

सामान्य अध्ययन

प्रश्न पत्र - 3

टॉपिक - 1.2

जीव विज्ञान

Booklet-4

श्वसन तंत्र, रुधिर एवं परिसंचरण तंत्र

पाठ्यक्रम

जीव, जीवों के प्रकार, ऊतक, जीवन की इकाई,
कोशिका, जैविक क्रियाएँ, चयापचय,
नियंत्रण और सामंजस्य, प्रजनन,
आनुवांशिकी एवं जैव विकास।

श्वसन तंत्र

सजीव पोषक तत्वों जैसे- ग्लूकोज को तोड़ने के लिए ऑक्सीजन (O_2) का परोक्ष रूप से उपयोग करते हैं, जिससे विभिन्न क्रियाओं को संपादित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा प्राप्त होती है उपरोक्त अपचयी क्रियायों में कार्बनडाइऑक्साइड (CO_2) भी मुक्त होती है जो हानिकारक है। इसलिए यह आवश्यक है कि कोशिकाओं को लगातार O_2 उपलब्ध कराई जाए और CO_2 को बाहर मुक्त किया जाए। वायुमंडलीय O_2 और कोशिकाओं में उत्पन्न CO_2 के आदान-प्रदान (विनियम) की इस प्रक्रिया को श्वासन (Breathing) समान्यतया श्वसन (Respiration) कहते हैं।

मानव श्वसन तंत्र

श्वसन अंग: निम्न हैं :-

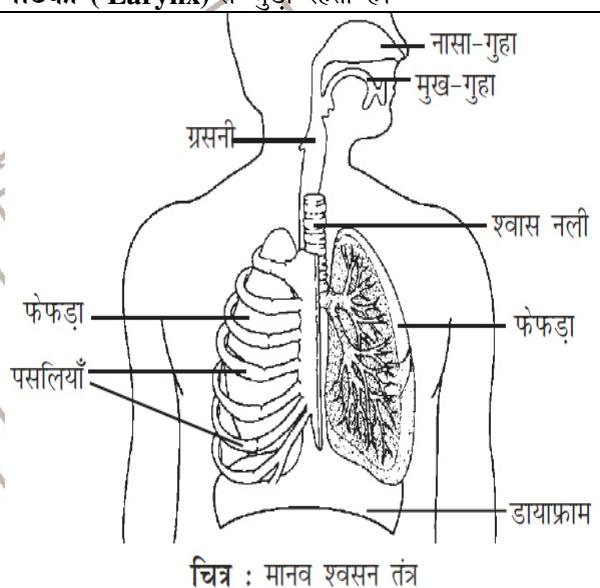
- (i) **नासिका (Nasal Passage):-** नासिका का मुख्य कार्य सूँधने के साथ-साथ श्वसन नाल के द्वार का कार्य करती है।
- (ii) **ग्रसनी (Pharynx):-** यह Nasal Cavity के पीछे होता है। जो ध्वनि पेटिका (Larynx) से जुड़ा रहता है।

(iii) **ध्वनि पेटिका (लैरिंक्स Larynx):-** श्वसन मार्ग का वह भाग जो ग्रसनी को ट्रैकिया से जोड़ता है। उसे Larynx या श्वरयंत्र भी कहते हैं। इसका मुख्य कार्य ध्वनि उत्पादन है। इसके अलावा श्वास लेने में, खाँसने, निगलने, श्वसन मार्ग की सुरक्षा करने में सहायक है। Larynx के प्रवेश द्वार पर एक पतला, पत्ती के समान कपाट होता है, जिसे इपिग्लोटिस (कंठच्छद Epiglottis) कहते हैं। जिससे आहार ग्रसनी से कंठ में प्रवेश न कर सके।

(iv) **श्वासनली (Tracheae):-** यह 12cm लम्बी नली है। श्वासनली के दोनों प्रमुख शाखाओं को “प्राथमिक ब्रॉन्कियोल” कहते हैं। प्रत्येक श्वसनी कई बार विभाजित होते हुए द्वितीयक एवं तृतीयक स्तर की श्वसनी, श्वसनिका और बहुत पतली अंतस्थ श्वसनिकाओं में समाप्त होती हैं। श्वासनली, प्राथमिक, द्वितीयक एवं तृतीयक श्वसनी तथा प्रारंभिक श्वसनिकाएं अपूर्ण उपरिस्थित वलयों से आलंबित होती हैं। प्रत्येक अंतस्थ श्वसनिका बहुत सारी पतली अनियमित भित्ति युक्त वाहिकायित थैली जैसी संरचना कूपिकाओं में खुलती है, जिसे वायु कूपिका कहते हैं।

(v) **फेफड़े (Lungs):-** एक जोड़ी फेफड़े वक्ष-गुहा में स्थित होते हैं जो शारीरतः एक वायुरोधी कक्ष है। वक्ष-गुहा कक्ष पृष्ठ भाग में कशरूक दंड, अधर भाग में उरोस्थि, पाश्व में पसलियाँ और नीचे से गुंबदाकर डायाफ्राम (Diaphragm) द्वारा बनता है। फेफड़े का रंग लाल होता है और इनकी रचना स्पंज के समान थैले जैसी होती है। वक्ष में फेफड़ों की शारीरिक व्यवस्था ऐसी होती है कि वक्ष गुहा के आयतन में कोई भी परिवर्तन फेफड़े (फुफ्फुसी) की गुहा में प्रतिबिंबित हो जाएगा। श्वसन के लिए ऐसी व्यवस्था आवश्यक है, क्योंकि हम लोग सीधे फेफड़ों का आयतन नहीं बदल सकते।

सामान्य मनुष्य में सीधे (दांये) फेफड़े का द्रव्यमान लगभग 620g व बाएँ फेफड़े का द्रव्यमान 570g होता है। प्रत्येक फेफड़े में लगभग 300 करोड़ एल्वियोलाई (Alveoli Sac) होते हैं, जिनकी सतह का क्षेत्रफल-90 वर्गमीटर होता है। दायाँ फेफड़ा बड़ा व चौड़ा होता है। प्रत्येक फेफड़े एक झिल्ली द्वारा घिरा रहता है। जिसे फुफ्फुसावरण (प्लूरल मेम्ब्रेन Pleural Membrane) कहते हैं। जिसके मध्य में द्रव भरा रहता है। यह झिल्ली फेफड़ों की रक्षा करती है। फुफ्फुसावरण फेफड़े की सतह पर घर्षण कम करता है। बाह्य नासारंध्र से अंतस्थ श्वसनिकाओं तक का चालन भाग वायुमंडलीय वायु को कूपिकाओं तक संचारित करता है, इसे बाहरी कणों से मुक्त करता है, आर्द्र करता है तथा वायु को शरीर के तापक्रम तक लाता है। प्रत्येक मिनट में लगभग 4½-5 लीटर तक रक्त फेफड़ों से होकर गुजरता है।



