન દરમિયાન ચાલુ રહે છે.

માઇક્રોબાયોમ ઇમ્યુન સિસ્ટમને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે?

- **રોગપ્રતિકારક શક્તિનો વિકાસ અને તાલીમ :** ગટ માઇક્રોબાયોમ રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિકાસ અને તાલીમમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. તે રોગપ્રતિકારક કોષોને ‘મિત્ર’ (શરીરના પોતાના કોષો અને ફાયદાકારક સૂક્ષ્મ જીવો) અને ‘દુશ્મન’ (હાનિકારક રોગકારક જીવો) વચ્ચે તફાવત કરવાનું શીખવે છે.
- **રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાનું નિયમન :** માઇક્રોબાયોમ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે, તે સુનિશ્ચિત કરે છે કે તે ખૂબ નબળી અથવા ખૂબ મજબૂત ન હોય. તે બળતરાને નિયંત્રિત કરવામાં અને સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગોને રોકવામાં પણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- **રોગકારક જીવો સામે રક્ષણ :** ગટ માઇક્રોબાયોમ હાનિકારક રોગકારક જીવો સામે અનેક રીતે રક્ષણ પૂરું પાડે છે. તે પોષકતત્વો અને રહેઠાણ માટે રોગકારક જીવો સાથે સ્પર્ધા કરે છે, એન્ટિમાઇક્રોબાયલ પદાર્થો ઉત્પન્ન કરે છે જે રોગકારક જીવોને મારી નાખે છે અને રોગપ્રતિકારક શક્તિને સક્રિય કરે છે જે રોગકારક જીવોને દૂર કરવામાં મદદ કરે છે.

ઇમ્યુન સિસ્ટમ માઇક્રોબાયોમને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે?

- **માઇક્રોબાયોમની રચનાને આકાર આપવો :** ઇમ્યુન સિસ્ટમ એન્ટિબોડીઝ અને અન્ય અણુઓ ઉત્પન્ન કરે છે જે ગટ માઇક્રોબાયોમની રચનાને પ્રભાવિત કરે છે, ફાયદાકારક સૂક્ષ્મ જીવોના વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે અને હાનિકારક સૂક્ષ્મ જીવોના વિકાસને અટકાવે છે.
- **આંતરડાના અવરોધની જાળવણી :** ઇમ્યુન સિસ્ટમ આંતરડાના અવરોધને જાળવવામાં મદદ કરે છે, જે એક રક્ષણાત્મક સ્તર છે જે હાનિકારક પદાર્થોને આંતરડામાંથી લોહીના પ્રવાહમાં પ્રવેશતા અટકાવે છે.

માઇક્રોબાયોમ અને રોગો વચ્ચેનો સંબંધ :

તાજેતરના સંશોધનોએ દર્શાવ્યું છે કે માઇક્રોબાયોમની રચનામાં અસંતુલન, જેને ‘ડિસબાયોસિસ’ (dysbiosis) કહેવામાં આવે છે, તે અનેક રોગો સાથે સંકળાયેલું છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે :

- **સ્વયંપ્રતિરક્ષા રોગો :** સંધિવા, મલ્ટીપલ સ્ક્લેરોસિસ, પ્રકાર 1 ડાયાબિટીસ

- **પાચનતંત્રના રોગો :** ઇરિટેબલ બોવેલ સિન્ડ્રોમ (IBS), ક્રોહન રોગ, અલ્સેરેટિવ કોલાઇટિસ
- **સ્થૂળતા અને મેટાબોલિક રોગો :** પ્રકાર 2 ડાયાબિટીસ, હૃદયરોગ
- **માનસિક સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓ :** ચિંતા, હતાશા, ઓટિઝ્મ
- **કેન્સર :** કોલોરેક્ટલ કેન્સર, સ્તન કેન્સર

માઇક્રોબાયોમને કેવી રીતે સ્વસ્થ રાખી શકાય?

