14

श्वसन और नाइट्रोजनी अपशिष्ट पदार्थों का निष्कासन

प्रत्येक जीवधारी को जीवन के विभिन्न क्रिया-कलापों को करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है और श्वसन-प्रक्रिया ही ऊर्जा-आवश्यकता को पूरा करती है। भोजन और पोषण पर लिखे गए पाठ में आप पहले ही पढ़ चुके हो कि प्राणी भोजन के रूप में उच्च ऊर्जा वाले कार्बनिक अणु लेते हैं। श्वसन के दौरान, यह भोजन ऑक्सीजन की मौजूदगी में विखंडित हो जाता है और ऊर्जा प्रदान करता है। श्वसन के दौरान कार्बन डाईऑक्साइड भी उत्पन्न होती है जो एक आविषालु (toxic) पदार्थ है और जिसे शरीर के बाहर निकाल दिया जाता है। इस प्रकार ऑक्सीजन लेना और कार्बन डाईऑक्साइड को बाहर निकालना सभी प्राणियों के लिए एक अनिवार्य आवश्यकता है।

इसके साथ ही साथ, विभिन्न कोशिकीय क्रियाओं के दौरान ऊतकों में अन्य अनेक आविषालु अपशिष्ट पदार्थ, जैसे अमोनिया, यूरिया आदि बनते हैं। ऐसे आविषालु अपशिष्टों को भी शरीर से बाहर निकाला जाना भी आवश्यक है। प्राणि-शरीर क्रिया के इन्हीं दो पहलुओं का अध्ययन आप इस पाठ में करेंगे। इसके साथ ही आप यह भी समझोगे कि हमारे शरीर में अपशिष्टों का उत्सर्जन और जल एवं लवणों के बीच संतुलन किस प्रकार बनाए रखा जाता है।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *श्वसन, साँस लेना, अंत:श्वसन, नि:श्वसन और जैव धारिता को परिभाषित कर सकेंगे;*
- *केंचुए और तिलचट्टे में गैसीय-विनिमय का संक्षिप्त विवरण दे सकेंगे;*
- *मानव शरीर में श्वसन-तंत्र के विभिन्न भागों का वर्णन और उनके प्रकार्य बता सकेंगे;*
- *मानव श्वसन-तंत्र का एक चिह्नित आरेख बना पायेंगे;*
- *साँस लेने और श्वसन में तथा अंत:श्वसन और नि:श्वसन में अंतर कर सकेंगे;*
- *साँस लेने की प्रणाली का और उसके विनियमन का वर्णन कर सकेंगे;*

- *फेफड़ों में श्वसन-गैसों के विनिमय और उनके ऊतकों में लाने-ले जाने का वर्णन कर सकेंगे;*
- *श्वसन-तंत्र के कुछ सामान्य विकारों के नाम और उनकी रोकथाम के उपाय बता सकेंगे;*
- *उत्सर्जन की परिभाषा और उसके महत्त्व को परिभाषित कर सकेंगे;*
- *अमोनियोत्सर्गता (अमोनिया उत्सर्गता), यूरियोत्सर्गता (यूरिया-उत्सर्गता) और यूरिकोत्सर्गता (यूरिकाम्ल-उत्सर्गत) जैसे शब्दों की व्याख्या कर पायेंगे;*
- *तिलचट्टे के उत्सर्जन अंगों की सूची बना पायेंगे;*
- *मानव उत्सर्जन-तंत्र के विभिन्न भागों की सूची और उनके कार्यों को बता पायेंगे;*
- *परानिस्यंदन की व्याख्या और मानवों में मूत्र के बनने का विवरण कर पायेंगे;*
- *मानव-वृक्क की सूक्ष्मदर्शीय संरचना का आरेख बना सकेंगे;*
- *मूत्र के सामान्य और असामान्य संघटकों की सूची बना सकेंगे;*
- *परासरण नियमन-प्रणाली की व्याख्या और ADH द्वारा उसका नियमन कर पायेंगे;*
- *रूधिर आयतन और रक्तदाब के नियमन में रेनिन-ऐंजिओ-टेन्सिन तंत्र की भूमिका की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *वृक्क-निष्कार्यता के मामले में अपोहन (dialysis) और वृक्क प्रतिरोपण की भूमिका की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *उत्सर्जन में यकृत की भूमिका की व्याख्या कर पायेंगे।*

14.1 श्वसन

श्वसन में ग्लूकोस (और अन्य पोषक पदार्थों का) का चरणबद्ध ऑक्सीकरण होता है जिसके फलस्वरूप ऊर्जा का निर्मोचन होता है। यह ऊर्जा ATP (एडीनोसीन ट्राइफॉस्फेट) के रूप में साइटोसॉल में संचित होती है। जब भी हमारे शरीर में ऊर्जा की आवश्यकता होती है, ATP का विखंडन हो जाता है और बहुत बड़े पैमाने पर ऊर्जा का निर्मोचन हो जाता है।

श्वसन निम्नलिखित चरणों में संपन्न होता है :

चरण 1. गैसीय विनिमय

इसके अंतर्गत कोशिका और उसके आस-पास के माध्यम के बीच गैसों का विनिमय होता है। कोशिकाएँ पर्यावरण से ऑक्सीजन (O_2) प्राप्त करती हैं और कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2)एवं जल (H_2O) को वापस पर्यावरण में छोड़ देती हैं। अधिकांश उच्चतर प्राणियों में यह विनिमय दो अवस्थाओं में होता है :

(क) प्राणि के शरीर और उसके बाहरी पर्यावरण के बीच गैसों का विनिमय होता है जिसे **संवातन** (ventilation) अथवा **सांस लेना** (Breathing) भी कहते हैं।

(ख) श्वसनी सतह और कोशिकाओं के बीच O_2 और CO_2 का परिवहन होता है। यह ऑक्सीजन अगले चरण (चरण 2) में, अर्थात् **कोशिकीय श्वसन** के दौरान प्रयुक्त कर ली जाती है। कोशिकीय श्वसन कोशिका के भीतर संपन्न होता है।

चरण 2. कोशिकीय श्वसन

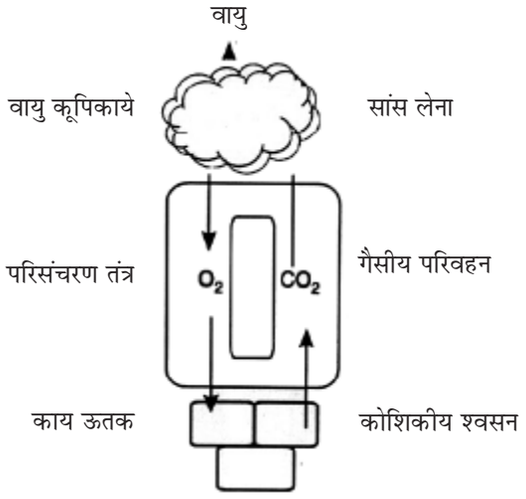
यह एक जटिल और परिष्कृत प्रक्रिया है जो कोशिका द्रव्य और कोशिका के माइटोकॉन्ड्रिया में होती है। इसमें निम्नलिखित प्रक्रियायें होती हैं :

(i) ऊतकों द्वारा ऑक्सीजन प्राप्त करना,

(ii) ग्लूकोस और अन्य पोषक पदार्थों का चरणबद्ध ऑक्सीकरण, और

(iii) कार्बन डाइऑक्साइड एवं ऊर्जा का निर्मोचन।

श्वसन-तंत्र का मूलभूत लक्ष्य ऊतकों को ऑक्सीजन उपलब्ध कराना और उनमें से कार्बन डाइऑक्साइड को बाहर निकलना होता है।



चित्र 14.1 श्वसन के सामान्य लक्षण

14.1.1 विभिन्न प्राणियों में श्वसन-विनिमय

- सभी प्राणी विसरण की विधि द्वारा अपने पर्यावरण से गैसों का विनिमय करते हैं।
- गैस झिल्ली में से होकर बाहर की तरफ से (जहाँ उसकी सांद्रता (आंशिक दाब अधिक होता है) भीतर की तरफ (जहाँ उसकी सांद्रता अपेक्षाकृत कम होती है) विसरण द्वारा पहुंच जाती है
- इस प्रकार श्वसन-सतह पर से ऑक्सीजन ग्रहण कर ली जाती है और कार्बन डाइऑक्साइड बाहर निकाल दी जाती है।
- प्रभावी ढंग से गैस-विनिमय के लिए श्वसन-सतह विस्तृत, नम, अत्यधिक संवहनी युक्त, पतली और ऑक्सीजन एवं कार्बन डाइऑक्साइड के लिए सरल रूप से पारगम्य होनी चाहिए।
- इस आवश्यकता की पूर्ति करने के लिए प्राणि-जगत् में विभिन्न प्रकार के जटिल श्वसन-तंत्रों का विकास हुआ है। इस पाठ में आप इनमें से कुछ के बारे में पढ़ेंगे।

14.1.2 केंचुए में शरीर की सामान्य सतह पर गैस विनिमय–त्वचीय श्वसन (cutaneous respiration)

- केंचुए में श्वसन-अंग नहीं होते। उसकी संपूर्ण त्वचा एक श्वसन-सतह की भांति कार्य करती है।
- त्वचा पतली, नम और उनमें भरपूर रुधिर-केशिकाएँ मौजूद होती हैं। अत: यह त्वचा श्वसन के लिए पूरी तरह से उपयुक्त होती है।
- शरीर की सतह पर नमी की एक परत होती है; यह परत श्लेष्मा ग्रंथियाँ के स्राव, देहगुहा (सीलोमी) तरल पदार्थों और उत्सर्जी अपशिष्ट पदार्थों की होती है।
- त्वचा में स्थित केशिकाएँ त्वचा पर मौजूद जल (नमी) में घुली हुई ऑक्सीजन को तो ग्रहण कर लेती है, और CO_2 को बाहर वातावरण में छोड़ देती हैं।
- केंचुओं में बंद प्रकार का परिसंचरण तंत्र होता है जिसका अर्थ है रुधिर का रुधिर-वाहिकाओं के भीतर बहना। श्वसन-वर्णक हीमोग्लोबिन रुधिर-प्लैज़्मा में घुला हुआ होता है, कोशिकाओं के भीतर नहीं। मानवों और अन्य कशेरुकियों में हीमोग्लोबिन RBC के भीतर होता है।
- रुधिर-वाहिकाओं में नियमित रूप से संकुचन होता रहता है जिससे रुधिर-परिसंचरण में सहायता मिलती है और इस प्रकार शरीर में घुली हुई गैसों के परिवहन में भी सहायता मिलती है।

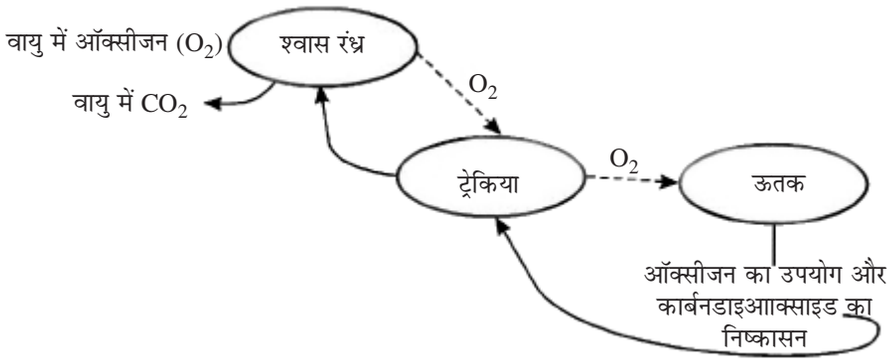
मेंढ़क में भी उसकी नम त्वचा के जरिए थोड़ा-बहुत त्वचीय श्वसन (त्वचा के माध्यम से श्वसन) होता है। मेंढक में त्वचीय श्वसन विशेष रूप से शीतनिष्क्रियता के दौरान होता है जब वे सर्दी से बचने के लिए निष्क्रिय हो जाते हैं। हालांकि, मेंढक मुख्यत: फेफड़ों से साँस लेने वाला प्राणी हैं।

14.1.3 तिलचट्टे का श्वासनली तंत्र

आपने देखा होगा कि कीट अपने उदर को फैलाते और सिकोड़ते रहते हैं। इसी से उनका गैस-विनिमय होता है।