चित्र : मानव श्वसन तंत्र

श्वासन की क्रियाविधि

श्वसन में निम्नलिखित क्रिया सम्मिलित हैं:

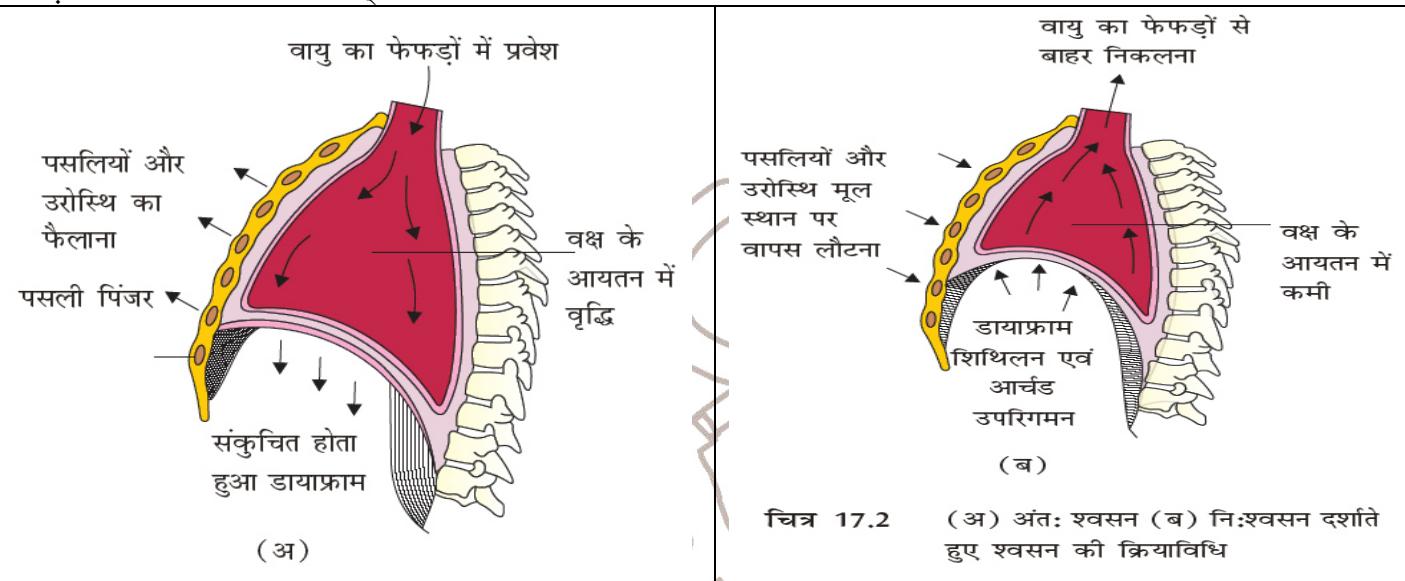
- (i) श्वसन जिससे वायुमंडलीय वायु अंदर खींची जाती है और CO_2 से भरपूर कूपिका की वायु को बाहर मुक्त किया जाता है।
- (ii) कूपिका झिल्ली के आर-पार गैसों (O_2 और CO_2) का विसरण।
- (iii) रुधिर द्वारा गैसों का परिवहन (अभिगमन)
- (iv) रुधिर और ऊतकों के बीच O_2 और CO_2 का विसरण।
- (v) अपचयी क्रियायों के लिए कोशिकाओं द्वारा O_2 का उपयोग और उसके फलस्वरूप CO_2 का उत्पन्न होना

श्वासन में दो चरण सम्मिलित हैं: अंतःश्वसन (श्वासन) जिसके द्वारा वायुमंडलीय वायु को अंदर खींचा जाता है और निःश्वसन जिसके द्वारा फुफ्फुसी वायु को बाहर मुक्त किया जाता है। वायु को फेफड़ों के अंदर ले जाने के लिए फेफड़ों एवं वायुमंडल के बीच दाब प्रवणता निर्मित की जाती है।

अंतःश्वसन तभी हो सकता है जब वायुमंडलीय दाब से फेफड़ों की वायु का दाब (आंतर फुफ्फुसी दाब) कम हो अर्थात् फेफड़ों का दाब वायुमंडलीय दाब के सापेक्ष कम होता है। इस तरह निःश्वसन तब होता है, जब आंतर फुफ्फुसी दाब वायुमंडलीय दाब से अधिक

होता है। डायाफ्राम और एक विशिष्ट पेशी समूह (पसलियों के बीच स्थित बाह्य एवं अंतः अंतरापर्शुक /इंटरकोस्टल) इस तरह की प्रवणताएं उत्पन्न करते हैं।

अंतःश्वसन डायाफ्राम के संकुचन से प्रारंभ होता है जो अग्र पश्च अक्ष (Antero posterior axis) में वक्ष गुहा का आयतन बढ़ा देता है। बाह्य अंतरापर्शुक पेशियों का संकुचन पसलियों और उरोस्थि को ऊपर उठा देता है, जिससे पृष्ठधार अक्ष (Dorsal ventral axis) में वक्ष-गुहा कक्ष का आयतन बढ़ जाता है। वक्ष गुहा के आयतन में किसी प्रकार से भी हुई वृद्धि के कारण फुफ्फुस के आयतन में भी समान वृद्धि होती है। यह समान तरह की वृद्धि फुफ्फुसी दाब को वायुमंडलीय दाब से कम कर देती है, जिससे बाहर की वायु बलपूर्वक फेफड़ों के अंदर आ जाती है अर्थात् अंतःश्वसन की क्रिया होती है।



