अध्याय-24
मानव का रक्त परिसंचरण तंत्र
(Blood Circulatory System of Human)

एककोशिक जीव या एक स्तरीय एवं द्विस्तरीय बहुकोशिक जीव O_2 तथा पोषण सीधे माध्यम से ग्रहण कर लेते हैं तथा CO_2 व उत्सर्जी पदार्थो को सीधे माध्यम में त्याग कर देते हैं।

अधिकांश बहुकोशिक जीवों की सभी कोशिकायें वातावरण के सीधे सम्पर्क में नहीं रहती हैं, अत: ऐसे तंत्र की आवश्यकता पड़ती है जो गैसीय विनिमय एवं खाद्य पदार्थो की आपूर्ति कर सके तथा उत्सर्जी पदार्थों को कोशिका से वातावरण में ले जा सके। इस तंत्र को **परिसंचरण तंत्र** कहते है।

परिसंचरण तंत्र दो प्रकार के होते है:-

1. खुला परिसंचरण तत्र (Open Circulatory System)- इस प्रकार के परिसंचरण में तरल द्रव कोशिका तथा ऊतकों के मध्य प्रवाहित होता है अर्थात् विशिष्ट बन्द नलिकाओं में नहीं बहता है। जैसे- कुछ मौलस्क तथा कीटों में।

2. बन्द परिसंचरण तंत्र (Close Circulatory System) - इस तंत्र में संवहनी तरल बन्द नलिकाओं में बहता है। जैसे खरगोश व मनुष्य में।

रक्त का संगठन
(Composition of blood)

रूधिर (Blood)- रूधिर एक तरल संयोजी ऊतक होता है। यह एक श्यान तरल है, जिसके दो भाग होते है, **प्लाज्मा** एवं **रूधिर कणिकाऐं**। मानव के अन्दर लगभग 5 लीटर रुधिर होता है।

प्लाज्मा (Plasma):- रूधिर के तरल भाग को प्लैज्मा कहते हैं। यह हल्के पीले रंग का क्षारीय तरल होता है। रूधिर आयतन का 55% भाग प्लाज्मा होता है। इसमें 90% जल एवं 10% विभिन्न कार्बनिक एवं अकार्बनिक पदार्थ घुलित या कोलॉइड रूप में पाये जाते है।

प्रमुख कार्बनिक घटक **प्लाज्मा प्रोटीन** 7 से 8% होती है। **अकार्बनिक लवण** या जल अपघट्य 0.9% होते हैं। सबसे प्रमुख आयन **सोडियम** होता है।

प्लाज्मा के प्रमुख घटकों एवं उनके कार्यो का विवरण तालिका 24.1 में दिया गया है।

रूधिर कणिकाऐं
(Blood Corpuscles)

रूधिर कणिकाऐं प्लाज्मा में तैरती हुई पाई जाती हैं। रूधिर आयतन का 45% भाग कणिकाऐं होती हैं। रूधिर कणिकाओं की प्रतिशतता को **हीमेटोक्रिट** कहते हैं। रूधिर कणिकाऐं तीन प्रकार की होती हैं (चित्र 24.1)।

1. लाल रूधिर कणिकाऐं या रक्ताणु (Red blood corpuscles or Erythrocytes)
2. श्वेत रूधिर कणिकाऐं या श्वेताणु (White blood corpuscles or Leucocytes)
3. रूधिर पट्टिकाणु (Blood platelets)

तालिका 24.1 प्लैज्मा के प्रमुख अवयव एवं उनके कार्य

क्र.सं.	अवयव	मात्रा	प्रमुख कार्य
1.	जल	90 %	रूधिर दाब एवं आयतन का नियमन, परिवहन
2.	**कार्बनिक पदार्थ**		
	ऐल्बुमिन	4.5 %	परासरण दाब उत्पन्न करना
	ग्लोबुलिन- α, β, γ	2.5 %	α, β-परिवहन γ-ऐन्टीबॉडी निर्माण
	फाइब्रिनोजन	0.3 %	रूधिर स्कंदन
	प्रोथ्रोम्बिन	अल्प	रूधिर स्कंदन
	ग्लूकोस	0.1 %	पोषक पदार्थ, कोशिकीय ईंधन
	ऐमीनोअम्ल	0.04 %	पोषक पदार्थ
	वसीय अम्ल, ग्लिसरॉल	0.5 %	पोषक पदार्थ
	हार्मोन, एन्जाइम	अल्प	नियामक पदार्थ एवं जैव उत्प्रेरक
	यूरिया, यूरिक अम्ल	0.04 %	अपशिष्ट पदार्थ
	अकार्बनिक पदार्थ	0.9 %	विलेय विभव एवं pH नियमन
	$Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-$, HCO_3, HPO_4, SO_4^- आदि आयन		

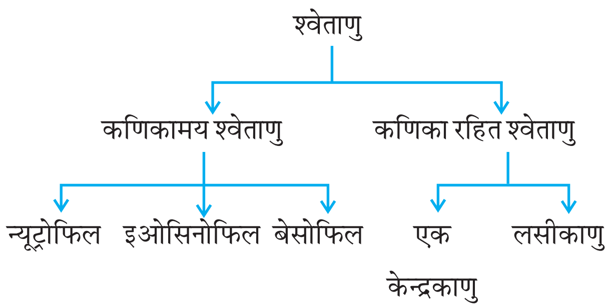
1. लाल रूधिर कणिकाऐं या रक्ताणु (Red blood corpuscles or erythrocytes)

ये रूधिर की प्रमुख कणिकाऐं होती हैं। मानव के रूधिर कणिकाओं में से लगभग 99 % रक्ताणु होते है। रक्ताणु केन्द्रक रहित, वृत्ताकार, डिस्करूपी एवं उभयावतल (Biconcave) होती है। इनमें माइटोकॉण्ड्रिया का अभाव होता है। इनका व्यास 7 से 8μm तथा मोटाई लगभग 2μm होती है। वयस्क पुरूष के रक्त में इनकी संख्या लगभग 52 लाख प्रति घन मिमी. और महिला में लगभग 47 लाख प्रति घन मिमी. होती है। इसके अन्दर कोलॉइडी आधात्री में हीमोग्लोबिन नाम की लाल रंजक प्रोटीन पाई जाती है। हीमोग्लोबिन एक संयुग्मी प्रोटीन है। यह श्वसन रंजक का कार्य करती है। इसके प्रत्येक अणु में चार फेरस आयन (Fe^{2+}) युक्त हीम समूह तथा चार पौलिपेप्टाइड श्रृंखलाऐं होती है। हीमोग्लोबिन ऑक्सीजन के साथ उत्क्रमणीय क्रम में जुड़कर ऑक्सीहीमोग्लोबिन बनाती है। इसमें कार्बोनिक ऐनहाइड्रेस भी काफी मात्रा में पाया जाता है। मानव में हीमोग्लोबिन की औसत मात्रा 15 ग्राम प्रति डेसीलिटर (15g/dL) होती है। हीमोग्लोबिन के कारण ही रूधिर लाल रंग का होता है।

रक्ताणुओं का निर्माण अस्थिमज्जा में होता है। इनका जीवनकाल लगभग 120 दिन होता है। वृद्ध एवं कमजोर होने पर प्लीहा एवं यकृत में इनका विघटन किया जाता है। हीमोग्लोबिन के प्रोटीन भाग को ऐमीनो अम्लों में तोड़ा जाता है। हीम समूह के लौह को यकृत में संग्रहित कर लिया जाता है तथा शेष भाग को बिलिरूबिन एवं बिलिवर्डिन नाम के पित वर्णकों में परिवर्तित कर उत्सर्जित कर दिया जाता है।