- अधिकांश कीटों की भांति, तिलचट्टा अपनी आंतरिक नलियों, जिन्हें वातिकाएँ (ट्रैकिया) कहते हैं, के जरिए साँस लेता है।
- ये नलियाँ शरीर के भीतर व्यापक रूप से विभाजित होती हैं और वायु को वायुमंडल से सीधे ही ऊतकों तक ले जाती है।
- तिलचट्टे में, जैसा कि नीचे दिए गए प्रवाह चार्ट में दिखाया गया है, श्वसन में रुधिर का कोई योगदान नहीं होता। वातिकाएँ युग्मित रेखाछिद्र-जैसे रंध्रों के जरिए बाहर की तरफ खुलती है जिन्हें **श्वासरंध्र** कहते है। ये श्वासरंध्र वक्ष और उदर पर पार्श्वों में खुलते हैं।

- महावातकों (महाश्वास नली) की बारीक शाखाओं को लघुवातक (श्वास नालिका) कहते हैं जो शरीर की कोशिकाओं के भीतर तक पहुँचती हैं और श्वसन-गैसों के विसरण को सीधे ही कोशिकाओं के भीतर और बाहर होने देती हैं।
- लघुवातकों के सिरे बारीक होते हैं और उनमें तरल भरा हुआ होता है जिसमें श्वसन-गैसें घुली हुई रहती हैं। उदर के बारी-बारी से संकुंचन और विस्तारण के द्वारा वायु भीतर और बाहर आती-जाती रहती है।



चित्र 14.2 तिलचट्टे का श्वासनली-तंत्र

14.1.4 मानवों का श्वसन-तंत्र (फुप्फुसी श्वसन)

- मानव में सुविकसित श्वसन तंत्र होता है जो उनके शरीर में ऑक्सीजन की उच्चतर आवश्यकता की पूर्ति के लिए उपयुक्त होता है।
- श्वसन तंत्र नासाद्वार, नासा-गुहा, ग्रसनी, कंठ, श्वासनली और श्वसनिकाओं (bronchi) का बना होता है।
- दोनों श्वसनिकाएं व्यापक रूप से शाखित होकर श्वसनियों (bronchioles) और अंतिम श्वसनियों में बँटी होती हैं और अंततः वायु कोशों में जाकर समाप्त होती हैं जिन्हें कूपिकाएँ कहते हैं। श्वसनिकाओं, उनकी शाखाओं और वायु-कोशों के चारों तरफ एक दोहरी झिल्ली होती है जिसे फुप्फुसी झिल्ली कहते हैं जिससे फेफड़े बने होते हैं। फेफड़े प्रमुख श्वसन अंग होते हैं।
- वायु नासाद्वारों में होकर श्वसनियों और वायुकोशों तक पहुँचती है। वायुकोश कोशिकाओं की केवल एक परत से बने होते हैं और उनमें बड़ी मात्रा में रुधिर कोशिकाएँ पहुँचती हैं। ऑक्सीजन कूपिकाओं से केशिकाओं तक पहुँचती है और अन्य केशिकाओं से CO_2 कूपिकाओं में चली जाती है ताकि उसे वहाँ से बाहर निकाला जाए; कूपिका ही वे अंग होते हैं जिनके भीतर गैसों का वास्तविक विनिमय होता है।

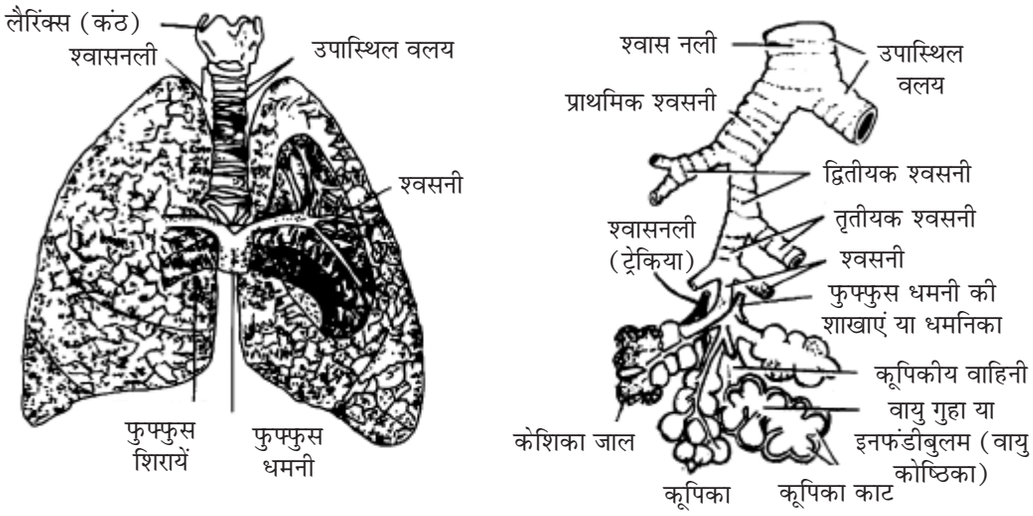
- फेफड़ों की सुरक्षा के लिए उनके ऊपर दोहरी परत वाली फुफ्फुसी झिल्ली चढ़ी होती है। उसके भीतर फुफ्फुसी तरल भरा होता है, जिसके कारण फेफड़ों के भीतर गति सहज हो जाती है।
- प्रत्येक फेफड़ा शाखित श्वसनिका-नलियों का एक वृक्ष जैसा तंत्र होता है।
- उनमें से सबसे बारीक श्वसनिका लाखों सूक्ष्म कोश-जैसी संरचनाओं में पहुँचकर समाप्त होती है जिन्हें कूपिकाएँ कहते हैं।
- कूपिकाओं की झिल्ली बहुत पतली और नम होती है और उन पर रुधिर केशिकाओं का भरपूर जाल बना होता है।
- केशिकाओं और कूपिकाओं दोनों की भित्तियाँ चपटी एपिथीलियमी कोशिकाओं की केवल एक परत की बनी होती है।

मानव श्वसन-तंत्र के विभिन्न भागों की संरचना एवं कार्यों के लिए नीचे दी गई तालिका 14.1 देखिए।

तालिका 14.1 मानव शरीर के श्वसन-अंग

अंग	संरचना	कार्य
1. नासाद्वार	नाक का द्वार (छिद्र)	अवांछित कणिकाओं को भीतर न जाने देना। धूल, जीवाणु को वहीं रोक देती है। ग्रसनी के भीतर जाने वाली वायु को गरम कर देती है।
2. नासा गुहा	श्लेष्मा झिल्ली और पक्ष्माभिकाओं से ढँकी हुई होती है।	
3. ग्रसनी (गला)	पेशीय नली	श्वसन-गैसों और पाचन मार्ग में जाने वाले भोजन दोनों के लिए सामान्य मार्ग; ये दोनों मार्ग घाटी ढक्कन से अलग-अलग बने रहते हैं। घांटी ढक्कन एक पल्ले जैसी संरचना होती है जो भोजन को निगलते समय श्वासनली रंध्र (बाघ नली का द्वार) को बंद रखता है।
4. कंठ (स्वर बॉक्स)	एक छोटा-सा उपास्थिल अंग जिसके साथ वाक् रज्जु लगे होते हैं : इसमें पक्ष्माभिकामय एपीथीलियम का अस्तर लगा होता है।	ग्रसनी को श्वासनली के साथ जोड़ता है; स्वर उत्पन्न करने में मदद करता है।
5. श्वासनली (वायुनली)	इसमें C-आकार के उपास्थिल वलय बने होते हैं जो इसे कड़ा बना देते हैं ताकि यह चिपक न जाए। श्वासनली दो श्वसनिओं में विभाजित हो जाती है जो दोनों फेफड़ों में चली जाती हैं।	श्वसनियों तक का वायु-मार्ग।

6. श्वसनी (Bronchus – Plural Bronchi)	प्रत्यास्थ, पक्ष्माभिकामय और श्लेष्मा-झिल्ली से ढँकी हुई।	फेफड़ों में प्रवेश करती हैं और विभाजित होकर द्वितीयक श्वसनियाँ, तृतीयक श्वसनियाँ और अंततः अंतिम श्वसनियाँ बनाती हैं। ये सब मिलकर 'श्वसनी वृक्ष' बनाती हैं।
7. श्वसनिका (bronchiole)	श्वसनी की अंतिम शाखा जो कूपिकाओं में प्रवेश कर जाती हैं।	वायु को कूपिकाओं तक ले जाती हैं।
8. कूपिकाएँ (वायुकोश)	पतली, नम एवं रुधिर-केशिकाओं से युक्त	गैसों का विनिमय।



चित्र 14.3 (क) मानव फेफड़े, (ख) श्वसनिकाओं का विशाखन, ये शाखाएँ अंतस्थ कूपिकाओं तक पहुँचती हैं।

तालिक 14.2 साँस लेने (Breathing) और श्वसन (Respiration) में अंतर

सांस लेना (श्वासोच्छवास)	श्वसन
1. भौतिक प्रक्रिया।	1. जैव-रसायन प्रक्रिया जिसमें एंजाइम भी शामिल होते हैं।
2. केवल सरीसृपों, पक्षियों और स्तनधारियों में होती है।	2. सभी जीवों में होता है।
3. यह एक लयात्मक प्रक्रिया है।	3. यह एक अविच्छन्न प्रक्रिया है।
4. एक कोशिकाबाह्य प्रक्रिया है।	4. यह एक अंतःकोशिकीय प्रक्रिया है।
5. इसमें प्राणी और उसके बाहरी पर्यावरण के बीच गैसों का विनिमय होता है।	5. इसमें ग्लूकोस का एंजाइमी विघटन होता है और ऊर्जा का निर्मोचन होता है।

पाठगत प्रश्न 14.1

1. श्वसन की परिभाषा लिखिए?

.....

2. उन दो गैसों के नाम लिखिए जिनका श्वसन के दौरान विनिमय होता है।

.....

3. त्वचीय (त्वक्) श्वसन क्या होता है? एक ऐसे प्राणी के नाम लिखिए जिसमें त्वचीय श्वसन होता है।

.....

4. केंचुए के रुधिर का क्या रंग होता है? यह रंग किस वर्णक के कारण होता है?

.....

5. तिलचट्टे की कोशिकाओं तक ऑक्सीजन किस प्रकार पहुँचती है?

.....

6. जंतुओं के उस समूह का नाम बताइए जिनमें गैसीय विनिमय में रुधिर की कोई भूमिका नहीं होती।

.....

7. तिलचट्टे में श्वासनली बाहर किस प्रकार खुलती है?

.....

8. मानव में वह मार्ग बताइए जिससे होकर वायु नासा द्वारों से होकर फेफड़ों तक पहुँचती है।

.....

9. मानवों के श्वसन-तंत्र के उस भाग का नाम बताइए जहाँ वायु का निस्यंदन होता है, वह नम और गर्म होती है।

.....

10. मानवों में घांटी ढक्कन का क्या कार्य है?

.....

14.2 फुफ्फुसी श्वसन की प्रणाली

श्वसन-तंत्र का प्रधान कार्य है विभिन्न ऊतकों को ऑक्सीजन उपलब्ध कराना और उनसे कार्बन-डाईऑक्साइड को दूर हटाना। यह संपूर्ण प्रक्रिया निम्नलिखित चरणों में पूरी होती है :

(i) सांस लेना या फुफुसी संवातन जिससे कि पर्यावरणीय वायु और फेफड़ों के बीच ऑक्सीजन और कार्बनडाईऑक्साइड का विनिमय होता है।

(ii) कूपिकाओं की सतह पर गैसों का विनिमय

(iii) ऊतकों में गैसों का परिवहन व विनिमय

(iv) कोशिकी श्वसन

(i) **साँस लेना अथवा फेफड़ों में वायु संवातन (भरना-छोड़ना)**

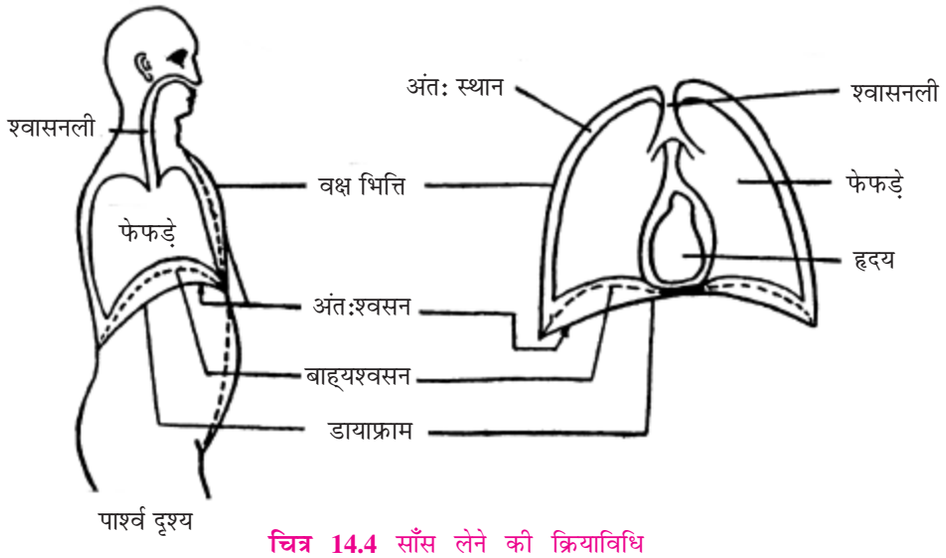
यह एक यांत्रिक प्रक्रिया है जिसमें वायु को फेफड़ों के भीतर ले जाना और उसे बाहर निकालना है। साँस लेना एक अनैच्छिक प्रक्रिया है, लेकिन विशिष्ट परिस्थितियों में यह ऐच्छिक भी हो सकती है। यह दो चरणों में पूरी होती है। जिनमें फेफड़े बारी-बारी से संकुचित और फैलते हैं।