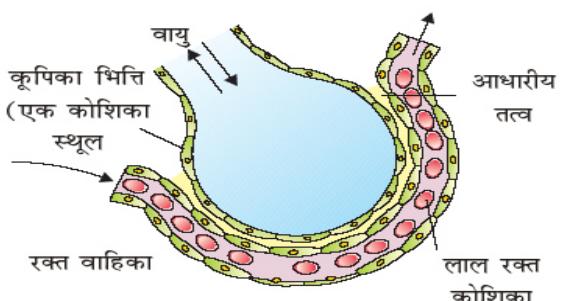
चित्र 17.2

(अ) अंतःश्वसन (ब) निःश्वसन दर्शाते हुए श्वसन की क्रियाविधि

डायाफ्राम और अंतरापर्शुक पेशियों का शिथिलन (relaxation) डायाफ्राम और उरोस्थि को उनके सामान्य स्थान पर वापस कर देता है और वृक्षीय आयतन को बढ़ाता है जिससे फुफ्फुसी आयतन भी घट जाता है। इसके परिणामस्वरूप अंतर फुफ्फुसी दाब वायुमंडलीय दाब से थोड़ा अधिक हो जाता है, जिससे फेफड़ों की हवा बाहर निकल जाती है अर्थात् निःश्वसन हो जाता है। हम अपनी अतिरिक्त उदरीय पेशियों की सहायता से अंतःश्वसन और निःश्वसन की क्षमता को बढ़ा सकते हैं। औसतन एक स्वस्थ मनुष्य प्रति मिनट 12-16 बार श्वसन करता है। श्वसन गतिविधि यों में सम्मिलित वायु के आयतन का आकलन स्पाइरोमीटर की सहायता से किया जा सकता है जो फुफ्फुसी कार्यकलापों का नैदानिक मूल्यांकन करने में सहायता होता है।

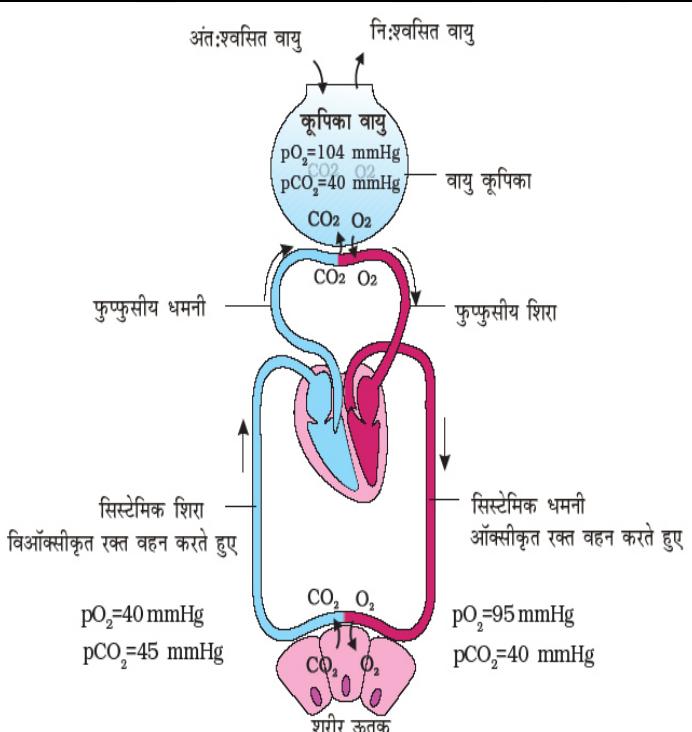
गैसों का विनिमय

कूपिकाएं गैसों के विनिमय के लिए प्राथमिक स्थल होती हैं। गैसों का विनिमय रक्त और ऊतकों के बीच भी होता है। इन स्थलों पर O_2 और CO_2 का विनिमय दाब अथवा सांदर्भ प्रवणता के आधार पर सरल विसरण द्वारा होता है। गैसों की घुलनशीलता के साथ-साथ विसरण में सम्मिलित ज़िल्लियों की मोटाई भी विसरण की दर को प्रभावित करने वाले कुछ महत्वपूर्ण घटक हैं।



चित्र 17.4 एक फुफ्फुसीय वाहिका की एक वायुकूपिका का अनुप्रस्थ काट

गैसों के मिश्रण में किसी विशेष गैस की दाब में भागीदारी को आंशिक दाब कहते हैं और उसे ऑक्सीजन तथा कार्बनडाइऑक्साइड के लिए क्रमशः pO_2 तथा pCO_2 द्वारा दर्शाते हैं। इसी प्रकार CO_2 के लिए विपरीत दिशा में प्रवणता



चित्र 17.3 वायु कूपिका एवं शरीर ऊतकों के बीच गैसों का विनिमय जो ऑक्सीजन तथा कार्बन-डाइऑक्साइड का रक्त के साथ वहन का आरेखीय चित्र

दर्शाई गई है, अर्थात् ऊतकों से रक्त और रक्त से कूपिकाओं की तरफ। चौंक CO₂ की घुनलशीलता O₂ की घुनलशीलता से 20-25 गुना अधिक होती है, अंतःविसरण झिल्लिका में से प्रति इकाई आंशिक दाब के अंतर की विसरित होने वाली CO₂ मात्रा O₂ की तुलना में बहुत अधिक होती है। विसरण झिल्लिका मुख्य रूप से तीन स्तरों की बनी होती है, यथा कूपिका की पतली शल्की उपकला (शल्की एपिथिलियम), कूपिकाओं की कोशिकाओं की अंतःकला और उनके बीच स्थित आधारी तत्व। फिर भी, इनकी कुल मोटाई एक मिलीमीटर से बहुत कम होती है। इसलिए हमारे शरीर में सभी कारक O₂ के कूपिकाओं से ऊतकों और CO₂ के ऊतकों से कूपिकाओं में विसरण के लिए अनुकूल होते हैं।

गैसों का परिवहन (Transport of Gases)