2. श्वेत रूधिर कणिकाऐं या श्वेताणु (White blood corpuscles or Leucocytes)

ये केन्द्रक युक्त रंगहीन कणिकायें होती हैं। वयस्क मानव में इनकी संख्या लगभग 7000 प्रति घन मिमी. होती है। मानव में रक्ताणुओं तथा श्वेताणुओं की संख्या लगभग 600 : 1 के अनुपात में होती है। इनका आकार भिन्न-भिन्न होता है। इनका निर्माण अस्थिमज्जा तथा लसीका ऊतकों में होता है। इनका जीवन काल 4-5 दिनों से कई दिनों तक हो सकता है। अमीबीय गति इनका विशेष लक्षण होता है। श्वेताणु अनेक प्रकार के होते हैं।



(i) कणिकामयय श्वेताणु (Granulocytes):- इनके कोशिकाद्रव्य में कणिकाऐं (Granules) पाई जाती है। इनका केन्द्रक बहुरूपी होने के कारण इनको **बहुकेन्द्रकरूपी श्वेताणु**

(Polymorphonuclear leucocytes) भी कहते हैं। केन्द्रक कई पिण्डों से बना होता है। ये पिण्ड परस्पर तंतुमय भाग द्वारा जुड़े रहते हैं। ये तीन प्रकार के होते हैं:-

(अ) न्यूट्रोफिल (Neutrophils):- इनके कोशिका द्रव्य में सूक्ष्म कण होते हैं जो अम्लीय या क्षारीय दोनों ही प्रकार के अभिरंजकों द्वारा हल्के बैंगनी अभिरंजित हो जाते हैं। इसलिए इन्हें **उदासीनरंजी** (Neutrophilic) कहते हैं। इनके केन्द्रक में 2-7 पिण्ड होते हैं। ये जीवाणुओं को नष्ट करते हैं। न्यूट्रोफिल कोशिकाओं की भित्ति के आर-पार जा सकते है जिसे **कोशिकापारण** (Diapedesis) कहते हैं। कुल श्वेताणुओं की संख्या का लगभग 62 % न्यूट्रोफिल होती है।

चित्र 24.1 मानव के रुधिर की कणिकाऐं

(ब) इओसिनोफिल (Eosinophils):- इनके कोशिकद्रव्य में समान आकार के बड़े कण होते है जो अम्लीय अभिरंजक जैसे इओसिन से गहरे लाल या गुलाबी अभिरंजित होते हैं। इनका केन्द्रक द्विपिण्डीय (Bilobed) होता है। इनकी कोशिकापारण एवं कोशिकाभक्षण क्षमता कम होती है। परजीवी संक्रमण एवं कुछ एलर्जी प्रतिक्रियाओं के समय इनकी संख्या बढ़ जाती है। इनमें **एन्टीहिस्टामिनिक गुण** पाया जाता है। कुल श्वेताणु संख्या का 2.5 % इओसिनोफिल कोशिकाऐं होती है।

(स) बेसोफिल (Basophils):- इनके कोशिकाद्रव्य में विभिन्न आकार के कुछ कण होते हैं। जो क्षारीय आभिरंजक जैसे मिथाइलीन ब्लू से गहरे नीले अभिरंजित होते हैं। इनका केन्द्रक 2-3 पिण्डों का होता है। ये हिस्टामिन एवं हिपेरिन उत्पन्न करती हैं। ये कुल श्वेताणु संख्या का 0.5 % होती है।

(ii) कणिका रहित श्वेताणु (Agranulocytes) :- इन्हें **एककेन्द्रकीय श्वेताणु** (Mononuclear leucocytes) भी कहते हैं। इनके कोशिकाद्रव्य में कणिकाऐं नहीं होती हैं। केन्द्रक अण्डाकार, सेम के बीज के समान आकृति का होता है। इनका औसत आकार 8-20 µm होता है। ये दो प्रकार के होते हैं:-

(अ) एककेन्द्रकाणु (Monocytes) :- ये बड़े आकार की कोशिकाऐं होती हैं। इनका आकार 12-15 µm होता है। इनमें सेम के बीज की आकृति का बड़ा केन्द्रक होता है। ये भक्षणकारी होती है। ये रूधिर से ऊतकों में आ जाती है। ऊतकों में काफी बड़े आकार की (80µm तक) हो जाती हैं तब इन्हें **वृहत् भक्षकाणु** (Macrophage) कहते हैं। वृहत् भक्षकाणु अत्यधिक भक्षणकारी होते हैं जो कि बड़े कणों एवं जीवाणुओं का भी भक्षण कर सकते हैं। वृहत् भक्षकाणु एवं न्यूट्रोफिल मिलकर शरीर में भक्षकाणुओं का तंत्र बनाते हैं जो संक्रमण के विरूद्ध **प्रतिरक्षा की प्रथम पंक्ति** के रूप में कार्य करता है। कुल श्वेताणुओं की संख्या का लगभग 5% ये कोशिकाऐं होती हैं।

(ब) लसीकाणु (Lymphocytes):- ये अण्डाकार केन्द्रक युक्त गोल आकृति की कोशिकाऐं होती हैं। केन्द्रक के चारों ओर बहुत अल्पमात्रा में छल्ले के रूप में कोशिकाद्रव्य होता है। ये थाइमस ग्रथि एवं लसीका ऊतकों में ऐसी कोशिकाओं से उत्पन्न की जाती है जिनका उद्भव अस्थिमज्जा से होता है। इनमें सीमित अमीबीय गति होती है लेकिन ये भक्षणकारी नहीं होती हैं। इनका जीवनकाल 2 से 100 दिनों तक या अधिक हो सकता है। ये रूधिर के अलावा लसीका एवं शरीर के ऊतकों में भी पाई जाती हैं। कुल श्वेताणुओं की संख्या का लगभग 30% ये कोशिकाऐं होती हैं। छोटे आकार के (व्यास 6-8µm) लसीकाणु संख्या में अधिक होते हैं। बड़े आकार के (व्यास 10-20µm) अपेक्षाकृत कम होते हैं। छोटी लसीकाणु T-कोशिकाओं एवं B-कोशिकाओं का निर्माण करती हैं जो प्रतिरक्षा के लिए प्रतिपिण्डों के निर्माण का एवं बाहरी कोशिकाओं को मारने का कार्य करती है।

3. रूधिर पट्टिकाणु (Platelets) - ये बहुत ही छोटे (व्यास 2-4µm) होते हैं। इनकी आकृति अनियमित होती है एवं केन्द्रक का अभाव होता है। इनका निर्माण अस्थिमज्जा में होता है। रक्त में इनकी संख्या लगभग तीन लाख प्रति घन मिमी तथा जीवनकाल 5-7 दिन होता है। यकृत एवं प्लीहा में इनका विघटन होता है। रूधिर के थक्का निर्माण की प्रक्रिया को प्रारम्भ करने के लिए ये महत्वपूर्ण होते हैं।

रक्त के कार्य

(Functions of Blood)

1. ऑक्सीजन का परिवहन (Transportation of O_2):- लाल रक्त कणिकाओं (RBC) की हीमोग्लोबिन फेफड़ों में ऑक्सीजन लेकर एक अत्यंत अस्थाई जटिल ऑक्सीहीमोग्लोबिन (Oxy haemoglobin) बनाकर विभिन्न दैहिक ऊतकों तक पहुँचाती है तथा कोशिकाओं के विभिन्न ऑक्सीकारी जैविक क्रियाओं के लिए आवश्यक ऑक्सीजन उपलब्ध कराती है।