1. **अंत:श्वसन** (Inspiration) अथवा वायु को भीतर लेना, और
2. **नि:श्वसन** (expiration) अथवा वायु को बाहर निकालना (देखिए चित्र 14.4)

1. **अंत:श्वसन** (वायु भीतर लेना) : फेफड़ों के आधार पर एक गुम्बदाकार पेशीय डायाफ्राम (मध्य पट) मौजूद होता है। संकुचित होने पर यह चपटा और नीचे की तरफ झुक जाता है। फेफड़ों की निचली सतह नीचे की तरफ खिंच जाती है और उनका आयतन बढ़ जाता है। पसलियों के बीच में स्थित बाह्य अंतरपर्शुका पेशियाँ संकुंचित होती हैं, पसलियों का ढाँचा बाहर की तरफ और ऊपर उठ जाता हैं, फेफड़ों के भीतर वायु का दाव कम हो जाती है और तब वायुमंडलीय वायु अंदर तेजी के साथ प्रवेश कर जाती है और फेफड़ों को ताजी वायु से भर देती है। इस प्रकार अंत:श्वसन साँस लेने की सक्रिय प्रावस्था है।

2. **नि:श्वसन** (वायु बाहर निकालना) : इस चरण में बाह्य अंतरपर्शुका पेशियाँ शिथिल पड़ जाती हैं और आंतरिक अंतरापर्शुक पेशियाँ संकुचित होती हैं। इसके फलस्वरूप पसलियों का ढाँचा नीचे की तरफ और भीतर की तरफ आ जाता है। डायाफ्राम (मध्य पट) भी शिथिल पड़ जाता है और अपनी मूल गुम्बदाकार स्थिति में आ जाता है। उदरीय अंग डायाफ्राम को दबाते हैं। इस परिवर्तन के कारण सीने की गुहा का आयतन घट जाता है, और फेफड़ों के भीतर वायुदाब बढ़ जाती है, और फेफड़ों के भीतर वायु दाब बढ़ जाती है तथा CO_2 से संतृप्त वायु निकाल दी जाती है।

बलपूर्वक साँस लेना : बलपूर्वक साँस लेते समय यह संभव है कि अंत:श्वसन और नि:श्वसन दोनों ही सक्रिय प्रक्रियाएँ होती हों, क्योंकि गहरी साँस लेते समय कुछ अन्य अंतरापर्शुक पेशियों एवं उदरीय पेशियों से भी काम लिया जाता है।



चित्र 14.4 साँस लेने की क्रियाविधि

14.2.2 कूपिका की सतह पर गैसों का विनिमय

- रुधिर ही वह माध्यम है जो ऑक्सीजन को फेफड़ों से विभिन्न ऊतकों तक और ऊतकों से फेफड़ों तक लाता ले जाता हैं।
- फुफ्फुस धमनी विऑक्सीजनित रुधिर को फेफड़ों तक लाती है। यह धमनी फेफड़ों में बारीक-बारीक केशिकाओं में बँट जाती है जो कूपिकाओं को चारों ओर से घेर लेती हैं।
- कूपिकाएँ और केशिकाएँ दोनों ही एपिथीलियम की पतली भित्ति वाली केवल एक परत की बनी होती है और इसीलिए उनके बीच गैस विनिमय आसानी से हो जाता है।
- कूपिका-वायु में ऑक्सीजन अधिक होती है और केशिकाओं में कार्बन डाईऑक्साइड अधिक होती है। कूपिकाओं और केशिकाओं के बीच ऑक्सीजन और कार्बन डाईऑक्साइड के दाब में अंतर होने के कारण, ऑक्सीजन कूपिका वायु से विसरित होकर केशिकाओं के रुधिर में चली जाती है। इसी समय कार्बन डाईऑक्साइड केशिकाओं के रुधिर में से विसरित होकर कूपिकाओं की वायु में चली जाती है।
- ऑक्सीजनित रुधिर फुफ्फुस-शिरा द्वारा फेफड़ों से हृदय में चली जाती है।

अदलते-बदलते आयतन :

तालिका 14.3 में एक सामान्य वयस्क मानव में साँस लेने के दौरान वायु के अदलते-बदलते आयतन दिए गए हैं।

तालिका 14.3 : साँस लेने के दौरान वायु के अदलते-बदलते आयतन

ज्वारीय आयतन (Tidal volume)	बिना किसी स्पष्ट प्रयास के (यानी सामान्य साँस लेने के दौरान) भीतर ले जायी जाने वाली और बाहर निकाले जाने वाली वायु का आयतन।	300 mL
जैव धारिता (Vital capacity)	उस वायु का आयतन जो गहरी से गहरी साँस लेने के बाद अधिक से अधिक साँस (VC = 1RV + TV + ERV) छोड़े जाने में शामिल है।	3400-4800 mL
अंत:श्वसनी निचित आयतन (IRV)	उस वायु का आयतन जो सामान्य अंत:श्वसन के बाद बलकृत अंत:श्वसन द्वारा भीतर ली जा सकती है।	2000-3000 mL
नि:श्वसनी निचित आयतन (ERV)	उस वायु का आयतन जो सामान्य नि:श्वसन के बाद बलकृत नि:श्वास द्वारा बाहर निकाली जा सकती है।	1000 mL
अवशेष आयतन (Residual volume)	उस वायु का आयतन जो बलकृत नि:श्वसन के बाद भी बाहर निकाला नहीं जा सकती। यह वह वायु है जो फेफड़ों में और वायु-मार्ग के भीतर बनी रहती है।	1000-1500 mL
संपूर्ण फेफड़ा-धारिता (Total lung capacity)	सभी फेफड़ों-आयतनों का जोड़ (अधिकतम वायु) जो अधिकतम अंत:श्वसन के बाद दोनों फेफड़ों में भरी रहती है।	5500-6000 mL

टिप्पणी

धूम्रपान करने वालों तथा तपेदिक के रोगियों की जैव धारिता काफी हद तक कम हो सकती है। दूसरी तरफ, खेलकूद में भाग लेने वालों और गवैयों (गायकों) की जैव धारिता अपेक्षाकृत अधिक होती है।

14.2.3 रुधिर द्वारा ऑक्सीजन का परिवहन फेफड़ों से ऊतकों तक

ऑक्सीजन का कारगर परिवहन हीमोग्लोबिन नामक एक जटिल रुधिर-प्रोटीन के द्वारा होता है। यह लौह-प्रचुर प्रोटीन लाल रूधिर कणिकाओं (R.B.C) के भीतर भरी होती है और इसी के कारण रुधिर लाल होता है। फेफड़ों से ऊतकों तक कुल ऑक्सीजन का लगभग 97 प्रतिशत भाग हीमोग्लोबिन के साथ मिलकर पहुँचता है। ऑक्सीजन का केवल 3% भाग का परिवहन प्लैज़्मा के द्वारा घुली हुई अवस्था में होता है। रुधिर का ऑक्सीजनीकरण फेफड़ों में होता है। ऑक्सीजन के चार अणु हीमोग्लोबिन के साथ मिलकर एक उत्क्रमणीय यौगिक बनाते हैं जिसे ऑक्सीहीमोग्लोबिन कहते हैं।

$$\underset{\text{(हीमाग्लोबिन)}}{Hb} + 4O_2 \underset{\text{सक्रिय ऊतकों में}}{\overset{\text{फेफड़ों की कूपिकाएं}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{(ऑक्सीहीमोग्लोबिन)}}{Hb(4O_2)}$$

ऑक्सीजनित रुधिर जब ऊतकों की सतह तक पहुँचता है उस समय ऊतकों में CO_2 की उच्च सांद्रता होती है। हीमोग्लोबिन [Hb $(4O_2)$] और ऑक्सीजन के बीच का बंधन अस्थिर होने के कारण रुधिर में से ऑक्सीजन बाहर आ जाती है। ऑक्सीजन तो ऊतकों के भीतर प्रयुक्त कर ली जाती है और कार्बन डाईऑक्साइड रुधिर द्वारा वापस ले ली जाती है।

12.4.4 कार्बन डाईऑक्साइड का परिवहन (ऊतकों से फेफड़ों में)

रुधिर कार्बन डाईऑक्साइड का परिवहन अपेक्षाकृत आसानी से कर लेता है क्योंकि कार्बन डाईऑक्साइड की विलेयता (घुलनशीलता) अधिक होती है। सक्रिय ऊतक लगातार CO_2 बनाते रहते हैं। यह CO_2 फेफड़ों तक तीन विधियों में पहुँचती हैं :

(i) रक्त प्लैज़्मा में भौतिक रूप में घुली हुई। (इस विधि में कुल (परि) वाहित CO_2 का केवल 5-7% भाग ही ले जाया जाता है।

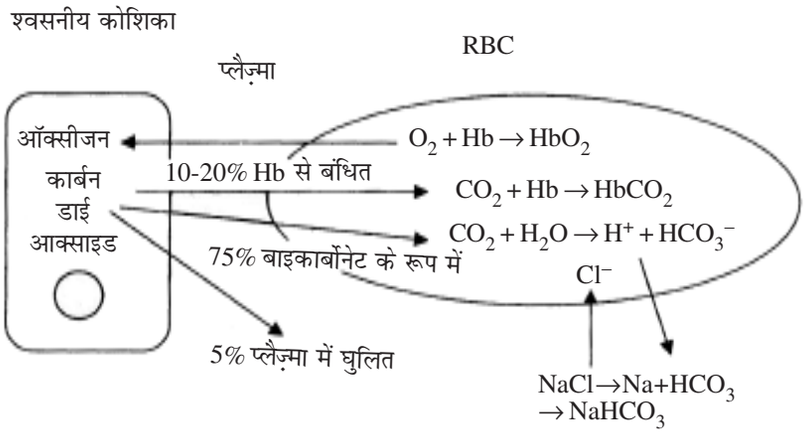
(ii) RBCs के हीमोग्लोबिन में सीधे संयोजित होकर जिससे कार्बेऐमीनोहीमोग्लोबिन (Carbaminohaemoglobin) बन जाता है। (केवल लगभग 21-23 प्रतिशत)

(iii) प्लैज़्मा में घुली होकर बाइकार्बोनेटों (bicarbonates) के रूप में, परंतु ये बाइकार्बोनेट एक एंजाइम कार्बोनिक ऐनहाइड्रेज (carbonic anhydrase) के उत्प्रेरण से RBCs के अंदर बनते हैं और उसके बाद उनमें से विसरित होकर बाहर प्लैज़्मा में आते हैं (CO_2 का सबसे बड़ा अंश यही होता है, लगभग 75-80 प्रतिशत)

$$CO_2 + H_2O \underset{\text{कार्बोनिक एनहाइड्रेज}}{\overset{\text{एंजाइम}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{कार्बोनिक अम्ल}}{H_2CO_3}$$

$$\underset{\text{कार्बोनिक अम्ल}}{H_2CO_3} \longrightarrow \underset{\text{बाइकार्बोनेट}}{HCO_3^-} + H^+$$

बाइकार्बोनेट अत्यधिक घुलनशील होता है और रुधिर प्लाज्मा में घुल जाता है। यह वापस रक्ताणुओं में चला जाता है और कूपिकाओं में CO_2 और H_2O में विघटित हो जाता है। फेफड़ों के भीतर पहुँची CO_2 कूपिकाओं के अंदर वायु में छोड़ दी जाती है और अंतत: साँस के साथ बाहर निकाल दी जाती है (चित्र 14.5)।



