314hi31

31

प्रतिरक्षा जैविकीः एक परिचय

जीवन में कभी न कभी हम सभी को संक्रमण होता है लेकिन कुछ लोग औरों की अपेक्षा अधिक जल्दी-जल्दी संक्रमित होते हैं। इसका संबंध प्रतिरक्षा-तंत्र (immune system) से है। प्रतिरक्षा-तंत्र का सुचारू रूप से कार्य करना हमें संक्रमणों से बचाता है। दूसरी ओर इसके दोषपूर्ण ढंग से कार्य करने पर संक्रमणकारी कारकों को संक्रमण करने के अवसर प्राप्त हो जाते हैं और हम रोग से ग्रसित हो जाते हैं। संक्रमण से रक्षा करने के साथ-साथ प्रतिरक्षा-तंत्र कई दूसरे कार्य भी करता है। इन सभी के बारे में आप इस पाठ में सीखेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *प्रतिरक्षा शब्द को परिभाषित कर सकेंगे;*
- *''अपने और पराये'' की संकल्पना की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *शरीर की प्रतिरक्षा-क्रियाविधियों के प्रकार का वर्णन कर सकेंगे;*
- *प्रतिरक्षा के प्रकार का वर्णन कर सकेंगे;*
- *प्रतिरक्षा-तंत्रों से संबंधित विभिन्न कोशिकाओं को सूचीबद्ध कर सकेंगे और उनका वर्णन कर सकेंगे;*
- *कोशिकीय और ह्यूमोरल प्रतिरक्षा में तथा सहज (इनेट-सहजात) और उपार्जित (acquired) प्रतिरक्षा में भेद कर सकेंगे;*
- *प्रतिरक्षा-तंत्र के विभिन्न घटकों का वर्णन कर सकेंगे;*
- *प्रतिरक्षीकरण (टीकाकरण) की संकल्पना की व्याख्या कर सकेंगे और विभिन्न प्रकार के टीकों (वैक्सीनों) को सूचीबद्ध कर सकेंगे।*

31.1 प्रतिरक्षा (Immunity)

प्रतिरक्षा को व्यापक रूप से इस प्रकार परिभाषित किया जाता है; ''शरीर की वह क्षमता जिसके द्वारा शरीर बाहरी पदार्थों को पहचानने और अपने ऊतकों को क्षति पहुँचाकर या बिना क्षति पहुँचाकर बाह्य पदार्थों को निष्प्रभावित, निष्कासित अथवा उपापचयित कर देता है।''

प्रतिरक्षाजैविकी में प्रतिरक्षा-तंत्र के संगठन व कार्यप्रणाली का अध्ययन किया जाता है। प्रतिरक्षा-तंत्र रोगों के लिए 'प्रतिरक्षा' (रोगों से बचाव) प्रदान करता है।

जेनर, प्रतिरक्षा विज्ञान के जनक

एडवर्ड जेनर (1749-1823) आधुनिक प्रतिरक्षाजैविकी के जनक माने जाते हैं। उन्होंने बताया कि गोचेचक की पपड़ी (crust) को टीका लगाने (inoculation) से मानव में चेचक के विरूद्ध प्रतिरक्षण हो जाता है। उन्होंने देखा कि जो ग्वालिने एक बार गोचेचक संक्रमण हो जाने के बाद स्वस्थ हो गयीं उन्हें कभी भी चेचक का संक्रमण दोबारा नहीं हुआ। अत: गाय के लिये प्रयुक्त लैटिन शब्द "Vacca" से Vaccination (वैक्सीनेशन-टीकाकरण) शब्द प्रचलित हुआ। ग्वालिनें व टीका लगाए गये व्यक्ति चेचक के संक्रमण से बचे रहे। इस सुरक्षा में उन्हें चेचक के विरूद्ध असंक्राम्यता प्रदान की यद्यपि जेनर की न तो इस रोग के वास्तविक कारक के बारे में कोई जानकारी थी और न ही सुरक्षा-प्रणाली का कोई ज्ञान था।

''अपने और पराए'' की संकल्पना

ऊपर बताई गईं सुरक्षा का आधार था ग्वालिनों या टीका लगाये गये व्यक्तियों में 'अपने (स्वयं ऊतक) और **पराए** बाहरी व्यष्टियों के संघटकों अर्थात् (चेचक का वाइरस) के बीच भेद कर पाने की क्षमता।

एक व्यक्ति अपने से हटकर (भिन्न) पदार्थों के विरूद्ध एक शरीरक्रियात्मक अनुक्रिया करता है (प्रतिरक्षा अनुक्रिया)। उदाहरण के तौर पर रोगजनक (जीवाणु, विषाणु, कवक व परजीवी) जो कि पोषी पर आक्रमण करते हैं, उनके विरूद्ध एक प्रतिरक्षा अनुक्रिया होती है।

आईये अब हम उन विभिन्न तरीकों के बारे में जानें जिनके द्वारा शरीर रोगजनकों व अन्य हानिकारक पदार्थों से स्वयं की रक्षा करता है।

31.2 शरीर की प्रतिरक्षा प्रणाली

हमारे शरीर में चार प्रतिरक्षा प्रणालियाँ हैं:

1. शरीर को संक्रमण से बचाने के लिये प्रतिरक्षा,
2. बाहरी रसायनों के उपापचय व निराविषीकरण के लिये उपापचयी सुरक्षा,
3. रक्तस्राव थमना (हीमोस्टेसिस-रक्तस्तंभन, स्तंभन-रोकना, रुकना) जिससे रक्त की हानि नहीं होती है,
4. तनाव के विरूद्ध प्रतिरोध मुख्यतया हॉर्मोन के नि:सृत होने से।

इस प्रकार, प्रतिरक्षा प्रणाली सबसे महत्त्वपूर्ण सुरक्षा प्रणाली है। यह अनेक संक्रामक कारकों के विरूद्ध प्रतिरक्षण प्रदान करती है, जैसे विषाणुओं, कवकों व परजीवियों के विरूद्ध और साथ ही अर्बुद एक प्रकार की रसौली (ट्यूमर) वृद्धि के विरूद्ध भी।

अत: प्रतिरक्षण सुरक्षा प्रणाली तीन मुख्य कार्यों का निर्वाह करती हैं :

1. सूक्ष्मजीवों से प्रतिरक्षण

2. उत्परिवर्ती कोशिकाओं की पहचान व विनाश
3. क्षतिग्रस्त या अक्रियात्मक कोशिकाओं का निराकरण द्वारा सामान्य स्थिति बनाये रखना (समस्थापन या साम्यावस्था-होमोइओस्टैसिस)

पाठगत प्रश्न 31.1

1. प्रतिरक्षाजैविकी का जनक किसे माना जाता है?

   ....

2. प्रतिरक्षा संबंधी सुरक्षा के तीन मुख्य कार्य क्या हैं?

   ....

3. प्रतिरक्षाविज्ञान की परिभाषा लिखें।

   ....