2. कार्बन-डाइ ऑक्साइड् का परिवहन (Transportation of Carbon dioxide) :- दैहिक कोशिकाओं द्वारा CO_2 का निर्माण उपापचयी अन्त: उत्पाद के रूप में होता है। CO_2 को रक्त फेफड़ों तक निष्कासन के लिए संवहनित करता है।

3. खाद्य पदार्थों का वितरण (Distribution of food):– आहारनाल से पचित भोजन रक्त में घुलित रूप में देह के विभिन्न अंगों व कोशिकाओं को ऊर्जा प्राप्ति, वृद्धि, संश्लेषण आदि आवश्यक कार्यों के लिए वितरित किया जाता है।

4. दैहिक ताप का नियमन (Regulation of body temperature):– शरीर का ताप समान बनाये रखने का कार्य रक्त ही करता है।

5. हार्मोनों का संवहन (Transport of hormones):– हार्मोन जो अन्तः स्रावी ग्रंथियों से स्राव होते हैं, विभिन्न जैविक-तंत्रों एवं क्रियाओं का नियमन करने के लिए निर्दिष्ट स्थानों पर रक्त परिवहन द्वारा ही पहुँचते है।

6. रोग से बचाव (Protection against diseases):– रक्त की भक्षी श्वेत रक्त कणिकाऐं अर्थात् फैगोसाइट (Phagocytes) हानिकारक जीवाणुओं का भक्षण कर उनका विनाश कर डालते हैं। इसके अतिरिक्त बाहर से देह में आये हानिकारक एवं रोगजनक बैक्टीरिया, वाइरस तथा अन्य बाह्य प्रोटीन, जिन्हें प्रतिजन (Antigens) कहते हैं, के प्रभावी निष्क्रियण के लिए रक्त में प्रतिपिण्ड (Antibodies) का निर्माण करती हैं।

7. चोटों की मरम्मत (Repair of injury):– क्षतिग्रस्त शरीर के भागों, जख्मों, चोट के भरने में श्वेत कणिकाओं (WBC) की विशेष भूमिका होती है। श्वेत रक्त कणिकाऐं अर्थात् ल्यूकोसाइट्स (Leucocytes) क्षतिग्रस्त दैहिक क्षेत्र की कोशिकाओं को आवश्यक वृद्धि के लिए प्रेरित करती हैं।

8. रक्त का थक्का बनना (Formation of blood clotting):– चोट अथवा घाव से बहते रक्त का विशिष्ट प्रक्रिया द्वारा शीघ्रता से थक्का (Clot) बन जाता है, जिससे रक्त का बहना रूक जाता है। इसके अतिरिक्त थक्का बनने के कारण घाव के जल्दी भरने में भी उचित सहायता मिलती है।

9. उत्सर्जी पदार्थों का संवहन (Transport of excretory waste):– उपापचय के फलस्वरूप निर्मित यूरिया एवं यूरिक अम्ल जैसे अन्तः उत्पादों को देह से निकालने के लिए वृक्कों (Kidneys) तक पहुँचाने का कार्य रक्त ही करता है।

10. जल-संतुलन (Water balance):– दैहिक पदार्थों के विनिमय एवं परिवहन के लिए जल एक अत्यंत आवश्यक घटक होता है। सभी जैव रासायनिक अभिक्रियाऐं भी तरल जलीय माध्यम में ही सम्भव होती हैं। जल की उचित मात्रा रक्त ही ऊतकीय कोशिकाओं को उपलब्ध कराता है। अतिरिक्त दैहिक जल को वृक्कों तक पहुँचाकर उनके निष्कासन का श्रेय भी रक्त को ही है।

(ii) रोगों का निदान (Diagnosis of diseases) :– रक्त में उपस्थित विभिन्न घटकों एवं रसायनों के उचित परीक्षण के द्वारा विभिन्न रोगों का निदान रक्त-परीक्षण द्वारा सम्भव हो गया है।

रूधिर समूह
(Blood Groups)

सभी मनुष्यों में रूधिर समान नहीं होता वरन इसमें एक-दूसरे से कई प्रकार की भिन्नता हो सकती है। रक्तणुओं की सतह पर पाये जाने वाले विभिन्न प्रकार के प्रतिजन (Antigen) के आधार पर रक्त को कई भिन्न समूहों में बाँटा जा सकता है।

ऐन्टीजन या एग्लुटिनोजन (Agglutinogen) ऐसे पदार्थ होते हैं जो ऐन्टीबॉडी (Antibody) या एग्लुटिनिन (Agglutinin) नामक पदार्थो का निर्माण प्रेरित करते हैं। मनुष्य में ऐन्टीजन के दो प्रमुख समूह होते है, जिन्हें ABO तंत्र तथा RH तंत्र कहते हैं।

1. ए. बी. ओ.-तंत्र (ABO- System):– ABO तंत्र में दो प्रकार की ऐन्टीजन होती हैं। इनकी खोज **लैण्डस्टीनर** (1900) ने की थी। इसके अनुसार ऐन्टीजन A तथा B रक्ताणुओं की सतह पर पाई जाती हैं। ये ग्लाइकोप्रोटीन होती हैं। प्लैज्मा में दो प्रकार की ऐन्टीबॉडी Anti-A या a तथा Anti-B या b पाई जाती हैं। मानव जाति के सदस्यों में उपस्थित ऐन्टीजन तथा ऐन्टीबॉडी के विभेद के आधार पर रूधिर के चार समूह होते हैं, इनका विवरण तालिका 24.2 में दिया गया है।

यदि किसी व्यक्ति के रूधिर में उससे भिन्न रूधिर समूह का रूधिर मिला दिया जाता है तो ऐन्टीजन-ऐन्टीबॉडी प्रतिक्रिया के कारण उसके रक्ताणु परस्पर चिपक कर गुच्छे बना लेते है। इस प्रकिया को **आश्लेषण** या **समूहन** (Agglutination) कहते हैं। यदि किसी व्यक्ति को रूधिर समूह मिलान किये बिना ही रूधिर दे दिया जाये तो उक्त क्रिया के कारण उसकी मृत्यु हो सकती है।

रूधिर समूह के O व्यक्तियों को **सार्वत्रिक दाता** (Universal donor) कहा जाता है क्योंकि इनका रूधिर दूसरे समूह वाले व्यक्तियों को दिया जा सकता है। इनके रक्ताणुओं में कोई भी ऐन्टीजन नहीं होने के कारण समूहन नहीं होता है। रूधिर समूह AB वाले व्यक्ति यद्यपि केवल AB समूह वाले व्यक्ति को ही रूधिर दे सकते हैं, किन्तु ये किसी भी अन्य रूधिर समूह वाले व्यक्तियों से रूधिर ग्रहण कर सकते हैं, इसलिए इन्हें **सार्वत्रिक ग्राही** (Universal recipient) कहा जाता है।

रूधिर वर्ग की वंशागति (Inheritance of blood groups)- बर्न स्टीन (1924-25) ने बताया कि A, B, O रूधिर

तालिका 24.2 : मानव रूधिर समूह (ABO तंत्र)

क्र.सं.	रूधिर समूह	प्रतिजन (Antigen)	प्रतिरक्षी (Antibodies)	निम्न को रक्त दे सकता है	निम्न से रक्त ले सकता है	भारतीयों में प्रतिशत
1.	O सार्वत्रिक दाता	अनुपस्थित	a व b दोनों	A, B, AB, O	O	34.5%
2.	A	A	b	A, AB	O, A	23.5%
3.	B	B	a	B, AB	O, B	34.5%
4.	AB सार्वत्रिक ग्राही	A, B दोनों	अनुपस्थित	AB	A, B, AB,O	7.5%