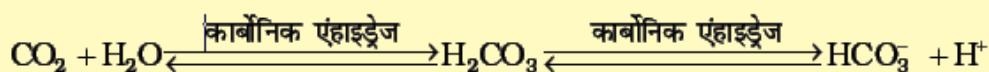
O₂ और CO₂ के परिवहन का माध्यम रक्त होता है। लगभग 97 प्रतिशत O₂ का परिवहन रक्त में लाल रक्त कणिकाओं द्वारा होता है। शेष 3 प्रतिशत O₂ का प्लाज्मा द्वारा घुल्य अवस्था में होता है। लगभग 20-25 प्रतिशत CO₂ का परिवहन लाल रक्त कणिकाओं द्वारा है, जबकि 70 प्रतिशत का बाईकार्बोनेट के रूप में अभिगमित होती है। लगभग 7 प्रतिशत CO₂ प्लाज्मा द्वारा घुल्य अवस्था होता है।

ऑक्सीजन का परिवहन (Transport of Oxygen)

हीमोग्लोबिन लाल रक्त कणिकाओं में स्थित एक लाल रंग का लौहयुक्त वर्णक है। हीमोग्लोबिन के साथ उत्क्रमणीय (Rerversible) ढंग से बंधकर ऑक्सीजन ऑक्सी-हीमोग्लोबिन का गठन कर सकता है। प्रत्येक हीमोग्लोबिन अणु अधिकतम चार O₂ अणुओं के बहन कर सकते हैं। हीमोग्लोबिन के साथ ऑक्सीजन का बंधन प्राथमिक तौर पर O₂ के आंशिक दाब से संबंधित है। CO₂ का आंशिक दाब हाइड्रोजन आयन सांद्रता और तापक्रम कुछ अन्य कारक हैं जो इस बंधन को बाधित कर सकते हैं। कूपिकाओं में जहाँ उच्च pO₂, निम्न pCO₂, कम H₊ सांद्रता और निम्न तापक्रम होता है, वहाँ ऑक्सीहीमोग्लोबिन बनाने के लिए ये सभी घटक अनुकूल साबित होते हैं जबकि ऊतकों में निम्न pO₂, उच्च pCO₂, उच्च H₊ सांद्रता और उच्च तापक्रम की स्थितियाँ ऑक्सीहीमोग्लोबिन से ऑक्सीजन के वियोजन के लिए अनुकूल होती हैं। इससे स्पष्ट है कि O₂ हीमोग्लोबिन से फेफड़ों की सतह पर बँधता है और ऊतकों में वियोजित हो जाती है। प्रत्येक 100 मिली. ऑक्सीजनित रक्त सामान्य शरीर क्रियात्मक स्थितियों में ऊतकों को लगभग 5 मिली. O₂ प्रदान करता है।

कार्बनडाइऑक्साइड का परिवहन

कार्बनडाइऑक्साइड (CO₂) हीमोग्लोबिन द्वारा कार्बमीनो-हीमोग्लोबिन (लगभग 20-25 प्रतिशत) के रूप में बहन की जाती है। यह बंधनीयता (बंधन) CO₂ के आंशिक दाब से संबंधित होती है। pO₂ इस बंधन को प्रभावित करने वाला एक मुख्य कारक है ऊतकों में उच्च pCO₂ और निम्न pO₂ की अवस्था होने से हीमोग्लोबिन से CO₂ का बंधन होता है; जबकि कूपिका में, जहाँ pCO₂ निम्न और pO₂ उच्च होता है, कार्बमीनो-हीमोग्लोबिन से CO₂ का वियोजन होने लगता है अर्थात् ऊतकों में हीमोग्लोबिन से बंधित CO₂ कूपिका में मुक्त हो जाती है। एंजाइम कार्बोनिक एन्हाइड्रेज की सांद्रता लाल रक्त कणिकाओं में उच्च और प्लाज्मा में अल्प होती है। इस एंजाइम से निम्नलिखित प्रतिक्रिया दोनों दिशाओं में सुगम होती है।



ऊतकों में अपचय के कारण pCO₂ अधिक होने से CO₂ रक्त (RBCs और प्लाज्मा) में विसरित होती है और HCO₃⁻ और H⁺ बनाती है। कूपिका में pCO₂ कम होने से प्रतिक्रिया की दिशा विपरीत हो जाती है जिससे CO₂ और H₂O बनते हैं। इस तरह बाईकार्बोनेट के रूप में ऊतक स्तर पर ग्रहित (Trapped) और कूपिका तक परिवहित कार्बनडाइऑक्साइड बाहर की तरफ पुनः CO₂ के रूप में मुक्त हो जाती है। प्रति 100 मिलीलीटर विऑक्सीजनित रक्त द्वारा कूपिका में लगभग CO₂ की 4 मिली. मात्रा मुक्त होती है।

श्वसन का नियमन (Regulation of Respiration)

मानव में अपने शरीर के ऊतकों की माँग के अनुरूप श्वसन की लय को संतुलित और स्थिर बनाए रखने की एक महत्वपूर्ण क्षमता है। यह नियमन तंत्रिका तंत्र द्वारा संपन्न होता है। मस्तिष्क के मेड्यूला क्षेत्र में एक विशिष्ट श्वसन लयकेंद्र विद्यमान होता है, जो मुख्य रूप से श्वसन के नियमन के लिए उत्तरदायी होता है। मस्तिष्क के पोंस क्षेत्र में एक अन्य केंद्र स्थित होता है जिसे श्वासप्रभावी (श्वास अनुचन) (Pneumotaxic) केंद्र कहते हैं जो श्वसन लयकेंद्र के कार्यों को संयंत (सुधार) कर सकता है। इस केंद्र के तंत्रिका संकेत अंतःश्वसन की अवधि को कम कर सकते हैं और इस प्रकार श्वसन दर (Respiratory rate) को परिवर्तित कर सकते हैं। लयकेंद्र के पास एक रसासंवेदी (Chemosensitive) केंद्र लयकेंद्र के लिए अति संवेदी होता है, जो CO₂ और हाइड्रोजन आयनों के लिए अति संवेदी होता है। इन पदार्थों की वृद्धि से यह केंद्र सक्रिय होकर श्वसन प्रक्रिया में आवश्यक समायोजन करता है, जिससे ये पदार्थ निष्कासित किए जा सकें। महाधमनी चाप (Aortic arch) और ग्रीवा धमनी (Carotid artery) से जुड़ी संवेदी संरचनाएं भी CO₂ और H⁺ सांद्रता के परिवर्तन को पहचान सकते हैं तथा उपचारात्मक कार्यवाही हेतु लयकेंद्र को आवश्यक संकेत दे सकते हैं। श्वसन लय के नियमन में ऑक्सीजन की भूमिका बहुत ही महत्वहीन है।