चित्र 14.5 रुधिर में CO_2 का परिवहन

14.2.5 श्वसन का नियमन

सामान्यतया आराम की स्थिति में और चीढ़ियाँ चढ़ते समय गिनती कीजिए कि आप कितनी बार साँस लेते हैं। साँस लेने की दर में यह परिवर्तन क्यों आता है? अब आप श्वसन के नियमन के बारे में जानकारी प्राप्त करेंगे।

श्वसन का नियमन तंत्रिका-तंत्र के अधीन होता है। तंत्रिका कोशिकाओं के तीन समूह होते हैं जिन्हें श्वसन केंद्र कहते हैं। ये केंद्र मस्तिष्क के मेडुला ऑब्लांगेटा और पॉन्स में स्थित होते हैं। ये केंद्र हैं :

(क) **पृष्ठ श्वसन-समूह :** मूलभूत श्वसन-लय उत्पन्न करता है। यह बाह्य अंतरापर्शुक पेशियों को उद्दीप्त करता है। डायाफ्राम संकुंचित होता है और अंत:श्वसन आरंभ हो जाता है। उद्दीपन समाप्त होने पर, पेशियाँ शिथिल पड़ जाती हैं, और तब नि:श्वसन आरंभ हो जाता है।

(ख) **अधर श्वसन-समूह** बढ़ी हुई श्वसन आवश्यकताओं के होने पर संकेत भेजता है। यह अंत:श्वसन और नि:श्वसन दोनों का नियंत्रण करता है।

(ग) पॉन्स में स्थित **श्वास अनुचलनी** (श्वासनुचलनी) (Pneumotaxis) केंद्र अंत:श्वसन के बंद करने के बिंदु का नियंत्रण करता है और इस प्रकार अंत:श्वसन और नि:श्वसन के बीच संक्राति-काल निर्विघ्न रूप से हो जाता है।

टिप्पणी

रुधिर में कार्बन डाइऑक्साइड और हाइड्रोजन आयनों में वृद्धि होने पर श्वसन-दर बढ़ जाती है।

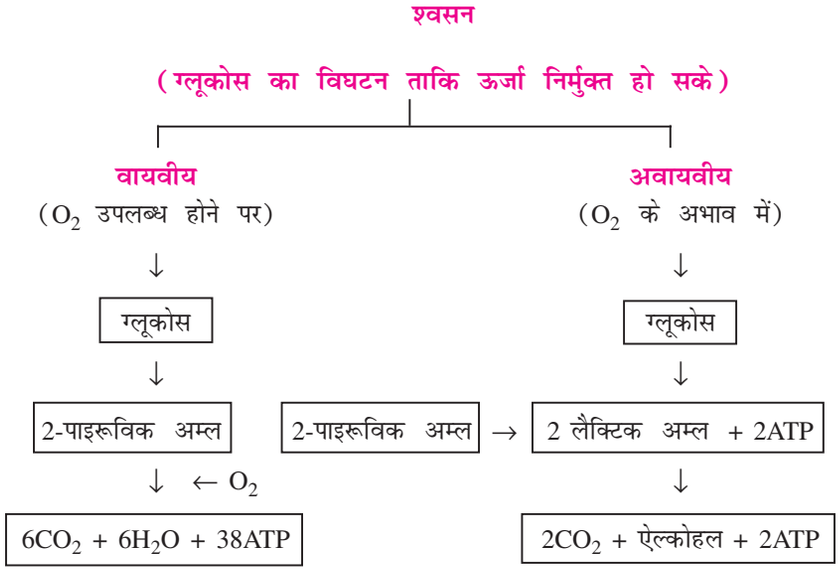
14.2.6 कोशिकीय श्वसन

रक्त द्वारा ले जाई गई ऑक्सीजन का सजीव कोशिकाओं के भीतर कोशिकीय श्वसन में उपयोग कर लिया जाता है। कोशिकीय श्वसन एक सम्मिश्र प्रक्रिया है जो माइटोकॉण्ड्रिया में संपन्न होती हैं। कोशिकीय श्वसन के दौरान ग्लूकोस का ऑक्सीकरण होकर ऊर्जा निर्मुक्त होती है। निकली हुई ऊर्जा ATP (adenosine triphosphate) के अणुओं में संग्रहित हो जाती है और कोशिका में उपयोग के लिए तुरंत उपलब्ध होती है। इस प्रक्रिया को सारांश में इस प्रकार दर्शाया जा सकता है।

$$C_6H_{12}O_6 + 6CO_2 \xrightarrow[\text{कोशिकीय श्वसन}]{\text{माइटोकॉण्ड्रिया}} 6CO_2 + H_2O + ATP\ (\text{ऊर्जा/e})$$

जब श्वसन O_2 की उपस्थिति में होता है तब उसे वायवीय श्वसन (aerobic respiration) कहते हैं। यह श्वसन अधिक कारगर होता है चूँकि इसमें एक अणु ग्लूकोज के ऑक्सीकरण में 38 ATP निकलते हैं।

कुछ समय तक O_2 के अभाव की स्थिति में अवायवीय श्वसन (anaerobic respiration) होता रह सकता है। यह अकारगर होता है क्योंकि इसमें प्रति ग्राम अणु ग्लूकोज से केवल 2 ATP ही बन पाते हैं।

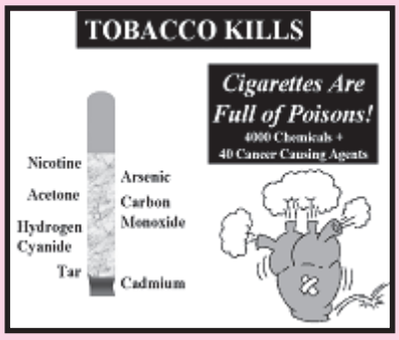


14.3 सामान्य श्वसन-विकार और उनकी रोकथाम

रोग	कारण	रोग लक्षण	रोकथाम
श्वसनिका दमा/ ऐस्थमा (ब्रॉकियल ऐस्थमा)	यह एक ऐलर्जी प्रकार का रोग है जो वायु में कुछ विजातीय पदार्थ के कारण उत्पन्न होती है।	इसमें साँस लेने और खाँसने में परेशानी होती है, क्योंकि अत्यधिक श्लेष्मा के कारण श्वसनिकाएँ (bronchioles) संकीर्ण (रुँध) हो जाती है।	विजातीय पदार्थ के प्रभाव में आने से यथासंभव बचें। यही इस रोग से बचने का सबसे अच्छा उपाय है।
श्वसनीशोथ (ब्रोंकाइटिस)	संक्रमण के कारण श्वसनी (broncha) में शोध आ जाती है। यह धूम्रपान से भी हो सकता है और वायु-प्रदूषण के कारण भी हो सकता है।	लगातार खाँसी आना और हरे से रंग के साथ नीला कफ निकलता है।	धुएँ और धूल के प्रभाव में आने से इस रोग से बचाया जा सकता है।
न्युमोनिया (PENUMONIA)	डिप्लोकॉकस नामक जीवाणु के संक्रमण से फेफड़ों की कूपिकाओं का तीव्र शोथ।	इससे ज्वर हो जाता है, पीड़ा हो जाती है और तेज खाँसी होती है। फेफड़े के अधिकांश वायु अवकाश तरल और मृत WBC से भर जाते हैं।	उन स्थानों पर जाने से बचें जहाँ संक्रमण फैला हुआ हो।
यक्ष्मा (ट्यूबरक लोसिस)	यह एक जीवाणुजन्य रोग है जो रोगियों के मुँह-नाक से निकली बुंदकों (ड्रॉपलेट) से फैलता है।	यह अन्य अनेक अंगों में भी हो सकता है, लेकिन फेफड़ों का यक्ष्मा रोग सबसे अधिक सामान्य है। वजन में कमी आना और खाँसी आना सबसे सामान्य लक्षण है। इसके साथ इस रोग में हल्का ज्वर भी बना रहता है। गंभीर मामलों में खाँसी के साथ खून भी आने लगता है।	BCG (वेसीलस काल्मेटी ग्यूरिन) के टीके से यक्ष्मा रोग की रोकथाम की जा सकती है। हवादार घरों और प्रोटीन-प्रचुर खुराक भी यक्ष्मारोगियों के लिए जरूरी है।
फेफड़े के व्यवसायिक संकट (ऑक्यूपेशनल हैजर्ड)	वातावरण में मौजूद, व्यक्ति जहां कोई व्यक्ति कार्यकरता है वहां हानिकारक पदार्थ, जैसे सिलिका, ऐस्बेस्टॉस, धूल आदि के कारण उत्पन्न होने वाला रोग।	यह रोग 10-15 वर्षों तक प्रभावित होने के बाद प्रकट होता है। इसके कारण फेफड़ों में तंतुमयता हो जाती है।	सुरक्षात्मक मुखावरण (नकाब) और वस्त्र पहनने से इन रोगों से बचा जा सकता है। नियम से डॉक्टरी जाँच भी जरूरी है।

प्रत्यय 'itis' का अर्थ किसी अंग का शोथ है। श्वसनी शोथ ग्रसणी शोथ या गलतुंडिका (टॉन्सिल) शोथ विभिन्न श्वसन ऊताकें को प्रभावित करता है। क्या आप कह सकते है कौन सा अंग प्रभावित हुआ है।

कुछ मूलभूत तथ्य



सिगरेट पान करना (धूम्रपान) क्यों हानिकारक है?

सिगरेट पान (धूमपान) इसलिए हानिकारक है क्योंकि इसमें :

- गंध और स्वाद का संवेद कम हो जाता है अथवा खत्म हो जाता है,
- धूम्रपान करने वालों को खांसी हो जाती है,
- आमाशय में घाव हो जाते हैं,
- पुरानी ब्रोंकाइटिस हो जाती है,
- हृद् स्पंद और रक्तदाब बढ़ जाते हैं,
- चेहरे पर समय से पूर्व और अधिक झुर्रियाँ पड़ जाती है,
- हृदय रोग हो जाता है,
- दिल का दौरा या आघात (स्ट्रोक) पड़ जाता है,
- मुँह, कंठ, ग्रसनी, ग्रसिका, फेफड़ों, अग्न्याशय, (योनि)ग्रीवा, गर्भाशय और मूत्राशय का कैंसर हो जाता है।

14.2.7 वातस्फीति

वातस्फीति एक श्वसन-विकार है, जो अत्यधिक धूमपान और चिरकारी श्वसनीशोथ के कारण होता है। श्वसनिका अथवा कूपिका-कोश असाधारण रूप से फैल जाते हैं, जिसके फलस्वरूप इन भागों की प्रत्यास्थता समाप्त हो जाती है। लगातार होने वाले फैलाव के कारण धीरे-धीरे फेफड़ों का आकार बढ़ जाता है और वायु नि:श्वसन के बाद भी फेफड़ों के भीतर बनी रहती है।

वातस्फीति की रोकथाम कूपिकाओं के नष्ट हो जाने से पूर्व धूमपान छोड़ देने से की जा सकती है। इसका इलाज मुश्किल से होता है, क्योंकि प्रत्यास्थता अनुत्क्रमणीय (वापस नहीं लौट सकती है) होती है।

पाठगत प्रश्न 14.2

1. सांस लेने के प्रक्रिया (ब्रोदिंग) में क्या होता है?

   .....

2. नि:श्वसन के दौरान मध्यपट (डायाफ्राम) की स्थिति क्या होती है?

   .....

3. ज्वारीय आयतन का मान क्या होता है?

   .....

4. ऑक्सीजन के अधिकतम कितने अणु हीमोग्लोबिन के साथ जुड़ सकते हैं?

   .....

5. उस वाहिका का नाम बताइये जो ऑक्सीजनित रुधिर को फेफेड़ों से हृदय में ले जाती हैं।

.....

6. वे कौन-से तीन रूप हैं जिसमें कार्बन डाइऑक्साइड का रुधिर द्वारा परिवहन हो सकता है।

.....

7. क्षयरोग (T.B.) की रोकथाम में प्रयुक्त टीके का नाम लिखिए।

.....

8. व्यवसायपरक खतरे से उत्पन्न होने वाले किसी एक रोक का नाम लिखिए।

.....

9. श्वनीशोथ (ब्रोंकाइटिस) और दमा (अस्थमा) रोग में क्या अंतर होता है?

.....