वर्ग मनुष्य का आनुवंशिक लक्षण है। इसकी वंशागति तीन जीनों पर निर्भर होती है। ये जीन्स हैं एन्टीजन A के विकास के लिए α^a जीन, B के विकास के लिए α^b जीन तथा O के लिए α^O जीन जिनमें α^aऔर α^B जीन α^O पर प्रबल (Dominant) है।

तालिका 24.3 में रूधिर वर्ग की वंशागति को दर्शाया गया है।

तालिका 24.3 : रूधिर वर्ग की वंशागति

क्र. सं.	माता-पिता में रक्त का प्रकार			बच्चों में सम्भावित रक्त का प्रकार
	पिता (Father)		माता (Mother)	
1.	O	X	O	O
2.	O	X	A	O,A
3.	O	X	B	O,B
4.	O	X	AB	A,B
5.	A	X	A	A,O
6.	A	X	B	O, A, B,AB
7.	A	X	AB	A, B, AB
8.	B	X	B	B,O
9.	B	X	AB	A, B, AB
10.	AB	X	AB	A, B, AB

2. आर. एच- तंत्र (Rh System):- इसकी खोज **लैण्डस्टीनर एवं वीनर** (1940) ने **रीसस बंदर** में की थी। यह तंत्र रक्ताणु सतह पर Rh- एन्टीजन की उपस्थिति या अनुपस्थिति पर आधारित है। Rh एन्टीजन को Rh- कारक (Rh-factor) भी कहते हैं। जिन व्यक्तियों के रक्ताणुओं पर Rh- एन्टीजन पाया जाता है। उन्हें Rh **धनात्मक** (Rh^+) तथा जिनमें इसका अभाव होता है उन्हें Rh **ऋणात्मक** Rh^- कहते है। भारत में लगभग 93% व्यक्ति Rh^+ तथा 7% व्यक्ति Rh^- पाये जाते हैं। Rh एन्टीजन के विरूद्ध प्लैज्मा में प्राकृतिक रूप से कोई एन्टीबॉडी या एग्लूटिनिन नहीं पाई जाती है। यदि Rh- व्यक्ति को बार-बार Rh^+ रूधिर दिया जाता है ता Rh^-व्यक्ति में एन्टी Rh^-ऐन्टीबॉडी या एग्लूटिनिन उत्पन्न हो जाते हैं। इस क्रिया को **आइसोइम्यूनाइजेशन** (Isoimmunization) कहते हैं क्योंकि एन्टीजन एवं एन्टीबॉडी दोनों एक ही जाति के होते हैं।

यदि Rh^- माताऐं एक से अधिकर बार Rh^+ शिशु से युक्त गर्भधारण करती हैं तो Rh कारक के कारण गम्भीर समस्या पैदा हो जाती है। Rh कारक वंशागत होता है। Rh^+ प्रभावी तथा Rh^- अप्रभावी होता है। Rh^- माता से उत्पन्न Rh^+ शिशु पिता से Rh कारक प्राप्त करता है। गर्भस्थ Rh^+ शिशु से प्रसव के समय Rh ऐन्टीजन माता के रूधिर में प्रवेश कर जाते हैं। माता के रूधिर में इस ऐन्टीजन के कारण एन्टी-Rh ऐन्टीबॉडी उत्पन्न हो जाती है। सामान्यत: ऐन्टीबॉडी इतनी अधिक मात्रा में नहीं होती जो प्रथम बार उत्पन्न शिशु को हानि पहुँचा सके, लेकिन बाद में गर्भधारण की स्थिति में माता के रूधिर से एन्टी Rh ऐन्टीबॉडी अपरा (Placenta) द्वारा गर्भस्थ शिशु के रूधिर में पहुँचकर शिशु के रक्ताणुओं का लयन कर देती है। गर्भस्थ शिशु या नवजात शिशु के इस घातक रोग को **इरिथ्रोब्लास्टोसिस फीटेलिस** (Erythroblastosis foetalis) कहते हैं। इस रोग से ग्रसित शिशु को **'रीसस शिशु'** कहते हैं।'

सामान्यत: इसका जन्म समय पूर्व होता है तथा इसमें रक्ताल्पता पाई जाती है। शिशु के सम्पूर्ण रक्त को स्वच्छ रूधिर द्वारा प्रतिस्थापित करके शिशु को बचाया जा सकता है। प्रसव से ठीक पूर्व लगभग 72 घण्टे के भीतर Rh माता को ऐन्टी Rh^- बॉड़ी का इन्ट्रावेनस इन्जेक्शन देकर भी शिशु को बचाया जा सकता है।

रूधिर का थक्का बनना या रूधिर स्कंदन (Blood clotting or Blood coagulation)

रूधिर वाहिकाओं से बाहर आते ही रूधिर के अवयव एक जैल समान संरचना में परिवर्तित हो जाते हैं जिसे थक्का (Clot) कहते है।

थक्का बनने की क्रिया को **स्कन्दन** कहते हैं। यह एक सुरक्षात्मक क्रिया प्रणाली है जो घाव से रोगाणुओं के शरीर में प्रवेश को रोकती है तथा रूधिर की क्षति को भी रोकती है। स्कंदन की क्रिया रूधिर में उपस्थित अनेक (लगभग 13) स्कंदन कारकों पर निर्भर होती है। स्कंदन को प्रेरित करने वाले कारकों को प्रेरक स्कंदन कारक तथा इसे रोकने वाले कारकों को प्रतिस्कंदक (Anticoagulant) कहते हैं। जब कोई रूधिर वाहिनी या रूधिर क्षतिग्रस्त होता है तब स्कंदन कारक सक्रिय हो जाते हैं एवं एन्जाइमों की तरह कार्य करते हैं तथा स्कंदन हो जाता है। स्कंदन क्रिया में फाइब्रिनोजन, थ्रोम्बिन, पट्टिकाणु एवं कुछ अन्य कारक महत्वपूर्ण होते है। स्कंदन की सामान्य प्रक्रिया तीन चरणों में सम्पन्न होती है। (चित्र 24.2)

ऊतक क्षति ⟶ थ्रोम्बोप्लास्टिन ⟵ पट्टिकाणुओं का टूटना
स्कंदन कारक VII ⟶ ⟵ स्कंदन कारक X
↓ ⟵ Ca^{+2}
"प्रोथ्रोम्बिन सक्रियक"
Ca^{+2} ↘
प्रोथ्रोम्बिन (निष्क्रिय) ⟶ ⟶ थ्रोम्बिन (सक्रिय)
↓
फाइब्रिनोजन (घुलनशील) ⟶ फाइब्रिन एकलक (अघुलनशील)
↙ ⟵ Ca^{+2}
(फाइब्रिन तंतु जाल+रूधिर कणिकाऐं) थक्का

चित्र 24.2 रूधिर स्कंदन की क्रियाविधि

1. प्रोथ्रोम्बिन को सक्रिय करने वाले कारकों का निर्माण:- (Formation of prothrombin activator) - रूधिर वाहिनी में बहते हुए रूधिर में विभिन्न स्कंदक कारक निष्क्रिय रूप में विद्यमान रहते हैं। जब रूधिर वाहिका या रूधिर के अवयव क्षतिग्रस्त हो जाते हैं तब ये कारक क्रमिक रूप में सक्रिय हो जाते हैं तथा स्कंदन प्रारम्भ हो जाता है। रूधिर स्राव के समय पट्टिकाणु वायु के सम्पर्क में आते ही टूट जाते हैं। इनसे तथा क्षतिग्रस्त ऊतक से थ्रोम्बोप्लास्टिन मुक्त होता है। इसमें ग्लाइकोप्रोटीन एवं फॉस्फोलिपिड होते हैं। थ्रोम्बोप्लास्टिन VII एवं X स्कंदन कारकों को सक्रिय कर देता है। ये सभी Ca^{2+} के साथ मिलकर एक जटिल बनाते हैं जिसे 'प्रोथ्रोम्बिन सक्रियक' (Prothrombin activator) कहते हैं।