रुधिर तथा परिसंचरण तंत्र

हम जानते हैं कि जीवित कोशिकाओं को ऑक्सीजन पोषण अन्य आवश्यक पदार्थ उपलब्ध होने चाहिए। ऊतकों के सुचारू कार्य हेतु अपशिष्ट या हानिकारक पदार्थ जैसे कार्बनडाइऑक्साइड (CO_2) का लगातार निष्कासन आवश्यक है। अतः इन पदार्थों के कोशिकाओं तक से चलन हेतु एक प्रभावी क्रियाविधि का होना आवश्यक था। विभिन्न प्राणियों में इस हेतु अभिगमन के विभिन्न तरीके विकसित हुए हैं। सरल प्राणी जैसे स्पंज व सिलेंट्रेट बाहर से अपने शरीर में पानी का संचरण शारीरिक गुहाओं में करते हैं, जिससे कोशिकाओं के द्वारा इन पदार्थों का आदान-प्रदान सरलता से हो सके। जटिल प्राणी इन पदार्थों के परिवहन के लिए विशेष तरल का उपयोग करते हैं। मनुष्य सहित उच्च प्राणियों में रुधिर इस उद्देश्य में काम आने वाला सर्वाधिक सामान्य तरल है। एक अन्य शरीर द्रव लसीका भी कुछ विशिष्ट तत्वों के परिवहन में सहायता करता है।

रुधिर (Blood)

रुधिर द्रव संयोजी ऊतक है, जो परिसंचरण तंत्र का मुख्य घटक है तथा इसी के माध्यम से पूरे शरीर में भ्रमण करता है। रुधिर का मैट्रिक्स हल्के पीले रंग का एक द्रव होता है, जिसे प्लाज्मा (Plasma) कहते हैं। प्लाज्मा में ही इसकी कणिकायें तैरती रहती हैं। रुधिर की उत्पत्ति भ्रूण की मीसोडर्म से होती है। रुधिर की संरचना में मुख्य दो भाग होते हैं-

- (i) प्लाज्मा, (ii) रुधिर कणिकायें

1. प्लाज्मा (Plasma)

प्लाज्मा एक हल्के पीले रंग का गाढ़ा तरल पदार्थ है, जो रक्त के आयतन का लगभग 55 प्रतिशत होता है। प्लाज्मा में 90-92 प्रतिशत जल तथा 6-8 प्रतिशत प्रोटीन पदार्थ होते हैं। फाइब्रिनोजन, ग्लोबुलिन तथा एल्बूमिन प्लाज्मा में उपस्थित मुख्य प्रोटीन हैं। फाइब्रिनोजेन की आवश्यकता रक्त थक्का बनाने या स्कंदन में होती है। ग्लोबुलिन का उपयोग शरीर के प्रतिरक्षा तंत्र तथा एल्बूमिन का उपयोग परासरणी संतुलन के लिए होता है। प्लाज्मा में अनेक खनिज आयन जैसे Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , HCO_3^- , Cl^- इत्यादि भी पाए जाते हैं। शरीर में संक्रमण की अवस्था में होने के कारण ग्लूकोज, अमीनो अम्ल तथा लिपिड भी प्लाज्मा में पाए जाते हैं। रुधिर का थक्का बनाने अथवा स्कंदन के अनेक कारक प्लाज्मा के साथ निष्क्रिय दशा में रहते हैं। बिना थक्का/स्कंदन कारकों के प्लाज्मा को सीरम कहते हैं।

2. रुधिर कणिकायें (BLOOD CORPUSCLES)

लाल रुधिर कणिका (इरिथ्रोसाइट), श्वेताणु (ल्युकोसाइट) तथा पट्टिकाणु (प्लेटलेट्स) को संयुक्त रूप से रुधिर कणिकाएं कहते हैं और ये रक्त के लगभग 45 प्रतिशत भाग बनाते हैं।

लाल रुधिर कणिकाएं या इरिथ्रोसाइट (Red Blood Corpuscles (RBCs)) अन्य सभी कोशिकाओं से संख्या में अधिक होती हैं। एक स्वस्थ मनुष्य में ये कणिकाएं लगभग 50 से 50 लाख प्रतिघन मिमी। रक्त (5 से 5.5 मिलियन प्रतिघन मिमी.) होती है। बयस्क अवस्था में लाल रुधिर कणिकाएं लाल अस्थि मज्जा में बनती हैं। अधिकतर स्तनधारियों की लाल रुधिर कणिकाओं में केंद्रक नहीं मिलते हैं तथा इनकी आकृति उभयावतल (बाईकानकेव) होती है। इनका लाल रंग एक लौहयुक्त जटिल प्रोटीन हीमोग्लोबिन की उपस्थिति के कारण है। एक स्वस्थ मनुष्य में प्रति 100 मिली। रक्त में लगभग 12 से 16 ग्राम हीमोग्लोबिन पाया जाता है। इन पदार्थों की श्वेताणु गैसों के परिवहन में महत्वपूर्ण भूमिका है। लाल रक्त कणिकाओं की औसत आयु 120 दिन होती है। तत्पश्चात इनका विनाश प्लीहा (लाल रक्त कणिकाओं की कब्रिस्तान) में होता है।