સ્વસ્થ માઇક્રોબાયોમ જાળવવા માટે નીચેના પગલાં લઈ શકાય છે :

- **આહાર :** ફાઇબરથી ભરપૂર આહાર લો જેમાં ફળો, શાકભાજી, આખા અનાજ અને કઠોળનો સમાવેશ થાય છે. પ્રોબાયોટિક્સ (દહીં, કીફિર) અને પ્રીબાયોટિક્સ (લસણ, ડુંગળી, કેળા)થી સમૃદ્ધ ખોરાક પણ ફાયદાકારક છે.
- **એન્ટિબાયોટિક્સનો સમજદારીપૂર્વક ઉપયોગ :** એન્ટિબાયોટિક્સ ફક્ત જ્યારે જરૂરી હોય ત્યારે જ લેવા જોઈએ, કારણ કે તે ફાયદાકારક સૂક્ષ્મ જીવોને પણ મારી શકે છે અને ડિસબાયોસિસ તરફ દોરી શકે છે.
- **તણાવનું સંચાલન :** તણાવ માઇક્રોબાયોમ પર નકારાત્મક અસર કરી શકે છે, તેથી તણાવનું સંચાલન કરવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે.
- **પૂરતી ઊંઘ :** ઊંઘની ઉણપ માઇક્રોબાયોમને નકારાત્મક રીતે પ્રભાવિત કરી શકે છે.

માઇક્રોબાયોમ અને ઇમ્યુન સિસ્ટમ વચ્ચેનો સંબંધ જટિલ અને ગતિશીલ છે. આ બંને સિસ્ટમો એકબીજાને પ્રભાવિત કરે છે અને માનવ સ્વાસ્થ્યમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. માઇક્રોબાયોમની રચનામાં અસંતુલન અનેક રોગો સાથે સંકળાયેલું છે, તેથી સ્વસ્થ માઇક્રોબાયોમ જાળવવું એ શ્રેષ્ઠ સ્વાસ્થ્ય માટે આવશ્યક છે.

20.7. ઇમ્યુનોલોજીમાં નૈતિક મુદ્દાઓ (Ethical Issues in Immunology) :

આપણે ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં ઉભા થતા નૈતિક મુદ્દાઓ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. જેમ જેમ ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં પ્રગતિ થઈ રહી છે, તેમ તેમ આ પ્રગતિ સાથે સંકળાયેલા નૈતિક પ્રશ્નો પણ ઉભા થઈ રહ્યા છે, જેનો કાળજીપૂર્વક વિચાર અને ચર્ચા કરવી જરૂરી છે.

ઇમ્યુનોલોજીમાં મુખ્ય નૈતિક મુદ્દાઓ :

1. **જનીન સંપાદન (Gene Editing) :**
    - CRISPR-Cas9 જેવી જનીન સંપાદન તકનીકોમાં રોગપ્રતિકારક કોષોના જનીનોમાં ફેરફાર કરીને રોગોની સારવાર કરવાની અપાર સંભાવના છે.
    - **નૈતિક ચિંતાઓ :**

- **જર્મલાઇન સંપાદન :** શું જર્મલાઇન કોષો (શુક્રાણુ અને ઇંડા) માં ફેરફાર કરવો નૈતિક છે, કારણ કે આ ફેરફારો ભાવિ પેઢીઓમાં પસાર થશે?
- **સલામતી અને અનિચ્છનીય પરિણામો :** શું આ તકનીકો સુરક્ષિત છે? શું આપણે અનિચ્છનીય પરિણામોનું જોખમ લઈ રહ્યા છીએ?
- **સમાનતા અને સુલભતા :** શું આ ખર્ચાળ તકનીકો દરેક માટે ઉપલબ્ધ થશે, અથવા ફક્ત શ્રીમંત લોકો જ તેનો લાભ લઈ શકશે?
- **'ડિઝાઇનર બેબીઝ' :** શું આ તકનીકનો ઉપયોગ બિન-તબીબી હેતુઓ માટે થઈ શકે છે, જેમ કે 'ડિઝાઇનર બેબીઝ' બનાવવા માટે?