14.3 उत्सर्जन

सभी प्राणियों में उपापचय के दौरान शरीर के भीतर उत्पन्न होने वाले अपशिष्ट पदार्थों को बाहर निकालने की कोई-न-कोई विधि होती है। इन अपशिष्ट पदार्थों के अंतर्गत आते हैं: CO_2, जल, यूरिया, यूरिक अम्ल और अमोनिया, आदि। यदि इन पदार्थों को शरीर के भीतर अधिक समय तक तथा अधिक सांद्रता में बनाए रखा जाए तो ये हानिकारक हो सकते हैं।

इन उपापचयी अपशिष्टों के अतिरिक्त, अतिरेक मात्रा में लिए गए लवण (उदा. भोजन के साथ खाया गया नमक) जल और यहाँ तक कि अतिरेक मात्रा में लिए गए कुछ विटामिनों को भी बाहर निकाले जाने की आवश्यकता होती है। कुछेक औषधियों (प्रतिजैविकों-ऐंटी बायोटिक्स) को भी रुधिर में से मूत्र के साथ बाहर निकाल दिया जाता है। शरीर के सभी हानिकारक, अवांछित उत्पादों (विशेष रूप से नाइट्रोजनी उत्पादों) को बाहर निकालने की प्रक्रिया को **उत्सर्जन** कहते हैं। उत्सर्जन-तंत्र का कार्य प्रमुखत: नाइट्रोजनी अपशिष्टों को बाहर निकालना है।

मानव शरीर में प्रमुख नाइट्रोजनी अपशिष्ट यूरिया होता है। यूरिया यकृत में अनावश्यक मात्रा में मौजूद ऐमीनों अम्लों और न्यूक्लीक अम्लों के विखंडन से उत्पन्न होता है। रुधिर इन्हें निस्यंदन के लिए और मूत्र के रूप में बाहर निकाले जाने के लिए वृक्कों में पहुँचा देता है।

14.3.1 नाइट्रोजनी अपशिष्टों के बाहर निकाले जाने की विधियाँ

नाइट्रोजनी अपशिष्टों के उत्सर्जित किए जाने के आधार पर, प्राणियों को तीन श्रेणियों अमोनियोत्सर्जी, यूरियोत्सर्जी और यूरिकोत्सर्जी में वर्गीकृत किया गया है। तालिका 14.4 में प्राणियों को इस आधार पर तीन श्रेणियों में बाँटा गया है कि उनमें नाइट्रोजनी अपशिष्ट किस रूप में उत्पन्न होते हैं।

सारणी 14.4 : विभिन्न प्रकार के नाइट्रोजनी अपशिष्टों के अनुसार प्राणियों की श्रेणियाँ

श्रेणी	बनने वाला उत्पाद	जल में घुलनशीलता	उदाहरण
अमोनियोत्सर्जी (Ammonotelic)	अमोनिया (अतिविषैली)	अति घुलनशील, इसलिए उसके उत्सर्जन के लिए बड़ी मात्रा में पानी की आवश्यकता होती है।	जलीय प्राणी, जैसे अस्थिल (bony) मछलियाँ, *अमीबा*
यूरियोत्सर्जी (Ureotelic)	यूरिया (कम विषैला)	कम घुलनशील, अतः उसके उत्सर्जन के लिए कम पानी की आवश्यकता होती है।	स्तनधारी जैसे मानव, कुत्ता, आदि, समुद्री मछलियाँ और उभयचरों (ऐम्फिबियन), जैसे–मेंढक, टोड आदि।
यूरिकोत्सर्जी (Uricotelic)	यूरिक अम्ल (सबसे कम विषैला)	अघुलनशील ठोस अथवा अर्ध ठोस स्वरूप इनके उत्सर्जन के लिए केवल थोड़े से पानी की आवश्यकता होती है।	पक्षी, सरीसृप तथा कीट

उत्सर्जन का महत्त्व

(क) प्रोटीनों (ऐमीनो अम्लों) के उपापचय के दौरान बनने वाले नाइट्रोजनी अपशिष्टों का निष्कासन।

(ख) NaCl जैसे लवणों, विटामिनों, पित्त वर्णकों (पुराने RBCs के विघटन से बने) तथा कुछ औषधियों (प्रतिजैविकों-एंटीबायोटिक) को बाहर निकालना।

(ग) अधिरिक्त जल का बाहर निकाला जाना (परासरणनियमन-osmoregulation) अथवा जल के अभाव होने पर जल को भीतर रोके रखना।

पाठगत प्रश्न 14.3

1. उस अंग का नाम बताइए जहाँ यूरिया बनता है और उस अंग का भी नाम बताइए जहाँ से यूरिया का उत्सर्जन होता है।

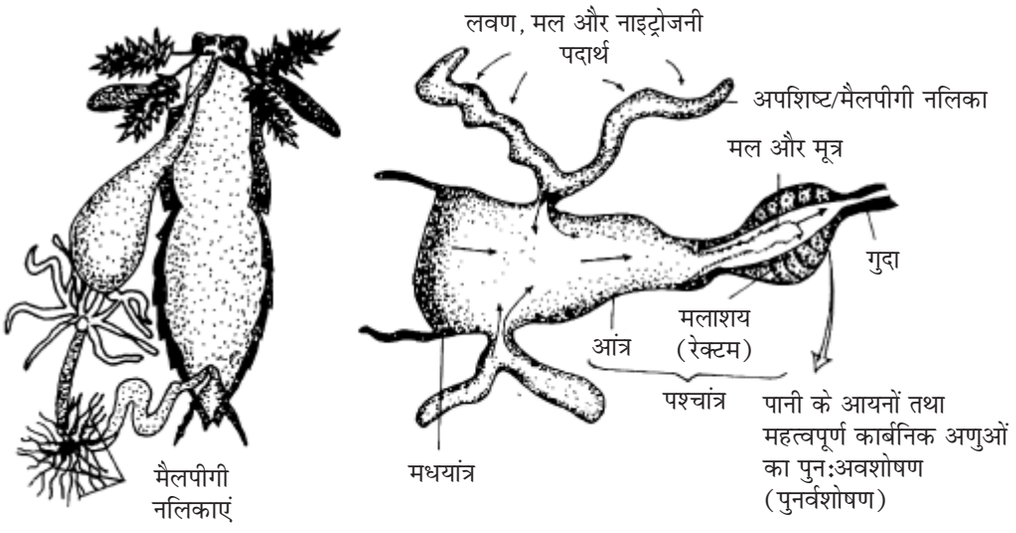
   .....

2. नाइट्रोजनी अपशिष्टों में सबसे अधिक अविषालु कौन-सा पदार्थ है? उस प्राणी का नाम बताइए जो नाइट्रोजनी अपशिष्ट को इस रूप में उत्सर्जित करता है।

   .....

14.3.2 तिलचट्टे के उत्सर्जी अंग

- तिलचट्टे स्थलीय जीवन के लिए अनुकूलित होते हैं और उनके उत्सर्जन अंगों का मैलपीगी नलिकाएँ कहते हैं (देखिए 14.6)। ये प्राणी यूरिक अम्ल का उत्सर्जन करते हैं, जो पानी में सर्वथा अघुलनशील है।
- मैलपीगी नलिकाएँ लंबी, अगले सिरों पर बंद नलिकाएँ होती हैं जो मध्यांत्र और पश्चांत्र के संगम पर आहार-नाल में खुलती हैं।
- ये नलिकाएँ उदर भाग में स्थित होती हैं और रूधिरलसीका (हीमोलिम्फ) (कीटों का रुधिर) में डूबी रहती हैं।



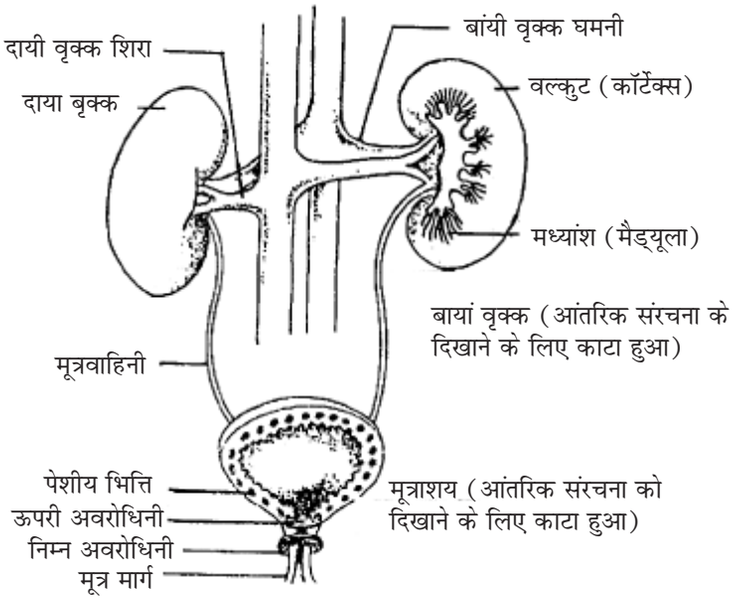
चित्र 14.6 तिलचट्टे के उत्सर्जन-अंग

- नलिकाओं की कोशिकाएँ रूधिर लसीका (हीमोलिम्फ) में से नाइट्रोजनी अपशिष्ट और कुछेक लवणों को बाहर निकाल लेती है और उन्हें नलिका की अवकाशिका में छोड़ देती हैं।
- यह तरल *पश्चात्र* में पहुँच जाता है और इस प्रक्रिया के दौरान गाढ़ा हो जाता है।
- यह सांद्रित तरल तब मलाशय में पहुँचता है और सांद्र मूत्र के रूप में मल के साथ बाहर निकाल दिया जाता है।
- मैलपीगी नलिकाएँ अधिकांश लवण और जल को वापस रूधिर लसीका (हीमोलिम्फ) में भेज देती हैं और इस प्रकार नाइट्रोजनी अपशिष्ट सर्वथा खुश्क पदार्थ के रूप में शरीर से बाहर निकाल दिए जाते हैं।

14.3.3 मानवों के उत्सर्जन-अंग

मानव उत्सर्जन-तंत्र में ये अंग होते हैं : एक जोड़ी वृक्क, एक जोड़ी मूत्रवाहिनियाँ, एक मूत्राशय और मूत्रमार्ग (चित्र 14.7)

- वृक्क सेम के बीज की आकृति के होते हैं और निम्नतर उदरीय गुहा में कशेरूक दंड के दोनों तरफ एक-एक स्थित होते हैं।
- प्रत्येक वृक्क की अवतल मध्यवर्ती कोर पर हाइलम (hilum) नामक एक खाँच होती है जो भीतर की तरफ एक कीपाकार अवकाश में खुलती है जिसे वृक्कद्रोणि (renal pelvis) कहते हैं।
- वृक्क श्रोणि, ऊतकों की एक बाहरी परत से जिसे वृक्क वल्कुट (renal cortex) कहते हैं और एक वृक्क मध्यांश (renal medulla) नामक ऊतक की एक भीतरी परत से घिरी हुई होती है।
- वृक्क उपापचयी अपशिष्टों को रुधिर में से छान लेते हैं और एक तरल, जिसे मूत्र कहते हैं, के रूप में शरीर से बाहर निकाल देते हैं। वृक्क के भीतर मूत्र के बनते समय, वृक्क संपूर्ण शरीर में रुधिर, तरल और लवणों का संतुलन भी बनाए रखते हैं।
- वृक्क में बना मूत्र मूत्रनली नामक दो पेशीय नलियों द्वारा मूत्राशय में पहुँचता है।
- मूत्रमार्ग एक छोटी-सी नली होती है जो मूत्र को शरीर के बाहर ले जाता है।
- मूत्राशय से मूत्र मूत्रमार्ग के जरिए बाहर निकाल दिया जाता है। मूत्राशय से मूत्र के बाहर निकाले जाने को मूत्रण (micturition) कहते हैं।



चित्र 14.7 मानव के उत्सर्जन अंग

वृक्क की संरचना

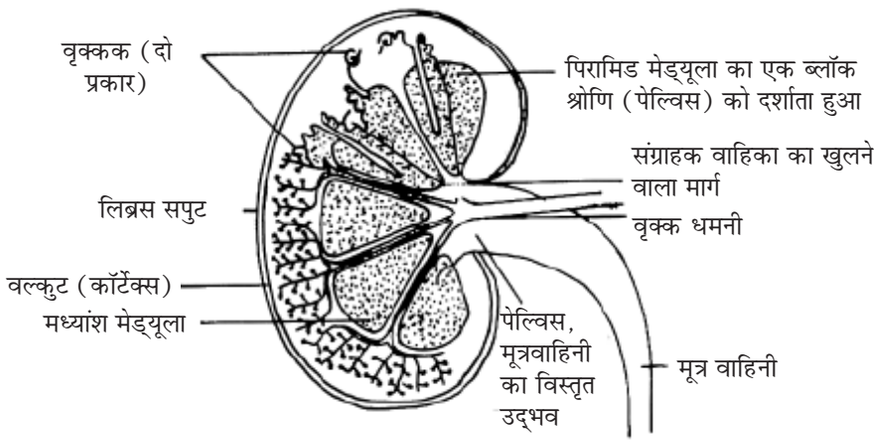
वृक्क की सूक्ष्म संरचना (चित्र 14.8)