2. प्रोथ्राम्बिन का थ्रोम्बिन में परिवर्तन (Conversion of Prothrombin into thrombin) – प्रोथ्रोम्बिन प्लैज्मा में पाई जाने वाली प्रोटीन है। इसे "प्रोथ्रोम्बिन सक्रियक" द्वारा सक्रिय रूप थ्रोम्बिन में परिवर्तित कर दिया जाता है।

3. फाइब्रिनोजन का फाइब्रिन में परिवर्तन एवं थक्का निर्माण (Conversion of fibrinogen into fibrin and formation of clot) – फाइब्रिनोजन प्लैज्मा में पाई जाने वाली घुलनशील प्रोटीन है। थ्रोम्बिन की सहायता से इसका जल अपघटन फाइब्रिन एकलक में हो जाता है जो रेशेदार एवं अघुलनशील होती है। फाइब्रिन एकलक तुरन्त ही बहुलीकृत होकर लम्बे फाइब्रिन तंतु बना लेते हैं। ये तंतु घाव में परस्पर जुड़कर जालवत संरचना बनाते हैं। इस जाल में रूधिर केशिकाऐं फँस जाती हैं। इस प्रकार फाइब्रिन तंतु एवं रूधिर केशिकाओं से बनी संरचना **थक्का** (Clot) कहलाती है। थक्का धीर-धीरे दृढ़ होता जाता है तथा रूधिर स्राव रूक जाता है। थक्का बनने के बाद रूधिर का तरल भाग इससे पृथक हो जाता है जिसे **सीरम** (Serum) कहते हैं। सीरम प्लैज्मा के समान होती है लेकिन इसमें फाइब्रिनोजन नहीं होता है। सामान्यत: स्कंदन में 6 से 10 मिनिट का समय लगता है।

रूधिर वाहिनियाँ
(Blood vessels)

जिन नलिकाकार संरचनाओं में रूधिर का प्रवाह होता है, उन्हें रूधिरवाहिकाऐं कहते हैं। शरीर में तीन प्रमुख प्रकार की रूधिर वाहिकाऐं-धमनी, शिरा एवं केशिकाऐं होती है। पतली धमनियों को **धमनिकाऐं** (Arterioles) तथा पतली शिराओं को **शिरिकाऐं** (Venules) कहते हैं। हृदय से रूधिर का प्रवाह धमनियों, धमनिकाओं, केशिकाओं, शिरिकाओं, शिराओं से होते हुए पुन: हृदय में लाया जाता है। धमनी और शिरा की भित्ति में ऊतकों के तीन स्तर होते है-

1. बाह्य कंचुक (Tunica externa):- यह सबसे बाहरी स्तर है जिसका निर्माण संयोजी ऊतक से होता है जिसमें मुख्यत: अप्रत्यास्थ कोलैजन तंतु होते हैं।

2. मध्य कंचुक (Tunica media):- यह मध्य स्तर है। इसमें अरेखित पेशियाँ वर्तुल (Circular) रूप में व्यवस्थित होती है तथा कुछ प्रत्यास्थ तंतु (Elastic fibres) भी पाये जाते हैं।

3. अन्त: कंचुक (Tunica intima):- यह आन्तरिक स्तर है जो शल्की उपकला कोशिकाओं से निर्मित होता है। इसे अन्त: उपकला (Endothelium) भी कहते हैं। इसकी आन्तरिक सतह काँच के समान चिकनी होती है।

धमनी एवं धमनिकाऐं (Arteries and arterioles):- रूधिर को हृदय से दूर ले जाने वाली वाहिकाऐं **धमनी** कहलाती है। इनका मध्य कंचुक अधिक मोटा होता है तथा आंतरिक व्यास भी शिराओं से कम होता है। इनमें रूधिर का प्रवाह तेजी से तथा अधिक दाब पर होता है। इनमें कपाट नहीं पाये जाते है। केवल महाधमनी के एवं फुफ्फुस काण्ड के आरम्भिक भाग में अर्ध चन्द्राकार कपाट पाये जाते है।

महाधमनी सबसे बड़ी धमनी होती है जो शरीर के सभी भागों में शुद्ध रूधिर ले जाती है। फुफ्फुस धमनी फेफड़ों में अशुद्ध रूधिर ले जाती है। धमनियों की पतली शाखाऐं धमनिकाऐं कहलाती हैं इनकी भित्ति में अन्तः उपकला होती है एवं उसको चारों ओर से कुछ पेशियाँ घेरे रहती हैं। अनेक धमनिकाओं में उनके तथा केशिकाओं की संधि पर वर्तुल पेशीय अवरोधिनी पाई जाती है। ये अवरोधिनी केशिका जाल में रूधिर प्रवाह को नियंत्रित करती है।

केशिकाऐं (Capillaries):- ये सबसे पतली रूधिर वाहिकाऐं होती हैं। इनका व्यास लगभग 4 से 10 µm होता है। केशिका की लम्बाई 0.3 मिमी. से अधिक नहीं होती है। ये इतनी पतली होती है कि रक्ताणु भी मुड़कर ही इनमें से गुजरते हैं। केशिकाऐं परस्पर मिलकर समस्त शरीर में वृहद् जाल बनाती हैं। इनकी भित्ति का निर्माण केवल अन्तः उपकला द्वारा होता है। इनकी भित्ति जल एवं घुलित पदार्थों के लिए पारगम्य होती है। केशिकाओं में रूधिर बहुत धीमे बहता है। रूधिर एवं शरीर की कोशिकाओं के मध्य विभिन्न पदार्थों का विनिमय केशिकाओं द्वारा ही होता है।

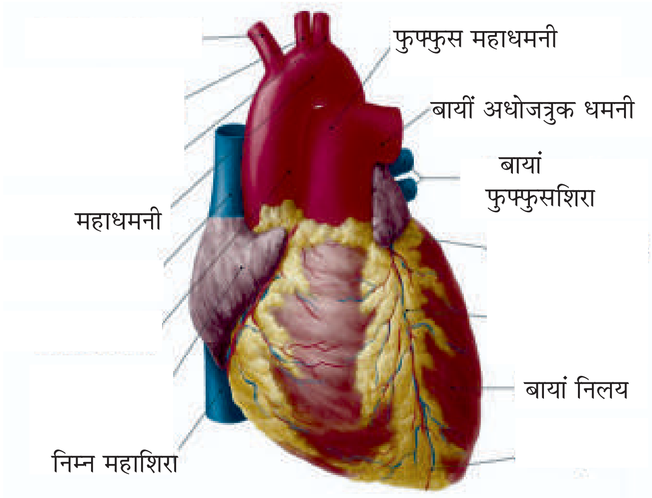
शिरा एवं शिरिकाऐं (Veins and venules):- शरीर के विभिन्न भागों में रूधिर को हृदय की ओर लाने वाली वाहिकाओं को **शिरा** कहते है। केशिकाओं से रूधिर शिरा की बहुत पतली शाखाओं में आता है। इन पतली शाखाओं को **शिरिका** कहते हैं। शिरिका की भित्ति में कौलेजन तंतुओं की पतली परत होती है। ये दृढ़ एवं अप्रत्यास्थ होती हैं। शिरिकाओं से रूधिर शिराओं में आता है। शिराओं की मध्य कंचुक भित्ति स्तर पतली होती है। इनमें पेशी एवं प्रत्यास्थ तंतु कम होते हैं। इसलिए ये कम लचीली होती है। इनका आंतरिक व्यास धमनी की तुलना में अधिक होता है। लम्बी तथा निचले भागों की शिराओं में पूरी लम्बाई में जगह-जगह **कपाट** (Valve) होते हैं। ये रूधिर का विपरीत दिशा में प्रवाह रोकते हैं। इनमें रूधिर प्रवाह धीमा तथा कम दाब पर बहता है। शरीर की सबसे बड़ी शिराऐं उर्ध्व तथा निम्न महाशिराऐं हैं जो अशुद्ध रूधिर हृदय में लाती हैं। फुफ्फुस शिराऐं (Pulmonary veins) शुद्ध रूधिर हृदय में लाती है।