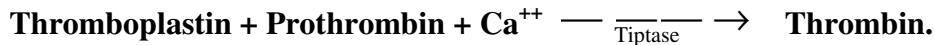
रुधिर कणिकाएं या ल्युकोसाइट (White Blood Corpuscles (WBCs)) को हीमोग्लोबिन के अभाव के कारण तथा रांगहीन होने से श्वेत रुधिर कणिकाएं कहते हैं। इसमें केंद्रक पाए जाते हैं तथा इनकी संख्या लाल रक्त कणिकाओं की अपेक्षा कम, औसतन 6000-8000 प्रति घन मिमी। रक्त होती है। सामान्यतः ये कम समय तक जीवित रहती हैं। इनको दो मुख्य श्रेणियों में बाँटा गया है- कणिकाणु (ग्रेन्यूलोसाइट) तथा अकण कोशिका (एपीन्यूलोसाइट)। न्यूट्रोफिल, इओसिनोफिल व बेसोफिल कणिकाणुओं के प्रकार हैं, जबकि लिंफोसाइट तथा मोनोसाइट अकणकोशिका के प्रकार हैं। श्वेत रुधिर कोशिकाओं में न्यूट्रोफिल संख्या में सबसे अधिक (लगभग 60-65 प्रतिशत) तथा बेसोफिल संख्या में सबसे कम (लगभग 0.5-1 प्रतिशत) होते हैं। न्यूट्रोफिल तथा मोनोसाइट (6-8 प्रतिशत) भक्षण कोशिका होती है जो अंदर प्रवेश करने वाले बाह्य जीवों को समाप्त करती है। बेसोफिल, हिस्टामिन, सिरोटोनिन, हिपैरिन आदि का स्राव करती है तथा शोथकारी क्रियाओं में सम्मिलित होती है। इओसिनोफिल (2-3 प्रतिशत) संक्रमण से बचाव करती है तथा एलर्जी प्रतिक्रिया में सम्मिलित रहती है। लिंफोसाइट (20-25 प्रतिशत) मुख्यतः दो प्रकार की हैं - बी तथा टी। बी और टी दोनों प्रकार की लिंफोसाइट शरीर की प्रतिरक्षा के लिए उत्तरदायी हैं।

पट्टिकाणु (प्लेटलेट्स) को थ्रोम्बोसाइट भी कहते हैं, ये मैगाकेरियो साइट (अस्थि मज्जा की विशेष कोशिका) के टुकड़ों में विखंडन से बनती हैं। रक्त में इनकी संख्या 1.5 से 3.5 लाख प्रति घन मिमी होती हैं। प्लेटलेट्स कई प्रकार के पदार्थ स्रवित करती हैं जिनमें अधिकांश रुधिर का थक्का जमाने (स्कंदन) में सहायक हैं। प्लेटलेट्स की संख्या में कमी के कारण स्कंदन (जमाव) में विकृति हो जाती है तथा शरीर से अधिक रक्त स्राव हो जाता है।

रक्त-स्कंदन (रक्त का जमाव - Blood Clotting)

किसी चोट या घात की प्रतिक्रिया स्वरूप रक्त स्कंदन होता है। यह क्रिया शरीर से बाहर अत्यधिक रक्त को बहने से रोकती है। क्या आप जानते हैं ऐसा क्या होता है? आपने किसी चोट घात या घाव पर कुछ समय बाद गहरे लाल व भूरे रंग का झाग सा अवश्य देखा होगा। यह रक्त का स्कंदन या थक्का है, जो मुख्यतः फाइब्रिन धागे के जाल से बनता है। इस जाल में मरे तथा क्षतिग्रस्त संगठित पदार्थ भी उलझे हुए होते हैं। **अतः** जब किसी चोट या घात की प्रतिक्रिया स्वरूप रुधिर बाहर निकलता है, तब यह जैली के रूप में कुछ ही मिनटों में जम जाता है, इसे “स्कंदन” कहते हैं। यह 3 चरणों में होता है-

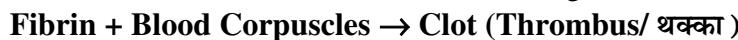
- सर्वप्रथम थ्रोम्बोप्लास्टिन, प्रोथ्रोम्बिन तथा Ca^{++} तथा Triptase enzyme के साथ क्रिया करके थ्रोम्बिन (Thrombin) में बदल देते हैं।



- थ्रोम्बिन रुधिर के प्रोटीन फाइब्रोनोजेन के साथ क्रिया कर इसे फाइब्रिन में बदल देते हैं।



- फाइब्रिन बारीक एवं कोमल तनुओं का जाल बनाता है, यह जाल इतना बारीक एवं सूक्ष्म होता है कि इसमें रुधिर के कण RBCs फँस जाते हैं और एक लाल ठोस पिंड सा बना लेती है, जिसे Blood Clotting “रक्त का थक्का” कहते हैं।



एक चोट या घात रक्त में उपस्थित प्लेटलेट्स को विशेष कारकों को मुक्त करने के लिए प्रेरित करती है जिनसे स्कंदन की प्रक्रिया शुरू होती है। क्षतिग्रस्त ऊतकों द्वारा भी चोट की जगह पर कुछ कारक मुक्त होते हैं जो स्कंदन को प्रारंभ कर सकते हैं। इस प्रतिक्रिया में कैल्सियम आयन की भूमिका बहुत महत्वपूर्ण होती है।

रुधिर वर्ग

1608 में “William Harvey” ने रुधिर परिसंचरण (Blood-Circulation) की खोज की। 1908 में “Karl Landsteiner” ने रक्त समूह तंत्र (Blood grouping system) को खोजा। इस कार्य हेतु 1930 में नोबेल पुरस्कार दिया गया था। जैसा कि हम जानते हैं कि मनुष्य का रक्त एक जैसा दिखते हुए भी कुछ अर्थों में भिन्न होता है। रक्त का कई तरीके से समूहीकरण किया गया है। इनमें से दो मुख्य समूह ABO तथा Rh का उपयोग पूरे विश्व में होता है।

ABO समूह

ABO समूह मुख्यतः लाल रुधिर कणिकाओं की सतह पर दो प्रतिजन/एंटीजन की उपस्थिति या अनुपस्थित पर निर्भर होता है। ये एंटीजन A और B हैं जो प्रतिरक्षा अनुक्रिया को प्रेरित करते हैं। इसी प्रकार विभिन्न व्यक्तियों में दो प्रकार के प्राकृतिक प्रतिरक्षी/एंटीबॉडी (शरीर प्रतिरोधी) मिलते हैं। प्रतिरक्षी वे प्रोटीन पदार्थ हैं जो प्रतिजन के विरुद्ध पैदा होते हैं। चार रक्त समूहों, A, B, AB, और O में प्रतिजन तथा प्रतिरक्षी की स्थिति को देखते हैं, जिसको तालिका में दर्शाया गया है।

रुधिर वर्ग	एंटीजन (RBCs) में	एंटीबॉडी (प्लाज्मा में)
‘A’	केवल A	b
‘B’	B	a
‘AB’	A एवं B दोनों	अनुपस्थित
‘O’	अनुपस्थित	a एवं b दोनों

रक्त समूह O को सर्वदाता (Universal donor) कहते हैं। क्योंकि इसमें कोई एंटीजन नहीं पाया जाता है। रक्त समूह ‘AB’ को सर्वग्राही (Universal recipient) कहते हैं, क्योंकि इसमें कोई एंटीबॉडी नहीं पायी जाती है।