- वृक्क में असंख्य सूक्ष्म नलिकाकार संरचनाएँ होती हैं जिन्हें वृक्कक नेफॉन (nephrons) कहते हैं जो अंशत: वृक्क-वल्कुट के भीतर स्थित होते हैं और अंशत: वृक्क-मध्यांश

के भीतर। इनमें मूत्र बनता है और ये उसे अंततः वृक्क की श्रोणि तक ले जाते हैं जहाँ से मूत्रवाहिनियाँ मूत्र को मूत्राशय तक ले जाती हैं।

- नेफॉन वृक्क की संरचनात्मक और कार्यात्मक इकाईयाँ होते हैं और इनमें रुधिर-वाहिकाएँ और केशिकाएँ भी पहुँचती हैं। प्रत्येक वृक्क में लगभग दस लाख नेफॉन होते हैं जो प्रतिदिन लगभग 180 लिटर तरल का निस्यंदन करते हैं जिसमें से अधिकांश भाग का पुनः अवशोषण हो जाता है। प्रत्येक नेफॉन दो क्षेत्रों में बाँटा जा सकता है–(i) समीपस्थ नेफॉन और (ii) हेन्ले-लूप।

1. वृक्क कणिकाएं : जो प्यालेनुमा बोमेन संपुट और केशिकाओं के एक गुच्छ (जिसे केशिका गुच्छ कहते हैं) से बना होता है। केशिकागुच्छ में रुधिर वृक्क-धमनी की एक शाखा से आता है।
2. समीपस्थ संवलित नलिका (PCT)
3. हेन्ले-लूप की अवरोही भुजा
4. हेन्ले-लूप की आरोही भुजा
5. दूरस्थ संवलित नलिका (DCT)
6. संग्राहक वाहिनी
7. सभी नेफॉनों की संग्राहक वाहिकाएँ जुड़ जाती हैं और अंततः श्रोणि बनाती है, जहाँ से मूत्रवाहिनियाँ निकलती हैं।
8. परिनलिका रूधिर कोशिकाओं के ऊपर फैली हुई होती है। वे सभी मिलकर वृक्क शिरा बनाती हैं।



चित्र 14.8 मानव वृक्क की सूक्ष्मदर्शीय संरचना

14.3.4 मूत्र-निर्माण

वृक्कक (नेफॉन) उत्सर्जी और परासरण नियमन कार्यों को निम्नलिखित चरणों में पूरा करते हैं :

टिप्पणी

1. परानिस्यंदन (ultrafiltration)
2. चयनात्मक पुनः अवशोषण (Selective reabsorption)
3. नलिकीय-स्रवण (Tubular secretion)

1. परानिस्यंदन

प्रत्येक केशिकागुच्छ की केशिका में रुधिर वृक्क-धमनी की एक शाखा से उच्च दाब के साथ आता है। यहाँ परानिस्यंदन (दाब के साथ निस्यंदन) की प्रक्रिया अविच्छिन्न रूप से होती रहती है। सभी छोटे-छोटे अणुओं जैसे जल, ग्लूकोस, यूरिया और यूरिक अम्ल को रुधिर-प्लैज्मा में से निस्यंदन हो जाता है और वे केशिकाओं की भित्तियों के जरिए बोमेन-संपुट में पहुँच जाते हैं। प्रोटीनें कोशिका गुच्छ के रुधिर में ही रह जाती हैं। इस प्रकार प्रोटीन-मुक्त निस्यंद बोमेन संपुट की अवकाशिका में एकत्रित हो जाता है। निस्यंदन के लिए आवश्यक दाब परिसंचारी रुधिर की द्रवस्थैतिक दाब से प्राप्त होती है।

2. चयनात्मक पुनःअवशोषण या नलिकीय पुनर्वशोषण

केशिकागुच्छ-निस्यंदन जब नलिकाओं में से होकर गुजरता है तब उसमें से शरीर के लिए अनेक आवश्यक पदार्थ, जैसे ग्लूकोस और ऐमीनो अम्ल और खनिज आयन, जो जल और लवण के बीच संतुलन बनाए रखने के लिए आवश्यक होते हैं, वृक्क-नलिका की भित्तियों के जरिए पुनः अवशोषित कर लिए जाते हैं। वृक्कक (नेफॉन) के ऊपर से होकर गुजरती हुई रुधिर-केशिकाएँ इन पदार्थों का अवशोषण कर लेती हैं।

(क) निस्यंद का लगभग 65-85 प्रतिशत भाग समीपस्थ संवलित नलिका (PCT) में पुनः अवशोषित हो जाता है। इसमें जल, ग्लूकोस, ऐमीनों अम्ल, लवण आदि शामिल होते हैं।

(ख) लगभग 5% जल का पुनः अवशोषण अवरोही भुजा में हो जाता है।

(ग) आरोही भुजा जल के लिए अपारगम्य होती है, अतः केवल लवणों का ही यहाँ पुनः अवशोषण होता है।

(घ) दूरस्थ संवलित नलिका (DCT) और संग्राहक नली में **ऐल्डोस्टेरॉन** हॉर्मोन (अधिवृक्क वल्कुट द्वारा स्रावित) के प्रभाव में Na^+ का पुनः अवशोषण हो जाता है। पश्च पीयूष ग्रंथि द्वारा स्रावित ADH (एंटी डायूरेटिक हॉर्मोन/प्रति मूत्रल हामेनि) के प्रभाव से जल का पुनः अवशोषण हो जाता है।

3. नलिकीय स्रवण

वृक्क-नलिका की कोशिकाएँ कुछेक अवांछित पदार्थों को सीधे ही रुधिर से निस्यंद में स्रावित कर देती हैं। इनमें यूरिक अम्ल, K^+ आयन, अमोनिया आदि शामिल हैं। निस्यंद को अब मूत्र कह सकते हैं।

मूत्र का संचयन

मूत्र मूत्रवाहिनियों में से गुजरता हुआ मूत्राशय में जाकर संचयित हो जाता है। मूत्राशय लगभग 400–500 घन सेंटीमीटर (cm^3) मूत्र संचयित कर सकता है। जब लगभग 200 घन सेंटीमीटर (cm^3) अथवा अधिक मूत्र मूत्राशय में एकत्रित हो जाता है तब विततिग्राही (stretch receptors) उद्दीपित हो जाते हैं जिसके कारण मूत्र त्यागने की इच्छा होने लगती है।

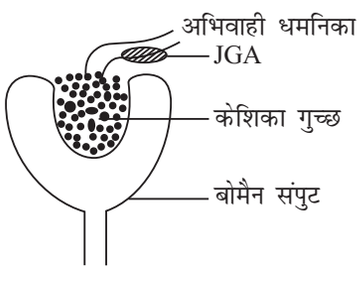
14.3.5 मूत्र के संघटक (तालिका 14.5)

सामान्य संघटक		अपसामान्य संघटक	
घटक	**मात्रा/दिन**	**घटक**	**कारण**
जल	1200-1500 मिली	ग्लूकोस	मधुमेह
यूरिया	25-30 मिली	प्रोटीन	वृक्क-रोग
यूरिक अम्ल	0.7 मिली	एसीटोन	मधुमेह, भूखा रहना
क्रिऐटिन	1-2 ग्राम	रक्ताणु (एरिथ्रोसाइट)	मूत्र-तंत्र में संक्रमण
अमोनिया	0.6 ग्राम	श्वेताणु (ल्यूकोसाइट)	अधिक संख्या में होने का अर्थ है मूत्र तंत्र में संक्रमण होना
NaCl	10-15 ग्राम	यूरिक अम्ल के क्रिस्टल	गठिया ('गाऊट')
KCl	2.5 ग्राम		
मैग्नीशियम	0.2 ग्राम		
फॉस्फेट	1.7 ग्राम		
सल्फेट	2.0 ग्राम		
(तथा अतिलघु मात्राओं में वसा अम्ल, ऐमीनो अम्ल, वर्णक, म्यूसिन, एंजाइम, हार्मोन, विटामिन आदि)			

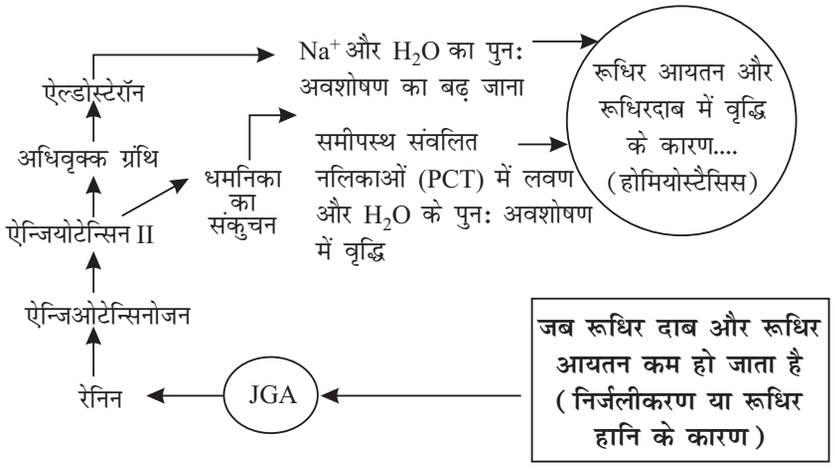
14.3.6 रेनिन-ऐन्जिओटेन्सिन और अलिंद लवण-मूत्रल कारक

रेनिन-एंजियोटेन्सिन पश्चभरण परिपथ का एक भाग है, जो रुधिर-दाब और रुधिर-आयतन का विनयमन करने में सहायता करता है।

आप जानते हैं कि वृक्काणु (नेफ्रॉन) में जो मानव वृक्क की संरचनात्मक और कार्यात्मक इकाई होती है, केशिकागुच्छ नामक केशिकाओं का एक गुच्छा होता है। मॉड्यूल 2, यूनिट 14.3.3 से केशिका गुच्छ की स्थिति का पुनः स्मरण कीजिए। केशिका गुच्छतक को जो धमनिका जाती है उसके समीप एक विशिष्ट ऊतक होता है, जिसे गुच्छासन्न उपकरण (JGA) कहते हैं।



अभिवाही धमनिका में जब रुधिर-दाब अथवा रुधिर-आयतन कम हो जाता है, तब JGA **रेनिन** (समिट) नामक एक एंजाइम का स्राव करता है। रेनिन **ऐंजियोटेन्सिनोजन** नामक प्लाज्मा प्रोटीन को ऐंजियोन्सिटेंसिन II में बदल देता है, जो एक हॉर्मोन की तरह काम करता है, धमनिका को संकुचित कर देता है, जो तब रुधिर-दाब को बढ़ा देती है। ऐंजियोटेन्सिन II वृक्काणु (नेफ्रॉन) की संरचना का पुन:स्मरण कीजिए) के निकटस्थ संवलित नलिकाओं (PTA) को भी उद्दीप्त करता है जो अधिक मात्रा में लवण और जल को अवशोषित कर लेती हैं, ताकि मूत्र द्वारा उत्सर्जन की मात्रा में लवण और जल की मात्रा कम हो जाती है। इसका परिणाम यह होता है कि रुधिर-आयतन और रुधिरदाब दोनों बढ़ जाती हैं। ऐंजियोटेन्सिन ऐल्डोस्टेरॉन नामक हॉर्मोन के मोचन हेतु अधिवृक्क ग्रंथि को भी उद्दीप्ति करता है। **ऐल्डोस्टेरॉन** नेफ्रॉन की दूरस्थ नालिकाओं द्वारा सोडियम और जल को अवशोषित करने में वृद्धि कर देता। इससे भी रुधिर आयतन और रुधिरदाब में वृद्धि हो जाती है।



रूधिर आयतन और रूधिर दाब नियमन के लिए रेनिन ऐंजियोटेन्सिन तंत्र

प्रतिलवणमूत्रल कारक

प्रतिलवणमूत्रल (ऐन्टिनैट्रियूरेटिक) कारक एक सशक्त वाहिका विस्फारक होता है और यह हृदय पेशियों (मायोसाइट या पेशी कोशिकाओं) द्वारा स्रावित एक पॉलीपेप्टाइड हॉर्मोन होता है। इसका स्रवण उच्च रक्तदाब के प्रति एक अनुक्रिया के रूप में हृदय के अलिंदों में होता है तथा यह शरीर में जल, सोडियम, पौटेशियम और वसा के समस्थितिक नियंत्रण से संबंधित होता है।

पाठगत प्रश्न 14.4

1. तिलचट्टे अपने नाइट्रोजनी अपशिष्ट किस रूप में उत्सर्जित करते हैं? तिलचट्टे को इससे क्या लाभ है?