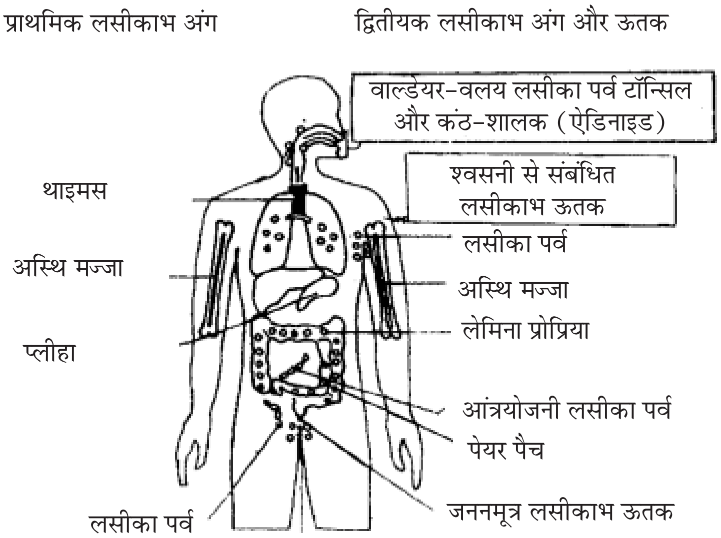
31.3 प्रतिरक्षा तंत्र (Immune System)

अब तक आप जान चुके होंगे कि संक्रमण के प्रति रोगक्षमता (प्रतिरक्षा) एक महत्वपूर्ण कारक है जो एक व्यक्ति के अस्तित्व को सुकर (सुसाध्य) बनाता है। यह प्रतिरक्षा कोशिकाओं, ऊतकों व विलयशील (विलेय) कारकों का एक जटिल तंत्र हैं। इस तंत्र को सामूहिक रूप से **''प्रतिरक्षा-तंत्र''** कहा जाता है। प्रतिरक्षी अनुक्रिया से संबंधित कोशिकाएं अलग **'लसीकाभ ऊतकों और अंगों'** में संगठित रहती हैं।

1. प्रतिरक्षा तंत्र से संबंधित ऊतक और अंग

लसीकाभ अंगों को दो समूहों में विभाजित किया गया है :

(i) केन्द्रीय लसीकाभ-अंग या प्राथमिक (मुख्य) लसीकाभ-ऊतक, उदाहरण के लिए **थाइमस**, व **अस्थि मज्जा**



चित्र 31.1 मुख्य लसीका अंग व ऊतक

(ii) परिधीय लसीकाभ अंग या द्वितीयक लसीकाभ-ऊतक, उदाहरण के लिए प्लीहा, पेयर-पैच, टॉन्सिल, लसीका-पर्व व म्युकोसा-युक्त लसीकाभ ऊतक (MALT) जो श्वसन, जनन मूत्र अंगों और आहार-नली से संबंधित है (चित्र 31.1)।

2. प्रतिरक्षा तंत्र की कोशिकाएं

(i) लसीकाणु (लसीकाभ कोशिकाएं)

ये सभी आरंभ में अस्थि मज्जा की रूधिर उत्पन्न करने वाली (रक्तोत्पत्ति), स्टेम सेल अथवा वृन्त कोशिकाओं से व्युत्पन्न होती हैं। वृन्त कोशिकाओं का अर्थ अविभेदित कोशिकाओं से है जिनमें असीमित विखण्डन हो सकता है और जो एक या अनेक प्रकार की कोशिकाओं को उत्पन्न कर सकती हैं। लसीकाणुओं को उत्पन्न करने के अलावा अस्थिमज्जा स्टेम कोशिकाऐं बँट कर रक्ताणुओं (erythocytes), लाल रुधिर कोशिकाएं, बिम्बाणुओं (blood platelets-रक्त पट्टिकाणुओं), कणिकाणुओं (granulocytes), एककेंद्रकाणुओं (मोनोसाइट) (श्वेत रक्त कोशिकाऐं white blood cells) बनाती हैं।

(ii) बृहतभक्षकाणु

ये एककेंद्रकाणु (मोनोसाइटों) से व्युत्पन्न होते हैं। प्रतिरक्षण कार्य करने के लिए उत्तरदायी मुख्य कोशिकीय प्रकार लसीका कोशिकाऐं हैं। लगभग 10^{12} लसीका कोशिकाऐं परिपक्व लसीकाभ-प्रणाली का निर्माण करती हैं। कार्य के अनुसार इन्हें दो उपभागों में बाँटा गया हैं :

(i) B-कोशिकाऐं या B-लसीकाणु

(ii) T-कोशिकाऐं या T-लसीकाणु

आकृति के आधार पर इन कोशिकाओं में भेद नहीं किया जा सकता है लेकिन क्रियात्मक रूप में से ये भिन्न होती हैं। प्रतिरक्षा तंत्र की कोशिकाओं में विशिष्ट कोशिका सतही संकेतक की उपस्थिति या अनुपस्थिति के आधार पर भेद किया जाता है।

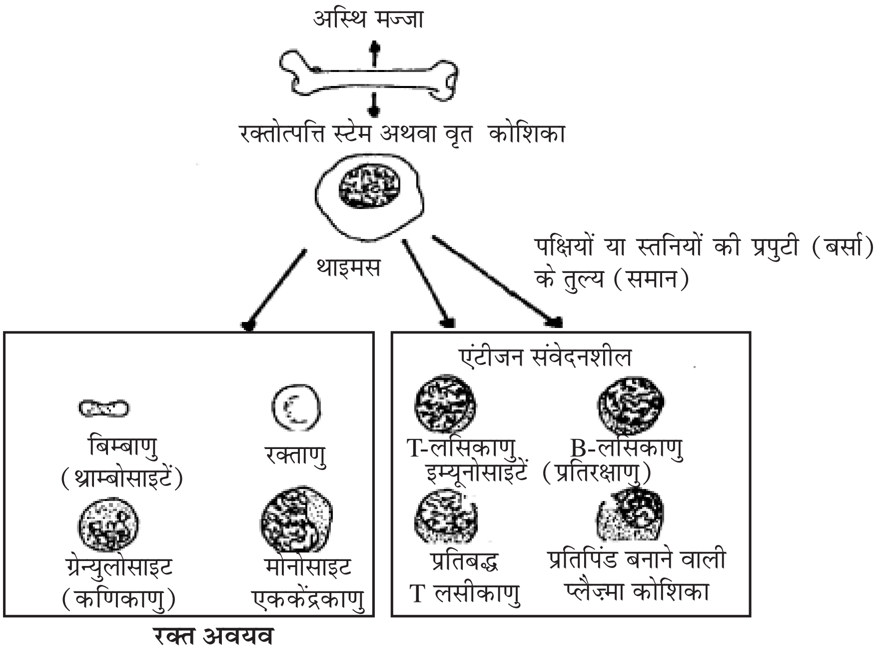
(क) B-कोशिकाएं (B-लसीकाणु)

B-कोशिकाओं के प्रमुख कार्य

1. प्रतिपिंड (ऐंन्टीबॉडी) के माध्यम से प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया को प्रारंभ करना।
2. प्रतिपिंड (ऐन्टीबॉडी) स्रवण करने वाली प्लैज़्मा कोशिकाओं में रूपांतरित होना।