Rh समूह

लैण्डस्टीनर व वीनर ने 1940 में Rhesus (रीसस) नामक बन्दर में एक अन्य प्रकार के एंटीजन का पता लगाया जिसे Rh कारक कहते हैं। जिस मनुष्य के रक्त में यह पाया जाता है उसे Rh^+ (Positive) व जिनमें नहीं पाया जाता उसे Rh^- (Negative) कहते हैं। यदि Rh रहित (Rh-ve) के व्यक्ति के रक्त को आर एच सहित (Rh+ve) पॉजिटिव के साथ मिलाया जाता है तो व्यक्ति में Rh प्रतिजन Rh-ve के विरुद्ध विशेष प्रतिरक्षी बन जाती है, अतः रक्त आदान-प्रदान के पहले Rh समूह को मिलना भी आवश्यक है। एक विशेष प्रकार की Rh अयोग्यता को एक गर्भवती (Rh-ve) माता एवं उसके गर्भ में पल रहे भ्रूण के Rh+ve के बीच पाई जाती है। अपरा द्वारा पृथक रहने के कारण भ्रूण का Rh एंटीजेन सगर्भता में माता के Rh-ve को प्रभावित नहीं कर पाता, लेकिन फिर भी पहले प्रसव के समय माता के Rh-ve रक्त से शिशु के Rh+ve रक्त के संपर्क में आने की संभावना रहती है। ऐसी दशा में माता के रक्त में Rh प्रतिरक्षी बनना प्रारंभ हो जाता है। ये प्रतिरोध में एंटीबॉडीज बनाना शुरू कर देती है। यदि परवर्ती गर्भावस्था होती है तो रक्त से (Rh-ve) भ्रूण के रक्त (Rh+ve) में Rh प्रतिरक्षी का रिसाव हो सकता है और इससे भ्रूण की लाल रुधिर कणिकाएं नष्ट हो सकती हैं। यह भ्रूण के लिए जानलेवा हो सकती हैं या उसे रक्ताल्पता (खून की कमी) और पीलिया हो सकता है। ऐसी दशा को इरिशोल्वास्टोसिस फिटैलिस (गर्भ रक्ताणु कोरकता) कहते हैं। इस स्थिति से बचने के लिए माता को प्रसव के तुरंत बाद Rh प्रतिरक्षी का उपयोग करना चाहिए। Rh^+ वाले व्यक्ति को Rh^+ वाले का ही रक्त दिया जाता है।

लसीका (ऊतक द्रव)

रक्त जब ऊतक की कोशिकाओं से होकर गुजरता है तब बड़े प्रोटीन अणु एवं संगठित पदार्थों को छोड़कर रक्त से जल एवं जल में घुलनशील पदार्थ कोशिकाओं से बाहर निकल जाते हैं। इस तरल को अंतराली द्रव या ऊतक द्रव कहते हैं। इसमें प्लैज्मा के समान ही खनिज लवण पाए जाते हैं। रक्त तथा कोशिकाओं के बीच पोषक पदार्थ एवं गैसों का आदान प्रदान इसी द्रव से होता है। वाहिकाओं का विस्तृत जाल जो लसीका तंत्र (लिंफैटिक सिस्टम) कहलाता है इस द्रव को एकत्र कर बड़ी शिराओं में वापस छोड़ता है। लसीका तंत्र में उपस्थित यह द्रव/तरल को लसीका कहते हैं। लसीका एक रंगहीन द्रव है जिसमें विशिष्ट लिंफोसाइट मिलते हैं। लिंफोसाइट शरीर की प्रतिरक्षा अनुक्रिया के लिए उत्तरदायी हैं। लसीका पोषक पदार्थ, हार्मोन आदि के संवाहन के लिए महत्वपूर्ण होते हैं। आंत्र अकुंग में उपस्थित लैक्टियल वसा को लसीका द्वारा अवशोषित करते हैं।

मानव परिसंचरण तंत्र

मानव परिसंचरण तंत्र जिसे रक्तवाहिनी तंत्र भी कहते हैं जिसमें कक्षों से बना पेशी हृदय, शाखियां बंद रक्त वाहिनियों का एक जाल, रक्त एवं तरल समाहित होता है। मनुष्य में विकसित, बंद तथा दोहरा परिसंचरण तंत्र पाया जाता है। इसका परिसंचरण तंत्र दो भागों से मिलकर बना होता है- (i) रुधिर परिसंचरण तंत्र एवं (ii) लसीका परिसंचरण तंत्र। ये दोनों तंत्र साथ-साथ मिलकर परिसंचरण की क्रिया को पूर्ण करते हैं। रुधिर परिसंचरण तंत्र में मुख्य संवहनी द्रव रुधिर होता है। मनुष्य का रुधिर परिसंचरण तंत्र हृदय, रुधिर एवं रुधिर वाहनियों से मिलकर बना होता है।

हृदय (Heart)

हृदय की उत्पत्ति मध्यजन स्तर (मीसोडर्म) से होती है तथा यह दोनों फेफड़ों के मध्य, वक्ष गुहा में स्थित रहता है यह थोड़ा सा बाईं तरफ झुका रहता है। यह बंद मुट्ठी के आकार का होता है। यह एक दोहरी भित्ति के झिल्लीमय थैली, हृदयावरणी (पेरिकार्डियल मेम्ब्रेन) द्वारा सुरक्षित होता है जिसमें हृदयावरणी द्रव (Pericardium-Fluid) पाया जाता है। हमारे हृदय में चार कक्ष होते हैं जिसमें दो कक्ष अपेक्षाकृत छोटे तथा ऊपर को पाए जाते हैं जिन्हें अलिंद (आर्ट्रिया) कहते हैं तथा दो कक्ष अपेक्षाकृत बड़े होते हैं जिन्हें निलय (वेंट्रिकल) कहते हैं। एक पतली पेशीय भित्ति जिसे अंतर अलिंदी (पट) कहते हैं, दाएं एवं बाएं आलिंद को अलग करती है जबकि एक मोटी भित्ति, जिसे अंतर निलयी (पट) कहते हैं, जो बाएं एवं दाएं निलय को अलग करती है।