   .....

2. तिलचट्टे की मैलपीगी नलिकाएँ किस अंग में खुलती हैं?

   .....

3. मानव उत्सर्जन-तंत्र के विभिन्न भागों की सूची तैयार कीजिए और उनके कार्य लिखिए।

.....

4. वृक्क की कार्यात्मक इकाई का तथा उसके भागों के नाम लिखिए।

.....

5. परानिस्यंदन के दौरान निस्यंदित होने वाले पदार्थों की सूची बनाइए।

.....

6. वृक्कक (नेफॉन) द्वारा किन-किन पदार्थों का पुन: अवशोषण किया जाता है?

.....

7. नलिकीय-स्रवण का क्या महत्त्व है?

.....

8. किस परिस्थिति में निम्नलिखित पदार्थ मूत्र में मौजूद होते हैं?

(क) ग्लूकोस .....

(ख) यूरिक अम्ल के क्रिस्टल .....

9. प्रतिदिन सामान्य रूप से कितने आयतन मूत्र का उत्सर्जन किया जाता है?

.....

10. यदि गुच्छासन्न उपकरण (JGA) रेनिन नामक एंजाइम का स्राव बंद कर दे तो क्या असर होगा?

.....

11. उस हार्मोन का नाम बताइये जो पॉली-पेप्टाइड प्रकृति की है और हृदपेशी द्वारा स्रावित होती है तथा वाहिका विस्फारक है।

.....

11.4 वृक्क द्वारा परासरण नियमन

शरीर के तरल-पदार्थों की विलेय-सांद्रता के बनाए रखने को **परासरण नियमन** कहते हैं। रुधिर में पुन: अवशोषित जल और लवण की ठीक-ठीक मात्रा का उत्कृष्ट नियंत्रण दूरस्थ संवलित नलिका और संग्राहक वाहिकाओं का एक महत्त्वपूर्ण कार्य होता है। शरीर में जल की आवश्यकता के आधार पर, वृक्क अल्पपरासारी (तनुकृत) अथवा अतिपरासारी (सांद्रित) मूत्र का उत्सर्जन करते हैं। परासरण नियमन का नियंत्रण हॉर्मोनों (ADH और ऐल्डॉस्टेरॉन) द्वारा होता है। इनके स्रवण का नियमन पुनर्भरण-परिपथ द्वारा होता है।

(क) शरीर में जल की मात्रा अधिक होने पर, परासरण दाब कम हो जाती है और ADH (प्रति मूत्रल हार्मोन/ऐंटी डाइयूरेटिक हॉर्मोन) कम मात्रा में निर्मुक्त होता है। अत: DCT और संग्राहक वाहिनियों की भित्तियाँ कम पारगम्य बनी रहती हैं और इसका परिणाम यह होता है कि बड़ी मात्रा में तनु मूत्र (अल्परासारी मूत्र) का उत्सर्जन होता है।

(ख) शरीर में जल की मात्रा कम होने पर, पश्च पीयूष पिट्यूटरी ग्रंथि अधिक ADH का स्राव करती है। नलिकाओं की पारगम्यता बढ़ जाती है। इसका परिणाम यह होता है

टिप्पणी

कि रुधिर में अधिक मात्रा में जल का अवशोषण कर लिया जाता है और कम मात्रा में सांद्रित मूत्र (अतिपरासारी मूत्र) का उत्सर्जन होता है। मूत्रलता (Diuresis) का अर्थ है बढ़ी हुई मात्रा में मूत्र का निकलना, अतः प्रति मूत्रलता का अर्थ हुआ मूत्र की मात्रा का कम हो जाना और यही कारण है कि इस हॉर्मोन को प्रतिमूत्रल हॉर्मोन (एंटि डाइयूरेटिक हॉर्मोन अथवा ADH) नाम दिया गया है।

(ग) मूत्र की सांद्रता हेन्ले-लूप की अवरोही और आरोही भुजाओं के प्रतिधारा-तंत्र (counter current system) से भी होती है। निस्यंद से लगभग 5 प्रतिशत जल का अवशोषण इसी तंत्र में होता है।

(घ) निम्न सोडियम आयन सांद्रता (अथवा निम्न रक्तदाब) के प्रति अनुक्रिया के रूप में ऐड्रीनल वल्कुट से एक अन्य हॉर्मोन, **ऐल्डोस्टेरॉन** निकलता है। यह वृक्क-नलिकाओं की पोटैशियम आयनों के बदले सोडियम आयनों को अवशोषण के लिए उद्दीप्त करना है। परासरण द्वारा जल का अवशोषण कर लिया जाता है। इसके परिणामस्वरूप रुधिर के बढ़े हुए आयतन के कारण सक्तदाब बढ़ जाती है। इसी प्रकार सोडियम की बढ़ी हुई सांद्रता होने पर ऐल्डोस्टेरॉन का निकलना संदमित हो जाता है जिसके फलस्वरूप रुधिर में सोडियम आयन सांद्रता कम हो जाती है।

हार्मोनों के बारे में अधिक जानकारी आप पाठ 16 में पढ़ेंगे।

14.5 रूधिर अपोहन (हीमोडायालिसिस) और वृक्क प्रत्यारोपण

हीमोडायालिसिस (रूधिर अपोहन)

वृक्क पात (kidney failure) से ग्रसित रोगियों में रुधिर में यूरिया का मात्रा असाधारण (यूरीमिया) रूप से बढ़ जाती है। ऐसे रोगियों में रुधिर में से अतिरिक्त यूरिया को निकालने के लिए एक कृत्रिम वृक्क का इस्तेमाल किया जाता है। इस प्रक्रिया को **हीमोडायालिसिस** कहते हैं। यह प्रक्रिया निम्नलिखित चरणों में की जाती है :

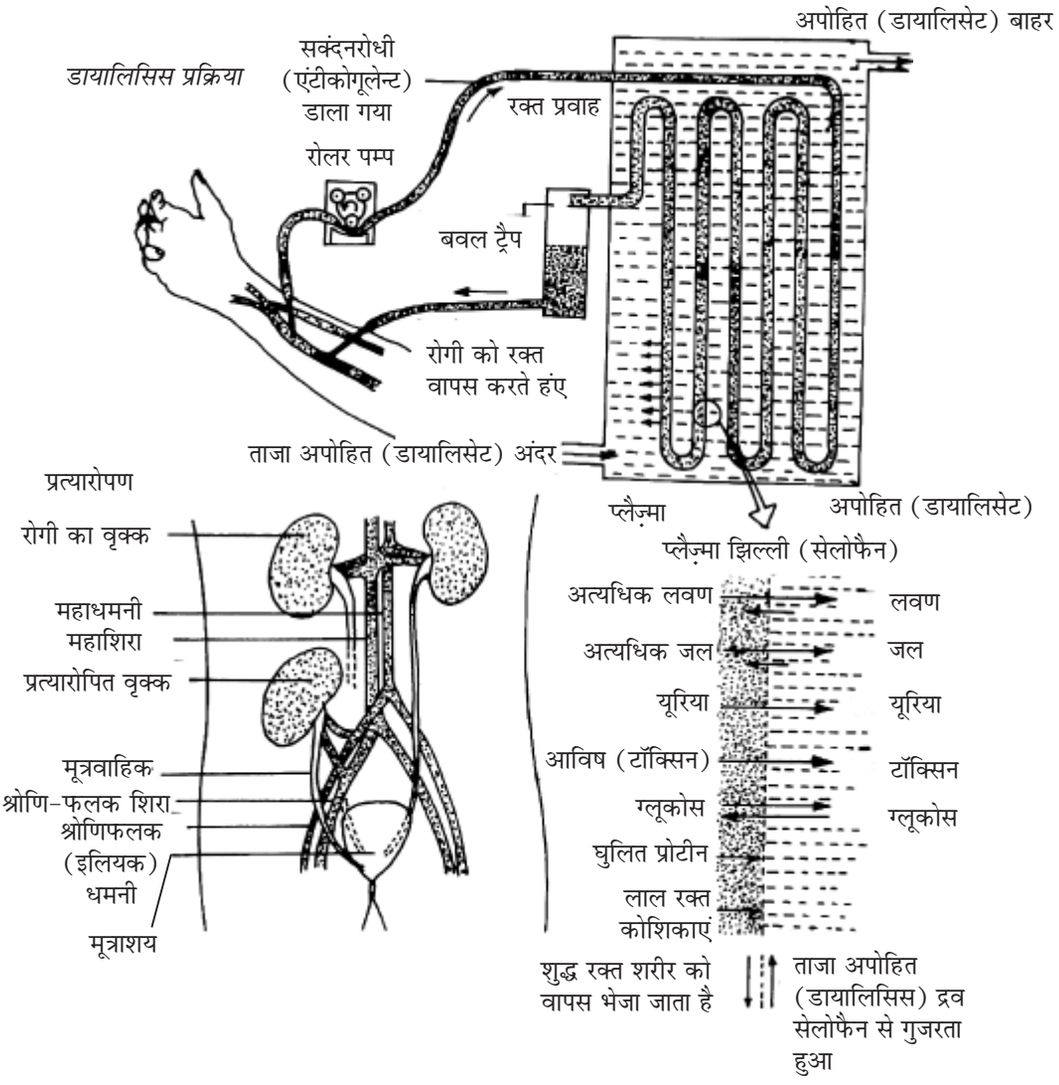
(i) रोगी की धमनी में से रुधिर निकाल लिया जाता है और 0^0C तक ठंडा कर लिया जाता है।

(ii) इस रुधिर को तब कृत्रिम वृक्क की सेलोफैन नलियों में होकर गुजारा जाता है। सेलोफैन सूक्ष्म अणुओं जैसे यूरिया, यूरिक अम्ल और खनिज आयन के लिए पारगम्य होती है। यह प्लैज़्मा प्रोटीनों जैसे महाअणुओं के लिए पारगम्य नहीं होती।

(iii) सेलोफैन-नली के बाहर अपोहन (डायालाइजिंग) तरल होता है, जिसमें रुधिर-प्लैज़्मा में पाए जाने वाले कुछेक विलेय तो विद्यमान होते हैं, लेकिन यूरिया, यूरिक अम्ल जैसे नाइट्रोजनी अणु नहीं होते।

(iv) इसलिए सेलोफैन नलियों के भीतर से नाइट्रोजनी यौगिक विसरण द्वारा अपोहनी तरल में चले जाते हैं।

(v) कृत्रिम वृक्क में से बाहर आने वाले रुधिर को शरीर के तापमान के बराबर गुनगुना बना लिया जाता है और फिर उसे शिरा के जरिए रोगी के शरीर वापस भेज दिया जाता है।



चित्र 14.9 कृत्रिम वृक्क (हीमोडायालिसिस)

वृक्क प्रत्यारोपण (प्रति = के बदले + आरोपण) (Kidney transplantation)

यदि वृक्क-पात का उपचार अन्य उपलब्ध तरीकों से संभव नहीं होता, तब वृक्क-प्रत्यारोपण की सलाह दी जाती है।

- वृक्क किसी जीवित व्यक्ति से अथवा जिसकी हाल ही में मृत्यु हुई हो, प्राप्त किया जा सकता है।
- दाता के आनुवंशिक लक्षण रोगी के लक्षणों के साथ यथासंभव अधिक से अधिक मेल खाते हुए होने चाहिए। यदि दाता रोगी का कोई नजदीकी संबंधी है तो प्रत्यारोपित वृक्क के अस्वीकरण के अवसर कम हो जाते हैं।
- फिर भी रोगी के शरीर द्वारा प्रत्यारोपित वृक्क के अस्वीकार किए जाने को रोकने के लिए औषधियाँ दी जाती है।

टिप्पणी

14.6 उत्सर्जन में यकृत की भूमिका

- यह पित्त-वर्णकों, कोलेस्ट्रॉल, औषधियों और कुछ विटामिनों का उत्सर्जन करता है।
- सभी उपरोक्त पदार्थों को यह पित्त में उत्सर्जित कर देता है, जो छोटी आंतों में आ जाता है और वहाँ से मल के साथ बाहर निकाल दिया जाता है।
- यूरिया और यूरिक अम्ल का उत्पादन (अमोनिया से) भी यकृत में होता है। वृक्क इन्हें शरीर में से बाहर निकाल देते हैं।

पाठगत प्रश्न 14.5

1. उस अंग का नाम लिखिए जहाँ यूरिया बनता है।

   .....