2. **ઇમ્યુન મેનીપ્યુલેશન (Immune Manipulation) :**

  - ઇમ્યુનોથેરાપી અને રસીઓ રોગપ્રતિકારક શક્તિને ઉત્તેજીત કરીને અથવા દબાવીને રોગોની સારવાર કરે છે.
  - **નૈતિક ચિંતાઓ :**
    - **જોખમ અને લાભ :** શું ઇમ્યુન મેનીપ્યુલેશનના સંભવિત લાભો તેના જોખમો કરતાં વધી જાય છે?
    - **સ્વાયત્તતા અને જાણકાર સંમતિ :** શું દર્દીઓને ઇમ્યુન મેનીપ્યુલેશનના જોખમો અને લાભો વિશે સંપૂર્ણ રીતે માહિતગાર કરવામાં આવે છે અને શું તેઓ સ્વતંત્ર રીતે સારવારનો નિર્ણય લઈ શકે છે?
    - **લાંબાગાળાની અસરો :** ઇમ્યુન મેનીપ્યુલેશનની લાંબાગાળાની અસરો શું છે?
    - **દુરુપયોગની સંભાવના :** શું આ તકનીકોનો ઉપયોગ બાયોટેરરિઝમ જેવાં હાનિકારક હેતુઓ માટે થઈ શકે છે?

3. **રસીકરણ (Vaccination) :**

  - રસીઓ વ્યક્તિઓ અને સમુદાયોને ચેપી રોગોથી બચાવવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.
  - **નૈતિક ચિંતાઓ :**
    - **ફરજિયાત રસીકરણ :** શું સરકારોને રસીકરણ ફરજિયાત બનાવવાનો અધિકાર છે?
    - **ધાર્મિક અને દાર્શનિક છૂટ :** શું રસીકરણમાંથી ધાર્મિક અથવા દાર્શનિક છૂટ આપવી જોઈએ?

- **રસીની સલામતી અને આડઅસરો :** રસીઓની સલામતી અને આડઅસરોનું કાળજીપૂર્વક નિરીક્ષણ અને મૂલ્યાંકન કેવી રીતે કરવું જોઈએ?
- **વૈશ્વિક રસીની અસમાનતા :** ઓછી આવક ધરાવતા દેશોમાં રસીની ઉપલબ્ધતા અને સુલભતા કેવી રીતે સુનિશ્ચિત કરવી?

4. **બાયોડિફેન્સ અને બાયોસિક્યોરિટી (Biodefense and Biosecurity) :**
   - ઇમ્યુનોલોજી સંશોધનનો ઉપયોગ જૈવિક શસ્ત્રો સામે રક્ષણ માટે થઈ શકે છે, પરંતુ તેનો દુરુપયોગ પણ થઈ શકે છે.
   - **નૈતિક ચિંતાઓ :**
     - **દ્વિ-ઉપયોગ સંશોધન (Dual-Use Research) :** શું સંશોધન કરવું નૈતિક છે જેનો ઉપયોગ સારા અને ખરાબ બંને હેતુઓ માટે થઈ શકે છે?
     - **પારદર્શિતા અને દેખરેખ :** બાયોડિફેન્સ સંશોધનમાં પારદર્શિતા અને દેખરેખ કેવી રીતે સુનિશ્ચિત કરવી?
     - **આંતરરાષ્ટ્રીય સહકાર :** જૈવિક શસ્ત્રોના ખતરાને ઘટાડવા માટે આંતરરાષ્ટ્રીય સહકાર કેવી રીતે વધારવો?

5. **ડેટા ગોપનીયતા અને સુરક્ષા (Data Privacy and Security) :**
   - ઇમ્યુનોલોજી સંશોધનમાં મોટા પ્રમાણમાં વ્યક્તિગત ડેટાનો ઉપયોગ થાય છે, જેમાં આનુવંશિક માહિતી અને તબીબી ઇતિહાસ શામેલ છે.
   - **નૈતિક ચિંતાઓ :**
     - **ડેટાની ગોપનીયતા :** સંવેદનશીલ ડેટાને અનધિકૃત ઍક્સેસથી કેવી રીતે સુરક્ષિત રાખવો?
     - **ડેટાનો ઉપયોગ અને શેરિંગ :** સંશોધન માટે ડેટાનો ઉપયોગ અને શેરિંગ કેવી રીતે નૈતિક રીતે કરી શકાય?
     - **ડેટા માલિકી :** ડેટાની માલિકી કોની પાસે છે?