B- कोशिकाओं की उत्पति

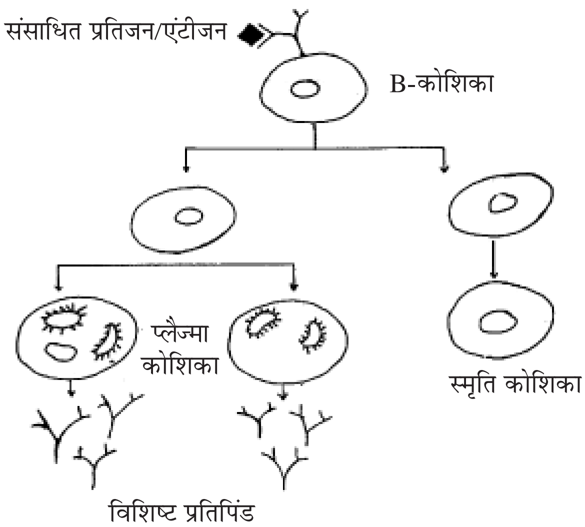
'B' Bursa बर्सा (प्रपुटी) के लिये प्रयुक्त होता है। पक्षियों पर किये गये अध्ययन से पता चलता है कि पक्षियों में पाइ जाने वाली फेब्रिसिया-प्रपुटी, पश्च आहार नली का लसीका अंग प्रतिपिंड कोशिकाओं के आरंभिक उत्पादन का स्थान था। इन कोशिकाओं को B-कोशिकाएं कहा जाता है (B की व्युत्पति Bursa of Fabricius) से हुई है)। B-कोशिकाऐं अस्थिमज्जा में परिपक्व होती हैं और तत्पश्चात् रक्त द्वारा परिधीय लसीका-अंगों तक ले जायी जाती हैं। स्तनधारियों में B-कोशिका वंश आरंभ में भ्रूणीय यकृत में उत्पन्न होते हैं। यह प्रक्रिया मानव सगर्भता के आठवें सप्ताह में प्रारंभ होती है। भ्रूणीय यकृत B-कोशिकाओं के उत्पादन का प्रमुख स्थान है और सगर्भता के 4 से 6 माह तक बना रहता है। स्टेम कोशिकाऐं फिर अस्थि मज्जा में बस जाती हैं। इसके बाद उम्र भर B-कोशिकाएं अनवरत रूप से अस्थि मज्जा में उत्पन्न होती रहती हैं। (चित्र 31.2)।



चित्र 31.2 B-कोशिकाओं और T-कोशिकाओं की उत्पति

कोशिकाओं के अभिलक्षण

1. B–कोशिकाऐं इम्यूनोग्लोब्युलिन को अपनी कोशिका झिल्ली के अभिन्न प्रोटीन के रूप में दर्शाती हैं।
2. यह सतही इम्यूनोग्लोब्यूलिन (प्रतिपिंड/ऐंटीबॉडी) इसके विशिष्ट (प्रतिजन/ऐन्टीजन) के लिये ग्राहीग्राहक का काम करती हैं।
3. B–कोशिकाऐं ऐंटीबॉडी के निर्माण के लिये उत्तरदायी हैं। सक्रियित B–कोशिकाएं प्लैज़्मा कोशिकाओं में परिवर्तित होती हैं (चित्र 31.3)। आप अगामी खण्डों में प्रतिजन (ऐन्टिजन) और प्रतिपिंड (ऐंटीबॉडी) के विषय में जानेंगे।



चित्र 31.3 B–कोशिका विभेदीकरण और प्रतिपिंड निर्माण

प्लैज़्मा कोशिकाएं एक या अधिक दिनों में मर जाने से पूर्व हजारों की संख्या में प्रतिपिंड अणु प्रति सेकेंड उत्पन्न करती हैं।

B–कोशिकाओं की कुछ संततियाँ प्लैज़्मा–कोशिकाओं में विभेदित नहीं होती, वरन स्मृति (मेमोरी) कोशिकाएं बन जाती हैं जो प्रतिजन के भविष्य में पुन: प्रकट होने की स्थिति में प्रतिपिंड (ऐंटीबॉडी) बनाती हैं।

(ख) T–कोशिकाएं (T–लसीकाणु)

B-कोशिकाओं के विपरीत दूसरे लसीकाणु भ्रूणीय अवस्था या जीवन की आरंभिक अवस्था में अस्थि मज्जा छोड़ देती हैं। ये थाइमस में ले जायी जाती हैं। इस अंग में परिपक्व होती हैं तदुपरान्त परिधीय लसीकाभ अंगों की ओर गमन करती हैं। ये कोशिकाएं द्वितीय लसीकाभ कोशिकीय वर्ग का निर्माण करती हैं जिन्हें T–लसीकाणु या T–कोशिकाऐं कहते है। 'T' की व्युत्पति थाइमस (Thymus) से हुइ है। लेकिन B–कोशिकाओं की भाँति इनका भी परिधीय लसीकाभ-अंगों में सूत्री विभाजन होता है और संतति कोशिकाएं मूल T–कोशिकाओं के समरूप होती हैं।

T–कोशिकाओं के मुख्य कार्य

1. प्रतिरक्षण प्रतिक्रिया का नियमन
2. कोशिका माध्यित प्रतिरक्षा–अनुक्रिया की मध्यस्तता,
3. (प्रतिरक्षा) बनाने के लिए B–कोशिकाओं को प्रेरित करना,

T–कोशिकाओं को उनकी क्रियाशीलता के अनुसार तीन वर्गों में विभाजित किया गया है :

1. **सहायक T–कोशिकाएं (T_H)**

   B–कोशिकाओं की अनुक्रिया को बढ़ाती हैं जिससे प्रतिपिंड का निर्माण होता है। अन्य T–कोशिकाओं को क्रियाशील बनाती हैं।

2. कोशिकाविषी (cyto = कोशिका + toxic = आविषी) T–कोशिकाएं (T_c)

   ये विषाणुओं से संक्रमित कोशिकाओं व अबुर्द कोशिकाओं को नष्ट करती हैं।

3. संदमक T–कोशिकाएं (T_S)

   ये सहायक T–कोशिकाओं का दमन करती है और संभवत: B–कोशिकाओं की क्रियाशीलता को सीमित/नियमित करती हैं।

   इस प्रकार हम देखते हैं कि T–कोशिकाऐं दो सामान्य प्रकार के प्रतिरक्षी कार्य करती हैं (i) **प्रभावक/प्रभावकारी** (ii) **नियामक/नियमनकारी**

संरचनात्मक रूप से, T–कोशिकाओ को कुछ विशिष्ट सतही अणुओं (T–कोशिका ग्राहियों) की उपस्थिति या अनुपस्थिति के आधार पर विभेदित किया जा सकता है। B– कोशिकाएं व T–कोशिकाऐं एक दूसरे के लिये सहयोगी हैं।

पाठगत प्रश्न 31.2

1. **दो** प्रतिरक्षी वर्गों के नाम बताइए।

   (i) ....