2. रक्त अपोहन (हीमोडायालिसिस) में सेलोफैन क्यों प्रयोग किया जाता है?

   .....

3. अपोहनकारी (डायालाइजिंग) तरल की संघटना क्या होती है?

   .....

4. बताइए कि अपोहन (डायालिसिस) के लिए रुधिर किस प्रकार की रुधिर-वाहिनी से निकाला जाता है धमनी या शिरा?

   .....

5. वृक्क-प्रतिरोपण (प्रत्यारोपण) की सलाह कब की जाती है?

   .....

6. पित्त-वर्णक को शरीर में से बाहर किस प्रकार निकाला जाता है?

   .....

आपने क्या सीखा

- उपापचयी क्रियाओं से अनेक अपशिष्ट उत्पाद बनते हैं जिनका शरीर से निष्कासन आवश्यक होता है।
- केंचुआ में त्वचा सांस लेने वाला अंग का कार्य करती है। यह पतली, नम और रूधिर कोशिकाओं से भरी हुई होती है।
- साँस लेना एक यांत्रिक प्रक्रिया है जिसमें वायु भीतर ली जाती है (अंत:श्वसन) और CO_2 से भरी वायु को बाहर निकाला जाता है (नि:श्वसन)।

- तिलचट्टों में श्वसन के लिए वातिकाएँ होती हैं जिन्हें श्वासनलियाँ कहते हैं। गैस-विनिमय के लिए वायु सीधे ही ऊतकों तक पहुँचती है। गैसों के परिवहन में रुधिर की कोई भूमिका नहीं होती।
- मानव में, वायु श्वसन-पथ में से इस प्रकार गुजरती है:

  नासाद्वार → ग्रसनी → श्वासनली → श्वसनियाँ (श्वसनी) → श्वसनिकाएँ → कूपिकाएँ (फेफड़े)
- कोशिकीय श्वसन रासायनिक प्रक्रिया है (कोशिका के भीतर माइटोकॉण्ड्रिया में होती है) और उसके साथ ऊर्जा निकलती है।
- हीमोग्लोबिन एक लौहयुक्त वर्णक है जो ऑक्सीजन के साथ जल्दी से जुड़ जाती और इसे शरीर के विभिन्न भागों में पहुंचाती है।
- रक्त में कार्बन डाइऑक्साइड का परिवहन तीन कारकों से होता है–(1) प्लैज़्मा में घुलकर, (2) कार्बऐमीनोहीमोग्लोबिन के रूप में, तथा (3) बाइकार्बोनेटों के रूप में।
- वायवीय श्वसन O_2 की उपस्थिति में होता है तथा उसमें 38 ATPs, CO_2 एवं जल का मोचन होता है।
- अवायवीय श्वसन O_2 की अनुपस्थिति में होता है तथा इसमें 2 ATPs, CO_2 और ऐल्कोहॉल (पौधों में) या लैक्टिक अम्ल (प्राणियों में) बनते हैं।
- उत्सर्जन शरीर से नाइट्रोजनी अपशिष्टों को बाहर निकालना है।
- मानव उत्सर्जन तंत्र में एक जोड़ी वृक्कक, एक जोड़ी मूत्र वाहिनियाँ, एक मूत्राशय तथा एक मूत्रमार्ग होता है।
- वृक्कक (नेफ्रॉन) गुर्दों की निस्पंदन इकाइयाँ होते हैं।
- वृक्कक (नेफ्रॉनों) द्वारा मूत्र-निर्माण की क्रिया तीन चरणों में होती है–(1) परानिस्यंदन, (2) पुन:अवशोषण तथा (3) नलिकीय स्रवण।
- मूत्र में जल, यूरिया, अवांछित लवण एवं कुछ औषधियाँ होती हैं।
- उत्सर्गी उत्पाद के आधार पर प्राणियों को तीन श्रेणियों में बाँटा जा सकता है–अमोनियोत्सर्जी, यूरियोत्सर्जी तथा यूरिकोत्सर्जी
- वृक्कों के निष्कासित हो जाने की स्थिति में एक कृत्रिम वृक्क अथवा अपोहन (डायालिसिस) मशीन की आवश्यकता पड़ सकती है।
- तिलचट्टे की मैलपींगी नलिकाएँ शरीर की गुहा में से यूरिक अम्ल निकाल कर आहार-नाल में छोड़ देती है, जहाँ से उसे शरीर के बाहर निकाल दिया जाता है।
- सिगरेट पीना (ध्रुमपान-सही शब्द धूम्पान) स्वास्थ के लिए हानिकारक है। इससे वातस्फीति नामक रोग होता है जिसमें फेफड़े की कूपिकाएं की प्रत्यास्थता (elasticity) समाप्त हो जाती है।
- JGA या वृक्कक के गुच्छासन्न उपकरण रूधिर आयतन एवं रूधिर दाब को पुन: स्थापित करती है जब रेनिन नामक एंजाइम के स्रवण से यह कम हो जाता है।
- हृदय एक हार्मोन का स्रवण करता है जिसे प्रति नाइट्री भूतल कमक कहा जाता है। यह शरीर में होमोइओ स्टैसिस, सोडियम, पोटैशियम और वसा को नियंत्रण करता है।

टिप्पणी

पाठांत प्रश्न

1. मानवों के श्वसन से संबंधित विभिन्न प्रमुख चरणों की सूची बनाइए।
2. केंचुए में ऑक्सीजन का परिवहन किस प्रकार होता है?
3. केंचुए के श्वसन-वर्णक नाम बताइये।
4. हमारे शरीर में कार्बन-डायऑक्साइड के परिवहन में कार्बोनिक ऐन्हाइड्रेस की क्या भूमिका होती है?
5. हमारे श्वसन-तंत्र के किस भाग को वाक्-यंत्र कहते हैं?
6. हमारे मस्तिष्क में श्वसन-केंद्र कहाँ स्थित होते हैं?
7. वृक्क द्वारा किसी एक नाइट्रोजनी अपशिष्ट का नाम बताइए।
8. उस हॉर्मोन का नाम बताइए जिसके गैर मौजूदगी में अल्पपरासारी (hypotonic) मूत्र का उत्सर्जन होता है।
9. अपोहन (डायालिसिस) में सेलोफैन की क्या भूमिका होती है?
10. अंत:श्वसन को सक्रिय प्रावस्था और नि:श्वसन को निष्क्रिय प्रावस्था क्यों कहते हैं?
11. निम्नलिखित में अंतर बताइए :
    (क) साँस लेना और श्वसन
    (ख) अंत:श्वसन और नि:श्वसन
12. कूपिकाओं के उस विशिष्ट लक्षणों की सूची बनाइए जिनके कारण गैसीय विनिमय आसानी से हो जाता है।
13. जैवधारिता, ज्वारीय आयतन और अवशेषी आयतन किसे कहते हैं।
14. निम्नलिखित के कारण बताइए :
    (क) कूपिका सतह पर गैसों का विनिमय नि:श्वसन के दौरान भी अविच्छिन्न रूप से होता रहता है।
    (ख) वायु दाब के कम जाने पर भी श्वासनली और स्वसनी पिचकती नहीं है।
15. मानव के उत्सर्जन-तंत्र का आरेख बनाइए और उसके विभिन्न भागों को चिह्नित कीजिए।
16. वृक्काक (नेफॉन) की संरचना का आरेख बनाइए और उसके विभिन्न भागों को चिह्नित कीजिए।
17. न्यूमोनिया और क्षयरोग (TB) के कारण और उसके रोग लक्षण लिखिए।
18. उत्सर्जन में यकृत की क्या भूमिका होती है?
19. बताइए कि तिलचट्टे में नाइट्रोजनी अपशिष्ट किस प्रकार शरीर से बाहर निकाले जाते हैं।
20. वृक्ककों (नेफॉनों) में परानिस्यंदन और पुन:अवशोषण किस प्रकार होता है?
21. बताइए कि फेफड़ों में गैसीय विनिमय किस प्रकार होता है।
22. बताइए कि ऑक्सीजन फेफड़ों से ऊतकों तक और कार्बन डाइऑक्साइड ऊतकों से फेफड़ों तक किस प्रकार पहुँचती है?

23. बताइए कि वृक्क किस प्रकार का (क) जल-संतुलन और (ख) लवण-संतुलन बनाए रखते हैं?
24. मानव श्वसन तंत्र के भागों की उनके सही-सही क्रमों में सूची बनाइए और उनके प्रकार्य भी बताइए।
25. मानव फेफड़ों की वे तीन विशेषताएँ बताइए जिनके कारण वे उपयुक्त श्वसन-सतह होती है।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

14.1 1. ग्लूकोज का चरणबद्ध ऑक्सीकरण जिसमें ऊर्जा निर्मुक्त होती है।
2. O_2, CO_2
3. त्वचा द्वारा श्वसन, मेंढक
4. लाल, हीमोग्लोबिन
5. सीधे ही लघुवातिकाओं के जरिए
6. कीट
7. श्वास रंध्रों के जरिए
8. नासाद्वार → ग्रसनी → श्वसनी (नियाँ) → श्वसनिका(एं) → फेफड़े
9. नासा गुहा
10. भोजन को श्वासनली अथवा भोजन-नली में जाने से रोकना।

14.2 1. वायु को भीतर लेने और बाहर निकालने की विधि
2. शिथिल और गुम्बदाकार
3. 500 mL
4. 4 अणु
5. फुफ्फुस शिरा
6. (क) कार्बन डाइऑक्साइड के रूप में प्लैज़्मा में घुली हुई 5%
(ख) श्वेताणुओं में कार्बोक्सी कार्बोमिनों हीमोग्लोबिन के रूप में 20%
(ग) श्वेताणु अथवा प्लैज़्मा में बाइकार्बोनेट के रूप में 75%
7. बैसीलस काल्मेटी ग्यूरिन (BCG)
8. सिलोकोसिस अथवा ऐस्वेस्टोसिस
9. श्वसनीशोथ (ब्रोन्काइटिस) श्वसनिकाओं का एक संक्रमण है और प्रतिजीविकों (एंटीबायोटिक्स) से उसका उपचार हो सकता है, जबकि ब्रोंकियल अस्थमा (दमा) एक एलर्जी है।

14.3 1. (क) यकृत, (ख) वृक्क
2. अमोनिया; अमीबा और अलवण जलीय मछलियाँ

टिप्पणी

14.4 1. यूरिक अम्ल; यह जल की हानि को रोकने के लिए होता है क्योंकि इन प्राणियों को जल की बचत करने की आवश्यकता होती है।

2. मैलपीगी नलिकाएँ मध्य आंत्र और पश्चआंत्र के संगम स्थल पर खुलती है।

3. **वृक्क** : नाइट्रोजनी अपशिष्टों, अतिरिक्त जल और लवण का निस्पंदन करते हैं।
   मूत्रवाहिकाएँ : मूत्र को मूत्राशय तक ले जाती है।
   मूत्राशय : मूत्र को अस्थायी रूप से संचित करता है।
   मूत्रमार्ग : मूत्र को शरीर के बाहर निकालता है।

4. वृक्कक (नेफॉन) : वृक्क कार्पसल, (जिसमें बोमेन संपुट कोशिका गुच्छ होते हैं), PCT, हेन्ले लूप, DCT, संग्राहक वाहिकाएँ।

5. जल ऐमीनो अम्ल, ग्लूकोस, यूरिया, यूरिक अम्ल, खनिज लवण, विटामिन आदि।

6. जल, ग्लूकोस, कुछेक लवण, ऐमीनो अम्ल और थोड़ी सी मात्रा में यूरिया और यूरिक अम्ल।

7. कुछेक खनिजों को, जैसे कि अमोनिया और पोटैशियम को सीधे ही बाहर निकाला जा सकता है।

8. (क) मधुमेह, (ख) गठिया (गाउट)

9. 1200 से लेकर 1800 mL तक

10. रक्तदाब असामान्य रूप से कम रहेगा

11. प्रतिनाइट्रीभूत्तल कारक

14.5 1. यकृत

2. सेलोफैन प्लैज़्मा-प्रोटीनों और रुधिर कणिकाओं जैसे महाअणुओं के लिए पारगम्य नहीं होता।

3. इसमें कुछ खनिज और विलेय (जो प्लैज़्मा में पाए जाते हैं) पाए जाते हैं, लेकिन यूरिया और यूरिक अम्ल नहीं होते।

4. धमनी

5. जब वृक्कपात (kidney failure) का उपचार नहीं हो पाता।

6. पित्त-वर्णकों को पित्त के साथ पाचन-मार्ग से बाहर निकाल दिया जाता है।