अपनी-अपनी ओर के आलिंद एवं निलय एक मोटे रेशीय ऊतक जिसे अलिंद निलय पट द्वारा पृथक रखते हैं। हालांकि; इन पटों में एक-एक छिद्र होता है, जो एक ओर के दोनों कक्षों को जोड़ता है। दाहिने आलिंद और दाहिने निलय के (रंध्र) पर तीन पेशी पल्लों या वलनों से (फ्लैप्स या कप्स) से युक्त एक वाल्व पाया जाता है। इसे ट्राइक्सपिड (त्रिवलनी) कपाट या वाल्व कहते हैं।

बाएं अलिंद तथा बाएं निलय के रंध्र (निकास) पर एक द्विवलनी कपाट / मिट्टल कपाट पाया जाता है। दाएं तथा बाएं निलयों से निकलने वाली क्रमशः फुफ्फुसीय धमनी तथा महाधमनी का निकास द्वारा अर्धचंद्र कपाटिकर (सेमील्युनर वाल्व) से युक्त रहता है। हृदय के कपाट रुधिर को एक दिशा में ही जाने देते हैं अर्थात् अलिंद से निलय और निलय से फुफ्फुस धमनी या महाधमनी। कपाट वापसी या उल्टे प्रवाह को रोकते हैं।

हृदय में रुधिर मार्ग

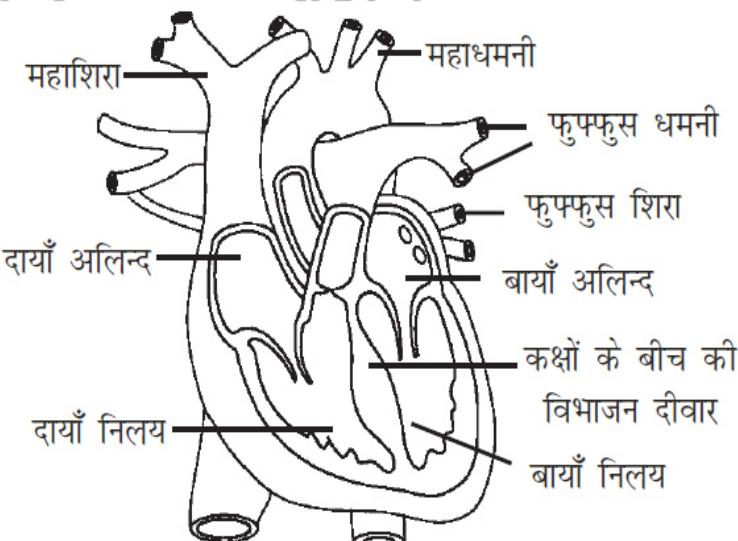
- ऑक्सीजन युक्त रुधिर का मार्ग:-** बायाँ अलिंद → बायाँ निलय → दैहिक महाधमनी → विभिन्न धमनियाँ → छोटी धमनिकाएँ → धमनी केशिकाएँ → अंग → शिरा केशिकाएँ → छोटी शिराएँ।
- ऑक्सीजन विहीन रुधिर का मार्ग:-** शिरा → अग्र और पश्च महाशिरा → दाहिना आलिंद → दाहिना निलय → पल्मोनरी महाधमनी → फेफड़े → पल्मोनरी शिरा → बायाँ आलिंद (आक्सीजन युक्त रुधिर)।

हृदय की क्रियाविधि

हृदय का कार्य शरीर के विभिन्न भागों में रुधिर को पम्प करना है। यह कार्य हृदय के संकुचन एवं सिथिलन द्वारा होता है। जिसके फलस्वरूप इसके अन्दर का रुधिर निकलकर धमनियों में चला जाता है। तथा वह शरीर के विभिन्न भागों को पहुँचा दिया जाता है। जब हृदय में शिथिलन होता है, तो इसके अन्दर का आयतन बढ़ जाता है तथा शरीर की विभिन्न भागों से शिराओं द्वारा एकत्र करके लाया गया रुधिर इसमें भर जाता है। हृदय का संकुचन सिस्टोल (Systole) तथा शिथिलन डायस्टोल (Diastole) कहलाता है। हृदय के संकुचन एवं शिथिलन को सम्मिलित रूप से “हृदय की धड़कन (हृदय स्पंदन Heart Beat)” कहते हैं।

एक हृदय स्पंदन के आरंभ से दूसरे स्पंदन के आरंभ (एक संपूर्ण हृदय स्पंदन) होने के बीच के घटनाक्रम को हृद चक्र (cardiac cycle) कहते हैं तथा इस क्रिया में दोनों अलिंदों तथा दोनों निलयों का संकुचन (Systole) एवं शिथिलन (Diastole) सम्मिलित होता है। जैसा कि ऊपर वर्णन किया जा चुका है कि हृदय स्पंदन एक मिनट में 72 बार होता है अर्थात् एक मिनट में कई बार हृद चक्र होता है। इससे एक चक्र का समय 0.8 सेकंड निकाला जा सकता है। प्रत्येक हृद चक्र में निलय 70 मिली. रक्त पंप करता है, जिसे प्रवाह आयतन कहते हैं। प्रवाह आयतन को हृदय दर से गुणा करने पर हृद निकास कहलाता है, इसलिए हृद निकास प्रत्येक निलय द्वारा रक्त की मात्रा को प्रति मिनट बाहर निकालने की क्षमता है, जो एक स्वस्थ मात्रा में औसतन 5 हजार मिली. या 5 लीटर होती है। हम प्रवाह आयतन तथा हृदय दर को बदलने की क्षमता रखते हैं इससे हृदनिकास भी बदलता है। उदाहरण के तौर पर खिलाड़ी/धावकों का हृद निकास सामान्य मनुष्य से अधिक होता है।

हृद चक्र के दौरान दो महत्वपूर्ण ध्वनियाँ स्टेथेस्कोप द्वारा सुनी जा सकती हैं। प्रथम ध्वनि (लब) त्रिवलनी तथा द्विवलनी कपाट के बंद होने से संबंधित है, जबकि दूसरी ध्वनि (डब) अर्थ चंद्रकपाट के बंद होने से संबंधित है। इन दोनों ध्वनियों का चिकित्सीय निदान में बहुत महत्व है।



चित्र : मानव हृदय का काट-चित्र