हृदय की बाह्य संरचना (External structure of human heart)

मानव का हृदय एक पेशीय अंग होता है। इसका आकार मनुष्य की मुटठी के बराबर होता है। इसकी उत्पत्ति मध्यजन स्तर (Mesoderm) से होती है। मानव का हृदय वक्ष गुहा में कुछ बायीं ओर दोनों फेफड़ों के मध्य फुफ्फुस मध्यावकाश (Mediastinal space) में स्थित होता है। इसका अग्र तल उरोस्थि (Sternum) की ओर होता है। पश्चतल ग्रसिका की ओर तथा निम्न तल तनुपट की ओर होता है। हृदय दोहरी झिल्ली **हृदयावरण** (Pericardium) से घिरा रहता है। हृदयावरणों की गुहा में एक द्रव भरा रहता है जिसे **परिहृदय तरल** (Pericardial fluid) कहते हैं। यह तरल हृदय के संकुचन के समय हृदय एवं पास के ऊतकों के मध्य घर्षण को कम करता है।

मानव हृदय की भित्ति तीन स्तरों से निर्मित होती है। सबसे बाहरी स्तर तंतुमय होता है, जिसे **अधिहृदय स्तर** (Epicardium) कहते हैं। मध्य स्तर मोटा पेशीय होता है, जिसे **मध्यहृदयस्तर** (Myocardium) कहते है तथा भीतरी स्तर लचीले ऊतकों एवं अंतः उपकला का बना होता है, जिसे **अन्तहृदयस्तर** (Endocardium) कहते हैं।

हृदय का पेशीस्तर हृदय पेशियों से निर्मित होता है। हृदय की भित्ति में संयोजी ऊतक तथा रूधिर केशिकाऐं होती हैं। इसमें तंत्रिका कोशिकाओं का अभाव होता है। स्वायत्तशासी तंत्रिका तंत्र से कुछ तंतु हृदय में आते हैं।

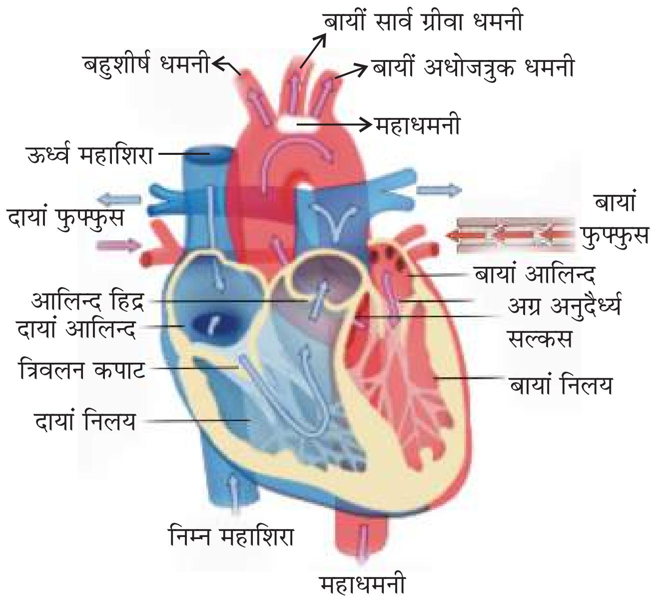


चित्र 24.3 मानव हृदय की बाह्य संरचना

मानव हृदय की आंतरिक संरचना (Internal structure of human heart):- मानव हृदय में चार कक्ष होते हैं। दो पतली भित्ति वाले ऊपरी कक्ष **आलिन्द** (Auricle) तथा दो मोटी भित्ति वाले नीचले कक्ष **निलय** (Ventricle) कहलाते हैं। आलिन्दों व निलियों के मध्य एक दरार होती है जो इन्हें आपस में पृथक करती है, इसे **आलिन्द निलय दरार** या **कॉरोनरी सल्कस** कहते है। दायें व बायें निलयों के मध्य अग्र तथा पश्च अन्तर निलय सल्कस पाये जाते हैं। शरीर के विभिन्न भागों से रूधिर आलिन्दों में लाया जाता है।

फेफड़ों से ऑक्सीजनित (शुद्ध) रूधिर चार फुफ्फुस शिराओं द्वारा बायें आलिन्द में लाया जाता है। हृदय की भित्तियों के अतिरिक्त शरीर के सभी भागों से अनाक्सीजनित (अशुद्ध) रूधिर ऊर्ध्व महाशिरा तथा निम्न महाशिरा द्वारा दायें आलिन्द में लाया जाता है। हृदय से

अशुद्ध रूधिर को हृदय शिरा तथा कोरानरी साइनस द्वारा दायें आलिन्द में लाया जाता है। दायें निलय से फुफ्फुस कांड (Pulmonary trunk) निकल कर दो शाखाओं में विभाजित हो जाता है जो फुफ्फुस धमनियों के रूप में अपनी ओर के फेफड़े में अशुद्ध रक्त ले जाती है। सबसे बड़ी धमनी वाहिका बायीं महाधमनी (Left aorta) बायें निलय से निकलती है जो शरीर के सभी भागों (हृदय के अतिरिक्त) में शुद्ध रूधिर ले जाती है। हृदय को हृदय धमनियाँ (Coronary arteries) शुद्ध रूधिर ले जाती है।