(ii) ....

2. पक्षियों के उस अंग का नाम बताइए जहां B–कोशिकाएं बनती हैं।

....

3. B–कोशिकाओं के दो प्रमुख कार्य बताइए।

(i) ....

(ii) ....

4. प्रतिपिंड (ऐंटीबॉडी) के संश्लेषण के लिये उत्तरदायी कोशिकाओं का नाम बताइए।

....

5. T–सहायक कोशिकाओं के कार्य क्या है?

....

31.4 प्रतिजन व प्रतिपिंड

''अपने और पराए'' के विवेचन करते समय हमें प्रतिजन का एक विस्तृत बोध हुआ। आइए, हम इसके विषय में और विस्तारपूर्वक जानकारी प्राप्त करें।

31.4.1 प्रतिजन की परिभाषा और गुण

एक प्रतिजन कोई भी बाह्य पदार्थ है जो एक विशिष्ट रोग प्रतिकारक अनुक्रिया को प्रेरित कर सकता है।

अधिकतर प्रतिजन या तो **प्रोटीन** हैं या बहुत बड़े **पॉलीसैकैराइड**। प्रतिजन के लिये एक दूसरा शब्द 'प्रतिरक्षाजन' भी प्रयोग में लाया जाता है। तथापि, इन दोनों में थोड़ा या अंतर है। प्रतिरक्षाजन एक अणु का द्योतक है जो एक प्रतिरक्षात्मक अनुक्रिया को प्रेरित करता है। जबकि प्रतिजन एक अणु का द्योतक है जो उत्पन्न हुई ऐंटीबॉडी से प्रतिक्रिया करता है।

पैराटोप व एपीटोप – किसी ऐंटीबॉडी का वह स्थान जिससे कोई प्रतिजन संलग्न होता है, **पैराटोप** कहा जाता है। प्रतिजन अणु का वह भाग जो पैराटोप से संपर्क बनाता है, **एपीटोप** कहलाता है। एक प्रतिजन में एपीटोप की एक श्रेणी हो सकती है। इस प्रकार के ऐपीटोप समूह को 'प्रतिजनिक निर्धारक' कहते हैं।

एक प्रतिजन बनने की आवश्यकताएं

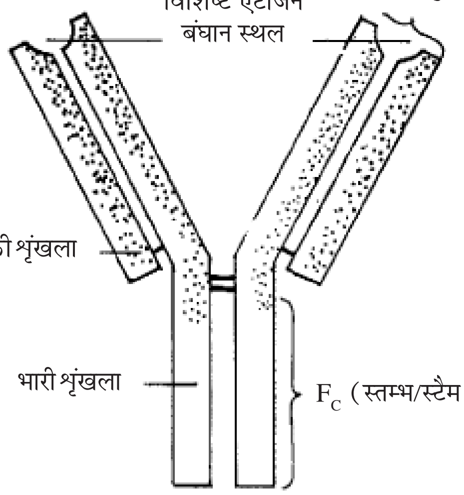
1. पदार्थ, पोषी का (अपना नहीं बल्कि) पराया होना चाहिये,
2. अणु का अणुभार 10,000 डाल्टन या अधिक होना चाहिये,
3. इसमें रासयनिक संभिश्रता का गुण होना चाहिये।

31.4.2 प्रतिपिंड (ऐंटीबॉडी) : परिभाषा और गुण

एक प्रतिजन की अनुक्रिया के फलस्वरूप उत्पन्न होने वाला प्रोटीन–अणु, प्रतिपिंड या ऐंटीबॉडी कहलाता है। ऐंटीबॉडी प्रोटीनों के वर्ग को इम्युनोग्लोब्यूलिन कहते हैं। प्रत्येक ऐंटीबॉडी अणु चार

पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाओं से बना होता है जो आपस में जुड़ी रहती हैं। दो लंबीश्रृंखलाओं को **भारी श्रृंखलाएँ** और छोटी श्रृंखलाओं को **हल्की श्रृंखलाऐं** कहते हैं। एक ऐंटीबॉडी में एक ''वृन्त'' होता है (जिसे F_c कहते हैं)। यह भारी श्रृंखलाओं के निम्न अर्धभाग व दो ''भुजाओं'' (प्रतिजन को बद्ध करने वाले ऐमीनो अम्ल अनुक्रमों) से मिलकर बनाता है।

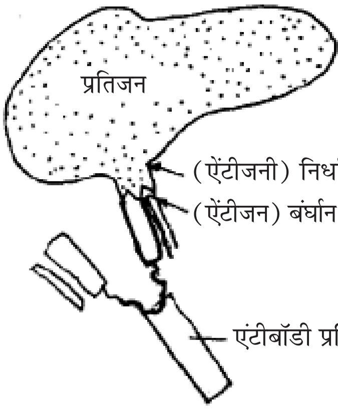
एक ही वर्ग के सभी ऐंटीबॉडी के लिये F_c भाग के एमीनो अम्ल अनुक्रम समरूप (नियत) होते हैं। इसके विपरित प्रतिजन बंधन भाग के लिये ऐमीनों अम्ल अनुक्रम ऐंटीबॉडी के साथ परिवर्तनशील होते हैं (चित्र 31.4)



चित्र 31.4 एक प्रतिपिंड की संरचना

31.4.3 इम्युग्लोब्युलिनों के प्रकार

- ऐंटीबॉडी (या इम्युग्लोब्युलिनो) के पाँच वर्ग हैं जो भारी श्रृंखलाओं में ऐमीनों अम्ल अनुक्रमों के आधार पर विभेदित किये जाते हैं। ये वर्ग Ig, IgA, IgE, IgG o IgM (Ig = इम्युनोग्लोब्युलिन) हैं।
- ये आण्विक भार व प्रकार्य में भी भिन्न होते हैं।
- IgG सर्वाधिक सांद्रता में पाई जाती है (मानव में कुल इम्युनोग्लोब्युलिनों का लगभग 75 प्रतिशत) ऐंटीबॉडी का निर्माण प्लैज़्मा कोशिकाओं द्वारा किया जाता है जो विभेदित B–कोशिकाएं हैं। प्रत्येक B–कोशिका ऐंटीबॉडी उत्पन्न करती है जो प्रतिजन के एक विशेष एपीटोप से प्रतिक्रिया करते हैं।
- स्रावित ऐंटीबॉडी रक्त के माध्यम से पूरे शरीर में परिभ्रमण करती हैं और प्रतिरक्षा अनुक्रिया को प्रेरित करने वाले प्रतिजन के पास पहुँचती हैं। उनके साथ संयुक्त होकर (चित्र 31.5) आक्रमण योजना बनाती हैं (भक्षकाणु कोशिकाओं द्वारा जो विजातीय पदार्थ का भक्षण करती है) यह प्रतिजन या उन्हें धारण करने वाली कोशिकाओं को नष्ट कर देती हैं।