આ નૈતિક મુદ્દાઓને કેવી રીતે ઉકેલવા?

આ જટિલ નૈતિક મુદ્દાઓને ઉકેલવા માટે બહુ-શિસ્ત અભિગમની જરૂર છે જેમાં વૈજ્ઞાનિકો, ડોકટરો, નૈતિકશાસ્ત્રીઓ, નીતિ નિર્માતાઓ અને જનતા વચ્ચે ખુલ્લા સંવાદ અને સહકાર શામેલ હોય.

- **નૈતિક માર્ગદર્શિકા અને નિયમો :** ઇમ્યુનોલોજી સંશોધન અને પ્રેક્ટિસ માટે સ્પષ્ટ નૈતિક માર્ગદર્શિકા અને નિયમો વિકસાવવા જોઇએ.
- **જાહેર જાગૃતિ અને શિક્ષણ :** લોકોને ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં થતી પ્રગતિ અને તેની સાથે સંકળાયેલા નૈતિક મુદ્દાઓ વિશે શિક્ષિત કરવા જોઇએ.
- **નૈતિક સમીક્ષા બોર્ડ (Ethics Review Boards) :** સંશોધન પ્રસ્તાવોની નૈતિક સમીક્ષા કરવા અને માનવ વિષયોના અધિકારોનું રક્ષણ કરવા માટે સ્વતંત્ર નૈતિક સમીક્ષા બોર્ડની સ્થાપના કરવી જોઇએ.
- **આંતરરાષ્ટ્રીય સહકાર :** ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં ઉભા થતા વૈશ્વિક નૈતિક પડકારોને ઉકેલવા માટે આંતરરાષ્ટ્રીય સહકાર અને સંકલન જરૂરી છે.

ઇમ્યુનોલોજી એ એક ઝડપથી વિકાસ પામતું ક્ષેત્ર છે જે માનવ સ્વાસ્થ્યને સુધારવાની અપાર સંભાવના ધરાવે છે. પરંતુ, આ પ્રગતિ સાથે સંકળાયેલા નૈતિક મુદ્દાઓને પણ કાળજીપૂર્વક ધ્યાનમાં લેવા જોઇએ. ખુલ્લા સંવાદ, સહકાર અને નૈતિક માર્ગદર્શિકા દ્વારા, આપણે એ સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ કે ઇમ્યુનોલોજી સંશોધન અને પ્રેક્ટિસ જવાબદાર અને નૈતિક રીતે હાથ ધરવામાં આવે, જે સમગ્ર માનવજાતના કલ્યાણ માટે ફાળો આપે.

20.8. સારાંશ

આ એકમમાં, આપણે ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં ભવિષ્યની રોમાંચક દિશાઓનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી, ઇમ્યુનોમિક્સ, વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી, કૃત્રિમ બુદ્ધિમત્તા (AI)નો ઉપયોગ, માઇક્રોબાયોમ અને ઇમ્યુન સિસ્ટમ વચ્ચેનો સંબંધ, અને ઉભા થતા નૈતિક મુદ્દાઓ શામેલ હતા.

સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી રોગપ્રતિકારક શક્તિને એક સંકલિત સિસ્ટમ તરીકે જૂએ છે અને જટિલ ગાણિતિક મોડેલ્સનો ઉપયોગ કરીને સમગ્ર સિસ્ટમના કાર્યને સમજવાનો પ્રયાસ કરે છે. **ઇમ્યુનોમિક્સ** જનીનશાસ્ત્ર, પ્રોટીઓમિક્સ અને બાયોઇન્ફોર્મેટિક્સ જેવી તકનીકોનો ઉપયોગ કરીને રોગપ્રતિકારક કોષોના જનીનો, ટ્રાન્સક્રિપ્ટ્સ, પ્રોટીન અને મેટાબોલાઇટ્સના સંપૂર્ણ સમૂહનો વ્યાપક અભ્યાસ કરે છે, જે 'ઇમ્યુનોમ' તરીકે ઓળખાય છે.

વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપી દરેક દર્દીની અનન્ય રોગપ્રતિકારક પ્રોફાઇલ અને તેમના રોગની વિશિષ્ટતાઓને ધ્યાનમાં લઈને, દર્દીની પોતાની રોગપ્રતિકારક શક્તિને રોગ સામે લડવા માટે સક્રિય અને મજબૂત બનાવે છે. **કૃત્રિમ બુદ્ધિમત્તા (AI)**, ખાસ કરીને મશીન લર્નિંગ અને ડીપ લર્નિંગ, વિશાળ અને જટિલ ઇમ્યુનોલોજીકલ ડેટાનું વિશ્લેષણ કરવામાં, પેટર્ન ઓળખવામાં અને રોગપ્રતિકારક પ્રતિભાવોની આગાહી કરવામાં મદદ કરે છે.

આપણા શરીરમાં રહેલા સૂક્ષ્મ જીવોનો સમૂહ, **માઇક્રોબાયોમ**, ખાસ કરીને આંતરડાનું માઇક્રોબાયોમ, રોગપ્રતિકારક શક્તિના વિકાસ, તાલીમ અને નિયમનમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. માઇક્રોબાયોમ અને ઇમ્યુન સિસ્ટમ વચ્ચેનો સંબંધ દ્વિ-માર્ગીય છે અને આ સંતુલનમાં ખલેલ અનેક રોગો સાથે સંકળાયેલ છે.

ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં પ્રગતિ સાથે, **જનીન સંપાદન, ઇમ્યુન મેનીપ્યુલેશન, રસીકરણ, બાયોડિફેન્સ અને ડેટા ગોપનીયતા** જેવાં મુદ્દાઓ સાથે સંકળાયેલા નૈતિક પ્રશ્નો પણ ઉભા થાય છે. આ નૈતિક મુદ્દાઓને ઉકેલવા માટે વૈજ્ઞાનિકો, ડૉક્ટરો, નૈતિકશાસ્ત્રીઓ, નીતિ નિર્માતાઓ અને જનતા વચ્ચે ખુલ્લા સંવાદ અને સહકારની જરૂર છે.

આ એકમનો ઉદ્દેશ્ય ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં થઈ રહેલા આકર્ષક વિકાસ અને ભવિષ્યની શક્યતાઓનો પરિચય કરાવવાનો હતો. આ ક્ષેત્રમાં નવી શોધો આપણને અનેક રોગોને હરાવવા અને માનવ સ્વાસ્થ્યમાં સુધારો કરવા માટે નવી તકો પૂરી પાડે તેવી શક્યતા છે. ઇમ્યુનોલોજીનું ભવિષ્ય ઉજ્જવળ છે અને આપણે આવનારા સમયમાં અનેક રોમાંચક શોધોની અપેક્ષા રાખી શકીએ છીએ.

20.9. સ્વાધ્યાય

MCQ (બહુ વિકલ્પિક) :

1. સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજીનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?

   a) રોગપ્રતિકારક શક્તિના વ્યક્તિગત કોષોનો અભ્યાસ કરવો.

   b) રોગપ્રતિકારક શક્તિને એક સંકલિત સિસ્ટમ તરીકે સમજવી.

   c) ફક્ત જનીનોના સ્તરે રોગપ્રતિકારક શક્તિનો અભ્યાસ કરવો.

   d) રોગપ્રતિકારક શક્તિમાં કૃત્રિમ બુદ્ધિનો ઉપયોગ કરવો.