चित्र 24.4 मानव हृदय की आंतरिक संरचना

हृदय के चारों कक्ष अन्दर से पटों (Septa) एवं कपाटों (Valves) द्वारा पृथक रहते हैं। दायें एवं बायें आलिन्दों के मध्य **अन्तर-आलिन्द पट** (Inter- auricular septum) होता है। इस पट पर एक अण्डाकार गर्त होती है जिसे **अण्डाकार खात** (Fosa ovalis) कहते है। शिशु के हृदय में इस गर्त के स्थान पर ही छिद्र होता है जिसे अण्डाकार छिद्र (Foramen ovale) कहते हैं। दोनों निलयों के मध्य **अन्तर-निलय पट** (Inter ventricular septum) पाया जाता है। आलिन्दों एवं निलयों के मध्य संयोजी ऊतक से बना **आलिन्द-निलय पट** (Atrio venticular septum) होता है। आलिन्द व निलय परस्पर आलिन्द-निलय छिद्रों द्वारा सम्बंधित होते हैं। ये छिद्र आलिन्द निलय कपाटों द्वारा रक्षित होते हैं। ये कपाट निलयों से आलिन्दों की ओर रूधिर प्रवाह को रोकते हैं। बायें आलिन्द व बायें निलय के मध्य द्विवलन या मिट्रल (Bicuspid or mitral) कपाट पाया जाता है। दायें आलिन्द एवं दायें निलय के मध्य उपस्थित कपाट को त्रिवलन (Tricuspsid) कपाट कहते हैं। कपाटों के वलन तंतुमय रज्जु कण्डरीय रज्जु (Chordae tendinae) द्वारा निलयों की भित्ति से उभरी हुई पैपिलरी पेशियों (Papillary muscles) के साथ जुड़े रहते हैं। ये रज्जु कपाटों को खींचे रहते हैं तथा आलिन्दों की ओर पलटने से रोकते हैं। फुफ्फुसीय तथा महाधमनी काण्डों के अन्दर तीन-तीन अर्धचन्द्राकार कपाट (Semilunar valves) पाये जाते हैं जो रूधिर को वापिस निलयों में आने से रोकते हैं। महाशिराओं एवं फुफ्फुसीय शिराओं के हृदय में खुलने वाले छिद्रों पर पेशीय वलय पाये जाते हैं जो संकुचित होकर शिराओं में वापस जाने वाले रूधिर को रोकते हैं। निलयों की भित्तियाँ अधिक मोटी होती हैं। इसकी पेशियाँ निलय में अन्दर की ओर उभरकर पैपिलरी पेशियाँ बनाती है। बायें निलय की भित्ति दायें निलय की भित्ति की तुलना में लगभग तीन गुना मोटी होती है।

हृदय की कार्य प्रणाली (Working of heart) :- मानव का हृदय पेशीय पम्प के समान कार्य करता है। हृदय शरीर के सभी भागों से इसमें आने वाले रूधिर को शरीर के सभी भागों में पम्प करता है। हृदय का यह कार्य आलिन्द और निलय के लयबद्ध संकुचन एवं विश्रान्ति से सम्पन्न होता है।

हृदय की कार्यप्रणाली को दो भागों (1) हृदय स्पंदन (2) हृदय चक्र में, बाँटकर समझा जा सकता है।

1. हृदय स्पंदन (Heart beat):- हृदय के लयबद्ध संकुचन को हृदय स्पंदन कहते हैं। अधिकांश पेशियाँ प्रेरक तंत्रिका से उद्दीपित होने पर संकुचित होती हैं, लेकिन हृदय की पेशियों का उद्दीपन स्वयं इसकी पेशियों में ही उत्पन्न होता है। इसलिए हृदय स्पंदन को **पेशीजनित** (Myogenic) कहा जाता है। हृदय में पेशियों के लयबद्ध संकुचन के लिए लयबद्ध आवेग उत्पन्न करने वाला तंत्र पाया जाता है। यह तंत्र आवेगों को हृदय में तेजी से संचित करता है। यह तंत्र विशिष्ट हृदय पेशियों से निर्मित होता है। इसे **हृदय का चालन तंत्र** (Conducting system) कहते हैं।

चालन -तंत्र का निर्माण कोटर-आलिन्द पर्वसंधि (Sinu-atrial node, SAN), अंतर पर्व संधि तंतुओं, आलिन्द-निलय पर्व संधि (Aterio ventricular node, AVN), **हिज बण्डल** (Bundle of His) एवं पुरकिंजे तंतु (Purkinje fibres) मिलकर करते हैं (चित्र 24.)

कोटर-आलिन्द पूर्व संधि (Sinu-atrial node) दायें आलिन्द के उर्ध्व महाशिरा (Superior vena cava) के छिद्र के समीप स्थित होती है। हृदय के संकुचन के लिए आवश्यक आवेग इसी पर्व संधि में उत्पन्न होते हैं। इस छोटी व चपटी संरचना का निर्माण ऐसे विशिष्ट पेशी तंतुओं द्वारा होता है, जिनमें संकुचनशीलता नहीं होती है। **SAN** की विशिष्ट पेशी कोशिकाऐं स्वउत्तेजन क्षमता के कारण स्वत: विध्रुवित होकर सक्रिय विभव उत्पन्न करती हैं। इस विशेषता के कारण हृदय में स्वचालित लयबद्ध संकुचन (Rhythmic contraction) होता है। SAN से सक्रिय विभव का संचरण शीघ्र ही दोनों आलिन्दों की भित्तियों

में फैल जाता है तथा आलिन्द लगभग एक साथ संकुचित हो जाते हैं। सक्रिय विभव या आवेग का SAN से संचरण अन्तर पर्व संधि तंतुओं (Inter nodal fibres) द्वारा AVN में भी होता है। AVN अन्तर आलिन्द पट पर दायें आलिन्द में स्थित होता है। AVN से आवेग का संचरण हिज के समूह एवं पुरकिंजे तंतुओं द्वारा दोनों निलयों की भित्ति में होता है। इन तंतुओं द्वारा निलयों में संचरण तीव्र गति से होता है, लेकिन AVN में आवेग का संचरण धीमी गति से होता है। इसलिए आवेग निलय में कुछ विलम्ब से पहुँचते हैं। आलिन्दों का संकुचनपूर्ण हो जाने के बाद ही दोनों निलयों में आवेग संचरित होता है और निलयों का संकुचन होता है।

SAN हृदय की **गति निर्धारक** (Pace-maker) का कार्य करता है। इसके आवेग उत्पन्न करने की दर 72 से 80 प्रति मिनिट होती है जो AVN एवं अन्य तंतुओं की उत्तेजनशीलता की दर से काफी अधिक है। इसलिए यह हृदय के अन्य संधि पर्वो व तंतुओं के स्वः उत्तेजनशीलता का नियंत्रण करके हृदय दर का नियमन करता है।

2. हृदय चक्र (Cardiac Cycle):- हृदय के एक स्पंदन प्रारम्भ होने से लेकर अगले स्पंदन के प्रारम्भ होने तक हृदय के विभिन्न भागों में होने वाले परिवर्तनों के क्रम को **हृदय-चक्र** कहते है। इस प्रकार हृदय के एक स्पंदन पूर्ण होने के समय हृदय में होने वाली घटनाओं को हृदय चक्र कहा जाता है। सामान्य हृदय चक्र पूर्ण होने में 0.8 सैकण्ड लगते है। एक चक्र में दो प्रावस्थाऐं होती है। विश्रांति की प्रावस्था को **अनुशिथिलन** (Diastole) कहते हैं तथा संकुचन की प्रावस्था को **प्रकुंचन** (Systole) कहते हैं। हृदय चक्र की प्रमुख घटनाऐं- महाधमनियों, निलयों एवं आलिन्दों के दाब में परिवर्तन, निलयों के आयतन में परिवर्तन, विभिन्न कपाटों का बन्द होना एवं खुलना तथा हृदय के कक्षों का रक्त से भरना एवं रिक्त होना है। आलिन्दों की तुलना में निलयों के आयतन एवं दाब में परिवर्तन अधिक स्पष्ट होते है। हृदय चक्र के समय इसके कक्षों में भरने वाले रूधिर को निश्चित दिशा में पम्प किया जाता है।