चित्र 31.5 प्रतिजन प्रतिपिंड बंधन

31.5 प्रतिरक्षी-अनुक्रिया के प्रकार

व्यापक रूप से प्रतिरक्षी-अनुक्रियाओं को दो वर्गों में बाँटा जाता है–**अविशिष्ट प्रतिरक्षा-अनुक्रियाएँ** और **विशिष्ट प्रतिरक्षा-अनुक्रियाएं**।

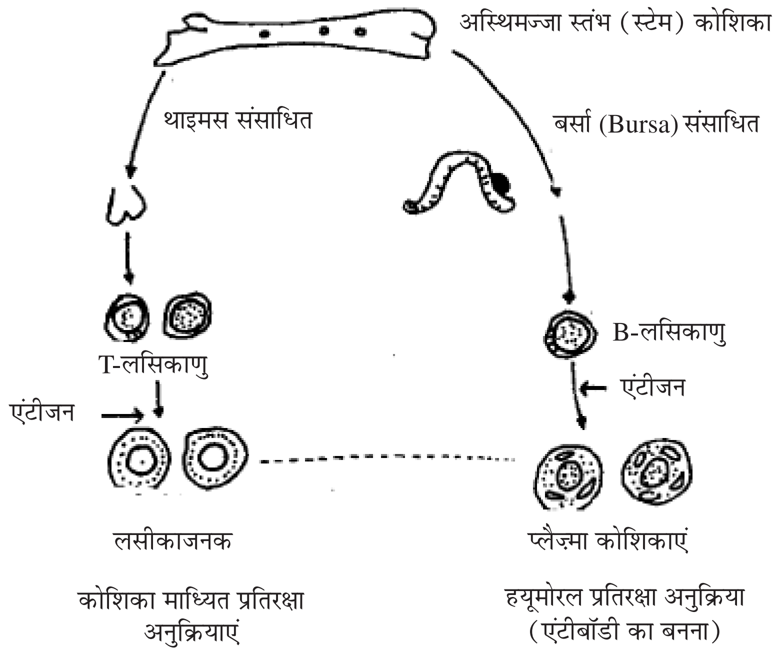
1. **अविशिष्ट प्रतिरक्षी अनुक्रियाएँ** वे हैं जो बिना चयन के ''पराए'' पदार्थों या कोशिकाओं को बिना पहचाने ही उनके विरूद्ध प्रतिरक्षण करती हैं, बृहत्भक्षक कोशिकाओं द्वारा भक्षकाणु क्रिया (या कोशिकाशन) यानी कणिकीय पदार्थों का निगल जाना व प्रोटीनों द्वारा काशिकाबाह्‌य हनन को ''कम्पलीमेन्ट'' कहते है। अविशिष्ट प्रतिरक्षी अनुक्रियाएँ दो प्रकार की होती हैं।

2. **विशिष्ट प्रतिरक्षी अनुक्रियाएँ (अनुकूली प्रतिरक्षी अनुक्रियायें) :** आक्रमण किये जाने वाले पदार्थों या कोशिकाओं की प्रतिरक्षात्मक पहचान पर निर्भर करती हैं। विशिष्ट प्रतिरक्षी अनुक्रियायें भी दो प्रकार की होती है।

   (क) **कोशिका माध्यित प्रतिरक्षी अनुक्रियाएं :** कोशिकाविषी T–कोशिकाओं व प्राकृतिक हन्ता कोशिकाओं की मध्यस्थता में होने वाली प्रतिक्रियायें

   (ख) **प्रतिपिंड (ऐंटीबॉडी) माध्यित अथवा ह्‌यूमोरल प्रतिरक्षी अनुक्रियाएँ :** ये अनुक्रियाएँ प्लैज़्मा कोशिकाओं द्वारा स्रावित ऐंटीबॉडी द्वारा माध्यित की गयी होती हैं जो विद्यमान सक्रियित B–कोशिकाओं से उत्पन्न होती हैं। ये कोशिका के बाहर के तरल जीवाणुओं व विषाणुओं के विरूद्ध मुख्य प्रतिरक्षण करती हैं।

उपरोक्त दोनों एक दूसरे से भिन्न हैं जैसा तालिका (31.1) में दिखाया गया है। कोशिका माध्यित और ऐंटीबॉडी माध्यित प्रतिरक्षी अनुक्रियाएँ सहायक T–कोशिकाओं द्वारा सरल (सुकर) बनती हैं और निरोधक T–कोशिकाओं द्वारा रोकी जाती हैं (चित्र 31.6)।



चित्र 31.6 कोशिका माध्यित व ह्यूमोरल प्रतिरक्षी अनुक्रियाएँ

तालिका 31.1 कोशिका माध्यित प्रतिरक्षी और ह्यूमोरल (एंटीबॉडी माध्यित) प्रतिरक्षी अनुक्रिया में अंतर

कोशिका माध्यित प्रतिरक्षी अनुक्रिया	ऐंटीबॉडी प्रतिरक्षी अनुक्रिया
1. अंतराकोशिकीय जीवों का हनन	1. ऐंटीबॉडी विशेष रूप से उन प्रतिजनों से जुड़ती हैं जो उनकी उत्पत्ति को प्रेरित करती हैं।
2. अर्बुद कोशिकाओं का हनन	2. ऐंटीबॉडी और प्रतिजन के संयोजन से अणुओं या कणों का ढेर (पुंजन) लग सकता है। उनकी विषालुता उदासीन हो सकती है, भक्षकाणुओं द्वारा उनका अंतर्ग्रहण व पाचन सुकर हो सकता है।
3. रोपित ऊतकों का अस्वीकरण।	3. प्रतिजन व प्रतिपिंड के संयोजन से कोशिकीय प्रतिजनों का, जो लाल रक्त कणिकाओं या जीवाणुओं में विद्यमान रहते हैं, लयन भी हो सकता है।
4. कुछ प्रतिजनों से संपर्क के पश्चात् विलंबित प्रकार की अतिसंवेदनशीलता प्रतिक्रिया।	

पाठगत प्रश्न 31.4

1. प्रतिपिंड के साथ प्रतिजन के संपर्क बनाने वाले भाग का नाम बताइए।

....

2. इम्युनोग्लोब्युलिन कितने प्रकार के होते हैं (केवल संख्या बताइए)।

....

3. अधिकतम सांद्रण में पाये जाने वाले इम्युनोग्लोब्यूलिन का नाम बताइए।

....

4. अर्बुद कोशिकाओं का हनन करने के लिये कौन-सी प्रतिरक्षी अनुक्रियाएं उत्तरदायी होती हैं?

....