2. ઇમ્યુનોમિક્સ કઈ તકનીકોનો ઉપયોગ કરતું નથી?

   a) નેક્સ્ટ જનરેશન સિક્વન્સિંગ (NGS) b) માસ સ્પેક્ટ્રોમેટ્રી (MS)

   c) એક્સ-રે ક્રિસ્ટલોગ્રાફી d) માઇક્રોએરે

3. વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપીનો મુખ્ય ફાયદો શું છે?

   a) તે સસ્તી છે. b) તે તમામ પ્રકારના કેન્સર માટે અસરકારક છે.

   c) તે દરેક દર્દી માટે અનુકૂળ સારવાર પૂરી પાડે છે. d) તેને કોઈ દેખરેખની જરૂર નથી.

4. નીચેનામાંથી કયો AIનો ઇમ્યુનોલોજીમાં ઉપયોગ નથી?

   a) ડેટા વિશ્લેષણ b) રોગની આગાહી

   c) દવા અને રસી વિકાસ d) દર્દીઓને સીધી સારવાર આપવી

5. માઇક્રોબાયોમ ક્યાં રહે છે?

   a) ફક્ત આંતરડામાં b) ફક્ત ત્વચા પર

   c) સમગ્ર શરીરમાં અને તેના પર d) ફક્ત રુધિરમાં

6. ગટ માઇક્રોબાયોમ રોગપ્રતિકારક શક્તિને કેવી રીતે તાલીમ આપે છે?

   a) રોગપ્રતિકારક કોષોને મારી નાખીને

   b) રોગપ્રતિકારક કોષોને મિત્ર અને દુશ્મન વચ્ચે તફાવત કરવાનું શીખવીને

   c) રોગપ્રતિકારક કોષોને સંપૂર્ણપણે અવગણીને

   d) રોગપ્રતિકારક કોષોને નબળા બનાવીને

7. નીચેનામાંથી કયો રોગ માઇક્રોબાયોમમાં અસંતુલન સાથે સંકળાયેલ નથી?

   a) સંધિવા b) ક્રોહન રોગ c) અલ્ઝાઇમર રોગ d) પ્રકાર 1 ડાયાબિટીસ

8. જર્મલાઇન જનીન સંપાદન સાથે સંકળાયેલ મુખ્ય નૈતિક ચિંતા કઈ છે?

   a) તે ખૂબ ખર્ચાળ છે. b) તે ભાવિ પેઢીઓમાં પસાર થઈ શકે તેવા ફેરફારો કરે છે. c) તે ફક્ત પ્રાણીઓમાં જ થઈ શકે છે. d) તે કેન્સરનું કારણ બની શકે છે.

9. ફરજિયાત રસીકરણ સાથે સંકળાયેલ મુખ્ય નૈતિક મુદ્દો કયો છે?

   a) રસીઓ ખૂબ સસ્તી છે.

   b) રસીઓ ખૂબ અસરકારક છે.

   c) શું સરકારોને રસીકરણ ફરજિયાત બનાવવાનો અધિકાર છે.

   d) રસીઓનો કોઈ આડઅસર નથી.

10. બાયોડિફેન્સ સંશોધનમાં પારદર્શિતા શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે?

   a) કારણ કે તે સંશોધનને સસ્તું બનાવે છે.

   b) કારણ કે તે સંશોધનને ઝડપી બનાવે છે.

   c) કારણ કે તે સંશોધનના દુરુપયોગને રોકવામાં મદદ કરે છે.

   d) કારણ કે તે સંશોધનને વધુ લોકપ્રિય બનાવે છે.

જવાબો : 1-b, 2-c, 3-c, 4-d, 5-c, 6-b, 7-c, 8-b, 9-c, 10-c

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions) :

1. સિસ્ટમ ઇમ્યુનોલોજી અને પરંપરાગત ઇમ્યુનોલોજી વચ્ચે શું તફાવત છે?
2. ઇમ્યુનોમિક્સના બે મુખ્ય ફાયદા શું છે?
3. CAR T-સેલ થેરાપી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

4. AI રોગની આગાહીમાં કેવી રીતે મદદ કરી શકે છે?
5. માઇક્રોબાયોમ રોગપ્રતિકારક પ્રતિક્રિયાને કેવી રીતે નિયંત્રિત કરે છે?
6. ડિસબાયોસિસ એટલે શું?
7. સ્વસ્થ માઇક્રોબાયોમ જાળવવા માટે બે રીતો જણાવો.
8. 'ડિઝાઇનર બેબીઝ' બનાવવાની ચિંતા શું છે?
9. ઇમ્યુન મેનીપ્યુલેશનના બે સંભવિત જોખમો શું છે?
10. ઇમ્યુનોલોજી સંશોધનમાં ડેટાની ગોપનીયતા શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે?

લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions) :

1. ઇમ્યુનોમિક્સ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તેનું વિગતવાર વર્ણન કરો અને તેના ફાયદા અને પડકારોની ચર્ચા કરો.
2. વ્યક્તિગત ઇમ્યુનોથેરાપીના સિદ્ધાંતો, પ્રકારો અને ફાયદાઓનું વર્ણન કરો. આ અભિગમના પડકારોની પણ ચર્ચા કરો.
3. કૃત્રિમ બુદ્ધિમત્તા ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં ક્રાંતિ લાવવાની ક્ષમતા કેવી રીતે ધરાવે છે? AIના ઇમ્યુનોલોજીમાં ઉપયોગના વિવિધ ક્ષેત્રો અને ઉદાહરણો આપો.
4. માઇક્રોબાયોમ અને ઇમ્યુન સિસ્ટમ વચ્ચેના જટિલ સંબંધનું વિગતવાર વર્ણન કરો. માઇક્રોબાયોમ ઇમ્યુન સિસ્ટમને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે અને ઇમ્યુન સિસ્ટમ માઇક્રોબાયોમને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે તે સમજાવો.
5. ઇમ્યુનોલોજીના ક્ષેત્રમાં ઉભા થતાં મુખ્ય નૈતિક મુદ્દાઓની ચર્ચા કરો. જનીન સંપાદન, ઇમ્યુન મેનીપ્યુલેશન, રસીકરણ, બાયોડિફેન્સ અને ડેટા ગોપનીયતા સંબંધિત નૈતિક ચિંતાઓનું વિશ્લેષણ કરો.

BAOU
Education for All

યુનિવર્સિટી ગીત

સ્વાધ્યાયઃ પરમં તપઃ
સ્વાધ્યાયઃ પરમં તપઃ
સ્વાધ્યાયઃ પરમં તપઃ

શિક્ષણ, સંસ્કૃતિ, સદ્ભાવ, દિવ્યબોધનું ધામ
ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી નામ;
સૌને સૌની પાંખ મળે, ને સૌને સૌનું આભ,
દશે દિશામાં સ્મિત વહે હો દશે દિશે શુભ-લાભ.

અભણ રહી અજ્ઞાનના શાને, અંધકારને પીવો ?
કહે બુદ્ધ આંબેડકર કહે, તું થા તારો દીવો;
શારદીય અજવાળા પહોંચ્યાં ગુર્જર ગામે ગામ
ધ્રુવ તારકની જેમ ઝળહળે એકલવ્યની શાન.

સરસ્વતીના મયૂર તમારે ફળિયે આવી ગહેકે
અંધકારને હડસેલીને ઉજાસના ફૂલ મહેંકે;
બંધન નહીં કો સ્થાન સમયના જવું ન ઘરથી દૂર
ઘર આવી મા હરે શારદા દૈન્ય તિમિરના પૂર.

સંસ્કારોની સુગંધ મહેંકે, મન મંદિરને ધામે
સુખની ટપાલ પહોંચે સૌને પોતાને સરનામે;
સમાજ કેરે દરિયે હાંકી શિક્ષણ કેરું વહાણ,
આવો કરીયે આપણ સૌ
ભવ્ય રાષ્ટ્ર નિર્માણ...
દિવ્ય રાષ્ટ્ર નિર્માણ...
ભવ્ય રાષ્ટ્ર નિર્માણ

DR. BABASAHEB AMBEDKAR OPEN UNIVERSITY
(Established by Government of Gujarat)
'Jyotirmay' Parisar,
Sarkhej-Gandhinagar Highway, Chharodi, Ahmedabad-382 481
Website : www.baou.edu.in