31.6 प्रतिरक्षा के प्रकार

प्रतिरक्षा दो मुख्य प्रकार की होती है : (i) प्राकृतिक या सहज (अर्थात् आनुवंशिक, जन्म से) और (ii)उपार्जित (जीवन काल में विकसित)

(क) प्राकृतिक अथवा सहज प्रतिरक्षा (रोधक्षमता)

एक स्वस्थ व्यक्ति स्वयं को हानिकारक सूक्ष्मजीवों के प्रभाव से कई प्रभावकारी क्रियाविधियों द्वारा बचाता है। इन क्रियविधियों को **सइज** या **प्राकृतिक प्रतिरक्षा** कहते हैं। **सहज** रक्षण के तीन मुख्य घटक होते हैं :

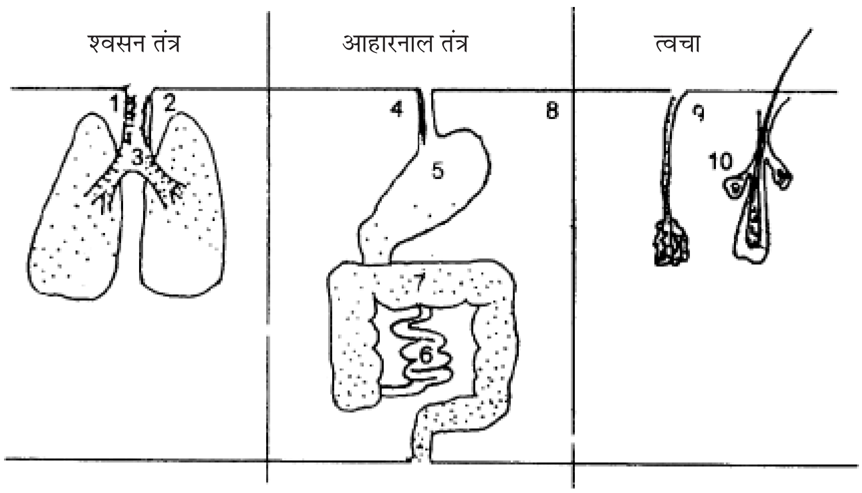
(i) शारीरिक अवरोध (रोगाणुओं के प्रवेश को रोकने वाली)

(ii) भक्षकाण्विक कोशिकाएँ (प्रवेश करने वाले रोगाणुओं के साथ उचित व्यवहार के लिये)

(ii) विलेय (विलयशील) घटक (कंप्लीमेन्ट, Complement)

1. शारीरिक अवरोध

यह प्रथम रक्षा पंक्ति है। इसका आशय है कि ये रोगजनकों को शरीर में प्रवेश करने से रोकने वाली रक्षा पंक्ति है (चित्र 31.7)।



चित्र 31.7 संक्रमण की प्राकृतिक शारीरिक अवरोध

त्वचा : त्वचा की बाहरी सख्त परत कैरैटिन पदार्थ की बनी होती है और रोगाणुओं के लिये लगभग अभेद्य होती है। त्वचा की सीवम ग्रंथियां (तैल ग्रंथियां) लैक्टिक अम्ल उत्पन्न करके अम्लीय वातावरण का निर्माण करती हैं जो कई रोगाणुओं को नष्ट कर देता है।

विभिन्न अंगों की (एपिथीलियमी) परत : श्वसन पथ, आहार पथ, मूत्र जनन पथ में बाहरी एपिथीलियमी परत होती है जो एक रक्षी श्लेष्मी परत से ढकी रहती है। श्वसन क्षेत्र की एपिथीलियमी परत को ढकने वाले पक्ष्माभ लगातार ऊपर की तरफ नासाग्रसनी की ओर गति करते हैं और इस प्रकार वे कणों और रोगाणुओं को बाहर निकालते रहते हैं। एपिथीलियमी कोशिकाओं का सतत रूप से नवीनीकरण होता रहता है और उनका निष्कासन उनकी सतह पर फंसे रोगाणुओं को भी निष्कासित कर देता है।

शारीरिक स्राव : शरीर के स्राव जैसे पसीना व नेत्र स्राव रोगाणुओं को दूर भगाए रखते हैं। अन्य देहतरल पदार्थों में भी ऐसे अणु मौजूद होते हैं जो बैक्टीरियानाशी (जीवाणुनाशी) होते हैं, अर्थात् वे बैक्टीरिया को मारने में समर्थ होते हैं। उदाहरण के लिए शुक्र-तरल में स्पर्माइन, जठर रस में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आदि)

यदि जीवाणु शरीर के शारीरिक बाधा-तंत्र से बचकर शरीर में प्रवेश कर भी जाते हैं तो दूसरे दो मुख्य प्रतिरक्षा-तंत्र अपना-अपना काम सँभाल लेते हैं- **भक्षकाणु क्रिया** और विलयशील रासायनिक कारकों का **जीवाणुनाशक प्रभाव** जिन्हें सम्मिलित रूप से पूरक तंत्र (कंप्लीमेन्ट-तंत्र) कहा जाता है जिसका वर्णन नीचे किया गया है।

2. भक्षकाणु कोशिकाएँ

जब सूक्ष्मजीव या निष्क्रिय कण जैसे कोलाइडी (Colloidal) कार्बन, ऊतक द्रव या रक्त प्रवाह में पहुँचते हैं तो वे भक्षकाणु कोशिकाओं द्वारा शीघ्रतापूर्वक निगल कर नष्ट कर दिए जाते हैं। ऐसी कोशिकाएं या तो शारीरिक तरल पदार्थों में संचारित होती रहती हैं या कुछ ऊतकों में आबद्ध हो जाती है। यह घटना भक्षकाणुक्रिया या कोशिकाशन (कोशिका + अशन) **भक्षक कोशिका क्रिया** (Phagocytosis) कहलाती है (शाब्दिक रूप से कोशिकाओं द्वारा भक्षण)। सूक्ष्मजीवों का निगला जाना, और नष्ट किया जाना अथवा पचा लिया जाना दो मुख्य प्रकार की कोशिकाओं द्वारा किया जाता है जिन्हें सूक्ष्म भक्षकाणु (माइक्रोफाज़, कुछ स्वेत रुधिर कोशिकाएं) और महाभक्षकाणु (मैक्रोफ़ाज यकृत और प्लीहा में) कहते हैं।

- **सूक्ष्मभक्षकाणु** ऐसी श्वेत रक्त कोशिकाएं हैं जिनमें दो या दो से अधिक पाली (lobes) वाला केन्द्रक होता है। ये आकार में छोटी और अल्प-जीवी होती हैं।
- **महाभक्षकाणु** एककेन्द्री भक्षक कोशिकाएं होती हैं जो आकार में बड़ी और दीर्घ जीवी होती हैं ये लगभग सभी अंगों और ऊतकों में पायी जाती हैं। लेकिन विशेषरूप से ये फेफडों, यकृत व प्लीहा में पायी जाती हैं।

भक्षकाणु कोशिकाओं के मुख्य गुण

1. ये बाहरी आण्विक एजेंट के संपर्क में आते ही या जिनके संपर्क में ये आते हैं उन्हें तेजी से निगल जाते हैं।
2. निगले गये पदार्थ को विखण्डित करने के लिये इनमें पाचक एंजाइम होते हैं।
3. ये सहज और उपार्जित प्रतिरक्षा के बीच की एक महत्वपूर्ण कड़ी है। (नीचे वर्णित)।

टिप्पणी

4. पूरक (कॉम्प्लिमेंट) तंत्र

(पूरक तंत्र) प्रोटीनों का समूह जिसे कॉप्लीमेन्ट के नाम से जाना जाता है, दूसरी प्राकृतिक/सहज प्रतिरक्षा प्रणाली है जोकि सूक्ष्म जीवों को कोशिकाशन के बगैर ही मार देता है।

पूरक तंत्र एक अत्यंत जटिल तंत्र है जिसमें न्यूनमत 20 प्रोटीन होते हैं।

कुछ कॉम्प्लिमेंट घटकों को लिखने का तरीका यह है कि अंग्रेजी के शब्द C के बाद कोई एक संख्या लिख दी जाए। सबसे मूलभूत व सर्वाधिक घटक C_3 है। कॉम्प्लिमेन्ट घटक औप्सॉन ($C_3$6) की भाँति कार्य कर सकता है। औप्सॉन एक प्रकार का रोगप्रतिरोधक है जिसका विषाणुओं या जीवाणुओं पर प्रतिजन से संयोजन उनके भक्षक कोशिकाओं द्वारा निगले जाने को सहज बनाता है। ऐसे प्रतिपिंड – सूक्ष्मजीवों की झिल्ली को छिद्रमय बनाकर भी उनका सीधा विनाश कर सकते हैं।

(ख) उपार्जित प्रतिरक्षा

यह प्रतिरक्षा लसीका कोशिकाओं की मध्यस्थता से होती है और इसकी विशेषता है प्रतिजन विशिष्टता व स्मरण शक्ति।

किसी व्यक्ति में उपार्जित प्रतिरक्षा मुख्यत: निम्न दो तरीकों से हो सकती है :

1. संक्रमण द्वारा ताकि संक्रामक कारक के विरूद्ध ऐंटीबॉडी उत्पन्न हो जायें इसे सक्रियत: उपार्जित प्रतिरक्षा कहते हैं।
2. एक सक्रिय रूप से प्रतिरक्षी व्यक्ति के खून, सीरम घटकों आदि के स्थानांतरण द्वारा। इसे निष्क्रियत: उपार्जित प्रतिरक्षा कहते हैं।

(i) सक्रिय रूप से (सक्रियत:) उपार्जित प्रतिरक्षा

संक्रमण द्वारा सक्रिय रूप से प्राप्त प्रतिरक्षा को दो सामान्य वर्गों में बाँटा जाता हैं।

(i) कुछ संक्रमण जैसे – डिफ्थीरिया, कुकर खाँसी (Whooping cough), चेचक और कर्णमूलशोथ या गलसुआ (Mumps), आदि सामान्यतया जीवन भर की प्रतिरक्षा प्रदान करते हैं, अर्थात रोगी एक बार ठीक हो जाने के पश्चात् पुन: इस रोग से पीड़ित नहीं होता।

(ii) अन्य रोग जैसे सर्दी, फ्लू, जीवाणुज पेचिश (अतिसार) और न्यूमोनिया अपेक्षाकृत कम अवधि के लिए प्रतिरक्षा प्रदान करते हैं, कभी-कभी केवल कुछ ही सप्ताहों तक के लिये।

(ख) निष्क्रिय रूप से (निष्क्रियत:) उपार्जित प्रतिरक्षा

यह निम्न तरीकों से विकसित की जा सकती है :

1. प्रतिपिंडों (उदाहरणार्थ IgG) का स्थानांतरण माँ से अपरा (Placenta) के द्वारा भ्रूण में
2. माँ का दूध पीने वाले बच्चे भी बच्चे माँ के दूध से ऐंटीबॉडी प्राप्त करते हैं।
3. एकत्रित मानव इम्युनोग्लोब्यूलिन को मिलाजुला कर भी अनेक मामलों में ऐंटीबॉडी के स्रोत की भाँति काम में लिया जाता है, जैसे खसरा, संक्रामक यकृतशोथ, संक्रमणों में।
4.. मानव इम्युनोग्लोब्यूलिन उन रोगियों को भी दिया जाता है, जिनमें ग्लोब्यूलिन ऐंटीबॉडी निर्माण में जन्मजात अक्षमता होती है।

31.7 सक्रिय प्रतिरक्षीकरण (टीकाकरण)

पुराने जमाने में लोगों ने देखा कि जो लोग एक बार किसी बीमारी के बाद स्वस्थ हो जाते हैं उनमें उस विशेष रोग की उम्र भर पुनरावृत्ति नहीं होती। इससे **प्रतिरक्षीकरण** की संकल्पना का जन्म हुआ। एडवर्ड जेनर ने गो-चेचक (cowpox) का प्रयोग करके 1796 में चेचक से प्रतिरक्षण का टीका प्रारंभ किया।

टीकाकरण का उद्देश्य निष्क्रियकृत् कीटाणु को शरीर में प्रविष्ट कराना है। शरीर तब स्मृति कोशिकाओं की विशिष्ट जनसंख्या उत्पन्न करता है। ये स्मृति कोशिकाएं, संख्या में बड़ी तेजी से बढ़ती हैं समान प्रतिजन से पुनर्नवीकृत संपर्क द्वारा और संक्रमण के विरूद्ध प्रतिरक्षण के लिये अधिक संख्या में ऐंटीबॉडी उत्पन्न किये जा सकते है।

31.7.1 टीके के प्रकार

तीन प्रमुख प्रकार के टीके उपलब्ध हैं :

1. मारे गये जीवों का टीके के रूप में प्रयोग : उदाहरण के लिए, टाइफाइड, हैजा, कुकुर खांसी, रेबीज व पोलियो।

2. जीवित तनुकृत (दुर्बलित) जीवों का टीके के रूप में प्रयोग : उदाहरण के लिए, BCG, रुबेला, खसरा व पोलियो।

   तनुकृत जीवाणु बिना रोग पैदा किये हुये ही अपना प्राकृतिक व्यवहार प्रकट करते हैं। सक्रिय रूप से वृद्धि करने वाले जीवाणु सतत रूप से प्रतिजन आपूर्ति करते रहते हैं।

3. टॉक्साइड टीके : उदाहरण के लिए, डिफ्थीरिया व टिटेनस

   टॉक्साइड (आविभाभ) एक रासायनिक व भौतिक रूप से परिष्कृत आविष (जीव विष) है जोकि हानिकारक नहीं रह गया है। लेकिन इसका प्रतिरक्षाजनत्व (immunogenicity) बना रहता है।

31.7.2 महत्वपूर्ण टीके – BGC, DPT और MMR

BCG : बैसिलो कैलमेट ग्यूरिन (कैलमेट और ग्युरिन दो वैज्ञानिक थे जिन्होंने यक्ष्मा (TB) के टीके के विकास में योगदान दिया, उन्हीं के नाम से यह टीका।

DPT : एक त्रय-टीका (प्रतिजन) – डिफ्थीरिया, टिटनेस टॉक्सॉइडों और परट्युसिस (कुकुर खांसी– Bordella pertussis) तीन नामक रोगों के जीवाणुओं के लिए एक ही टीका।

MMR : टीका (खसरा, गलसुआ व रूबेला-Rubella का) एक अन्य प्रकार के तनुकृत टीके, जिन्हें **पॉलिसैकराइड टीके** कहा जाता है, भी उपलब्ध हैं – जैसे फ्लू, मैनिंनजाइटिस व न्युमोनिया। इन टीकों में जीवों के उपयुक्त प्रतिरक्षाजनी भाग प्रयोग किये जाते हैं।

भविष्य के टीके : मलेरिया, कुष्ठ रोग (लेप्रोसि), एन्थ्रैक्स, एड्स।

टिप्पणी

पाठगत प्रश्न 31.4

1. दो शारीरिक बाधाओं के नाम बताइए या शरीर के दो भौतिक अवरोधों के नाम बताइये।

   ....

2. महाभक्षकाणु कौन-से तीन अंगों में बड़ी संख्या में पाये जाते हैं :

   (i) ....

   (ii) ....

   (iii) ....

3. निम्न में से प्रत्येक के दो-दो उदाहरण दीजिए :

   (क) मारे गये जीवों के टीके

   ....

   (ख) जीवित तनुकृत जीवों के टीके

   ....

   (ग) टॉक्सॉइड टीके

   ....

आपने क्या सीखा

- शरीर में अनेकों प्रकार की प्रतिरक्षा प्रणालियाँ हैं। प्रतिरक्षा-तंत्र संक्रमणों से, हमारे शरीर की रक्षा करता है।
- प्रतिरक्षा-तंत्र कोशिकाओं, ऊतकों व विलयशील कारकों का जटिल तंत्र है जो आपस में सन्निकट समन्वय में कार्य करते हैं :
- थाइमस व अस्थिमज्जा केन्द्रीय या प्राथमिक अथवा प्रमुख लसीका-अंग है।
- लसीकाणु जो प्रतिरक्षण करने वाली प्रमुख कोशिकाएं हैं, दो प्रकार की होती है : B-लसीकाणु व T-लसीकाणु
- B-कोशिकाएं प्लैज़्मा-कोशिकाओं में रूपांतरित होती हैं जो ऐंटीबॉडी बनाती हैं।
- ''पराया'' अणु जो अनुरक्षण प्रतिक्रिया प्रारंभ करता है उसे प्रतिजन कहते हैं।
- ऐंटीबॉडी (इम्युनोग्लोब्यूलिन) पाँच प्रकार के होते हैं जिनमें IgG की अधिकतम सांद्रता पायी जाती है।

- प्रतिरक्षा-अनुक्रियाएँ दो प्रकार की होती हैं – विशिष्ट और गैर-विशिष्ट
- विशिष्ट प्रतिरक्षा अनुक्रियाएँ या तो कोशिका माध्यित या ऐंटीबॉडी (ट्यूमोरल) माध्यित होती हैं।
- प्रतिरक्षा दो प्रकार की होती हैं– प्राकृतिक (या सहज) और उपार्जित।
- टीकाकरण एक प्रकार की सक्रिय रूप से प्राप्त की गयी प्रतिरक्षा है।
- टीके तीन प्रकार के होते हैं – (i) मृत जीवों का टीके के रूप में प्रयोग (ii) जीवित दुर्बलित (तनुकृत) जीवों का टीके के रूप में प्रयोग और (iii) टॉक्साइड के टीके

पाठांत प्रश्न

1. प्रतिरक्षा की परिभाषा लिखिए।
2. हमारे शरीर में कार्य कर रहे कार्यकारी मुख्य प्रतिरक्षी-तंत्र कौन-कौन से है?
3. ''प्रतिरक्षी-तंत्र कोशिकाओं, ऊतकों व विलयशील कारकों का एक जटिल तंत्र है'' इस कथन की पुष्टि करें।
4. प्रतिपिंड (ऐंटीबॉडी) उत्पति की प्रक्रिया का वर्णन करें।
5. T-कोशिकाओं के मुख्य कार्यों की सूची बनाएं।
6. प्रतिपिंड (ऐंटीबॉडी) की संरचना का एक योजनाबद्ध आरेख खींचे।
7. प्रमुख शारीरिक बाधायें कौन-कौन सी हैं?
8. भक्षकाणु कोशिकाओं के महत्वपूर्ण लक्षणों का वर्णन कीजिए। सक्रिय रूप से अर्जित प्रतिरक्षा व निष्क्रिय रूप से अर्जित प्रतिरक्षा में एक मुख्य अंतर बताएं।
9. निष्क्रिय रूप से (निष्क्रियत:) उपार्जित प्रतिरक्षा और सक्रियत: उपार्जित प्रतिरक्षा के एक मुख्य अंतर बताइये।
10. दुर्बलीकरण (तनूकरण) की प्रक्रिया की परिभाषा दें।
11. दो टॉक्साइड टीकों के नाम बतायें।
12. निम्न शब्दों के पूरे-पूरे नाम लिखिए :

    (i) BCG (ii) DPT (iii) MMR

पाठांत प्रश्नों के उत्तर

31.1 1. एडवर्ड जेनर

2. व्यापक रूप से प्रतिरक्षीय रक्षा तीन कार्य करता है:
   - (i) सूक्ष्मजीवों के विरूद्ध सुरक्षा,
   - (ii) समस्थापन (होमोइओस्टैसिस) अर्थात् क्षतिग्रस्त (अक्रियाशील) कोशिकाओं का निष्कासन करके सामान्य स्थिति बहाल रखना,

(iii) उत्परिवर्तित कोशिकाओं की निगरानी अर्थात् उनकी पहचान करके उनका विनाश,

3. प्रतिरक्षा-तंत्र के संगठन व कार्यों का अध्ययन

31.2 1. (i) केन्द्रीय या प्राथमिक लसीकाभ-अंग

(ii) परिधीय या द्वितीयक (गौण) लसीकाभ अंग

2. बरसा फैब्रसियस (फैब्रिसिया-प्रपुटी)

3. B-कोशिकाओं के मुख्य कार्य

(i) ऐंटीबॉडी माध्यित प्रतिरक्षा अनुक्रिया प्रारंभ करना

(ii) प्लैज़्मा कोशिकाओं में स्थानांतरण जो प्रतिपिंडों का स्रवण करती है।

4. प्लैज़्मा कोशिकाएं/ B-कोशिकाएं

5. B-कोशिकाओं द्वारा अनुक्रिया में वृद्धि करना जिससे ऐंटीबॉडी की उत्पति होती है और दूसरी T-कोशिकाएं सक्रिय होती हैं।

31.3 1. एपीटोप

2. पाँच

3. इम्युनोग्लोब्युलिन

4. कोशिका माध्यित प्रतिरक्षा अनुक्रिया

31.4 1 (i) त्वचा

(ii) श्वसन-तंत्र की उपकला-कोशिका की परत

2. (i) फेफड़ा

(ii) यकृत

(iii) प्लीहा

3. (i) टायफाइड टीका, परटुसिस टीका

(ii) बी.सी.जी. (BCG), रूबेला टीके

(iii) डिफ्थीरिया का टीका, टिटनेस का टीका