हृदय चक्र की प्रमुख प्रावस्थाऐं निम्न है :-

(i) आलिन्दों का अनुशिथिलन (Atrial diastole):- हृदय चक्र के दौरान आलिन्द एवं निलय ज्यादा समय विश्रांत अवस्था में रहते हैं। आलिन्द लगभग 0.7 सैकण्ड विश्रांत अवस्था में रहते हैं। इनकी विश्रांत अवस्था में फेफड़ों से शुद्ध रूधिर फुफ्फुसीय शिराओं द्वारा बायें आलिन्द में तथा शरीर के अन्य भागों से अशुद्ध रूधिर महाशिराओं द्वारा दायें आलिन्द में आता रहता है। द्विवलन एवं त्रिवलन कपाट आलिन्दों की भरने की प्रारम्भिक अवस्था में बन्द रहते हैं। जैसे-जैसे आलिन्दों में रूधिर आता रहता है वैसे-वैसे इनमें रूधिर का दाब बढ़ता जाता है। जब यह विश्रांत निलयों के दाब से अधिक हो जाता है तब दोनों कपाट खुल जाते हैं तथा आलिन्दों के संकुचन से पूर्व ही अधिकांश (लगभग 75%) रूधिर निष्क्रिय प्रवाह द्वारा निलयों में भर जाता है।

(ii) आलिन्दों का प्रकुंचन (Atrial systole):- आलिन्दों का अनुशिथिलन समाप्त होते ही दोनों आलिन्द एक साथ संकुचित होते है। इसे **आलिन्द प्रकुंचन** कहते है। संकुचन के फलस्वरूप थोड़ा (लगभग 25%) ही रूधिर जो आलिंदों में बचा हुआ रहता है, निलयों में आता है। इस प्रकार दोनों निलय रूधिर से पूर्णतया भर जाते हैं। आलिन्द प्रकुंचन लगभग 0.1 सैकण्ड तक रहता है। अनुशिथिलन प्रारम्भ होते ही इनमें रूधिर आना प्रारम्भ हो जाता है।

(iii) निलयों का प्रकुंचन (Ventricular systole):- आलिन्दों का प्रकुंचन समाप्त होने के बाद निलय संकुचित होते हैं। इसे **निलय प्रकुंचन** कहते हैं। यह लगभग 0.3 सैकण्ड तक रहता है। संकुचन के कारण निलयों में दाब बढ़ता है। द्विवलन एवं त्रिवलन कपाट बन्द हो जाते हैं। इससे रूधिर का वापस आलिन्दों में प्रवाह नहीं होता है। निलयों में दाब महाधमनी एवं फुफ्फुसीय काण्ड के दाब से अधिक होते ही, इन दोनों के अर्धचन्द्राकार कपाट खुल जाते हैं और दाब सहित रूधिर इन वाहिकाओं में भेज दिया जाता है। निलयों से अधिकांश रूधिर धमनियों में चला जाता है।

(iv) निलयों का अनुशिथिलन (Vertricular diastole):- प्रकुंचन के बाद निलय विश्रांति अवस्था में आते हैं। इसे अनुशिथिलन कहते हैं। इनमें दाब कम हो जाता है। रूधिर के विपरीत दिशा में प्रवाह रोकने के लिए अर्धचन्द्राकार कपाट तुरन्त बन्द हो जाते हैं। निलयों के संकुचन के समय से ही आलिन्दों में लगातार आ रहे रूधिर का दाब धीरे-धीरे निलयों की तुलना में अधिक हो जाने से आलिन्द निलय कपाट (द्विवलन व त्रिवलन) खुल जाते हैं। निलयों का भरना प्रारम्भ हो जाता है। निलयों का अनुशिथिलन लगभग 0.5 सैकण्ड तक रहता है।

हृदय ध्वनियाँ एवं स्पंद (Heart sounds and pulse) :- हृदय के कपाटों के बन्द होने से ध्वनि उत्पन्न होती है। निलय प्रकुंचन के समय आलिन्द निलय कपाटों के बन्द होने से उत्पन्न ध्वनि को प्रथम हृदय ध्वनि (I^{st} Sound) कहते है। इसे सामान्य भाषा में 'लब' (Lubb) कहा जाता है। इसी प्रकार निलय अनुशिथिलन के समय अर्घचन्द्राकार कपाटों के बन्द होने से भी ध्वनि उत्पन्न उत्पन्न होती है। इस ध्वनि को द्वितीय हृदय ध्वनि (II^{nd} Sound) कहते हैं। इसे 'डप' (Dup) कहा जाता है।

दोहरा रक्त परिसंचरण
(Double Blood Circulation)

मानव में रूधिर के परिसंचरण को दोहरा परिचंरण (Double circulation) कहते है क्योंकि शरीर में परिसंचरण पूर्ण होने के लिए

रूधिर हृदय में से दो बार गुजरता है। पहले अशुद्ध रूधिर शरीर के विभिन्न भागों में से हृदय के दायें भाग में आता है जिसे फेफड़ों में शुद्ध होने के लिए भेजा जाता है। फेफड़ों में शुद्ध होने के बाद रूधिर पुनः हृदय के बायें भाग में आता है जहाँ से इसे शरीर के भागों में भेजा जाता है। (चित्र 24.4)

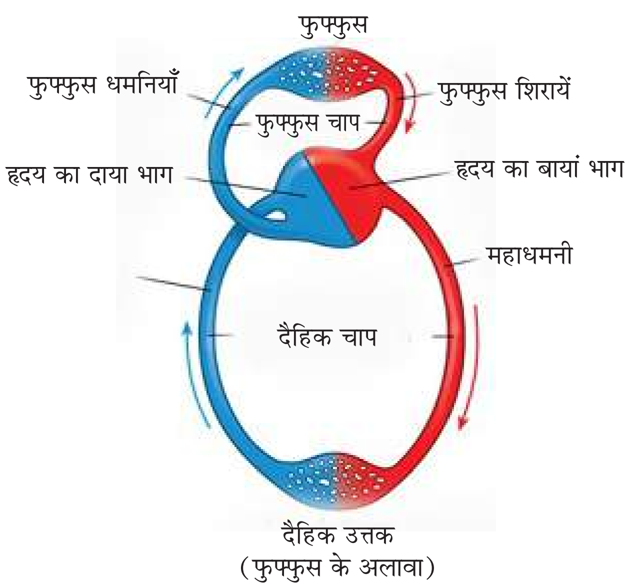
दो अग्र महाशिराओं तथा एक पश्च महाशिरा द्वारा शरीर के विभिन्न भागों से रक्त एकत्रित कर दाहिने आलिन्द (Right auricle) में डाला जाता है। यह रक्त फुफ्फुसीय चाप द्वारा फेफड़ों में पहुँचता है। वहाँ रक्त का ऑक्सीजनीकरण होता है। फेफड़ों से शुद्ध रक्त फुफ्फुसीय शिराओं द्वारा बायें आलिन्द में आता है और वहाँ से बायें निलय में पहुँचता है। निलय से ग्रीवा-दैहिक चाप (Carotico systemic arch) द्वारा शरीर के विभिन्न भागों में शुद्ध रक्त पहुँचता है।

दोहरा रक्त परिसंचरण का महत्व

(Significance of double blood circulation)

1. ऑक्सीजन युक्त रक्त तथा ऑक्सीजन रहित रक्त हृदय तथा रक्त वाहिनियों में कभी नहीं मिलता यानि हमेशा पृथक रहता है।

2. रक्त शरीर में एक चक्र पूरा करने में हृदय से दो बार गुजरता है पहली बार शरीर का समस्त अशुद्ध रक्त दाहिने आलिन्द तथा निलय में होकर फेफड़ों में जाता है तथा दूसरी बार फेफड़ों से फुफ्फुस शिराओं द्वारा शुद्ध रक्त बायें आलिन्द में फिर बायें निलय में और वहाँ से एक महाधमनी द्वारा समस्त शरीर में जाता है। इस प्रकार स्पष्ट है कि एक परिसंचरण चक्र पूरा होने में रक्त हृदय से दो बार गुजरता है, इसी को दोहरा रक्त परिसंचरण कहते है।



चित्र 24.5 : रुधिर का दोहरा परिसंचरण

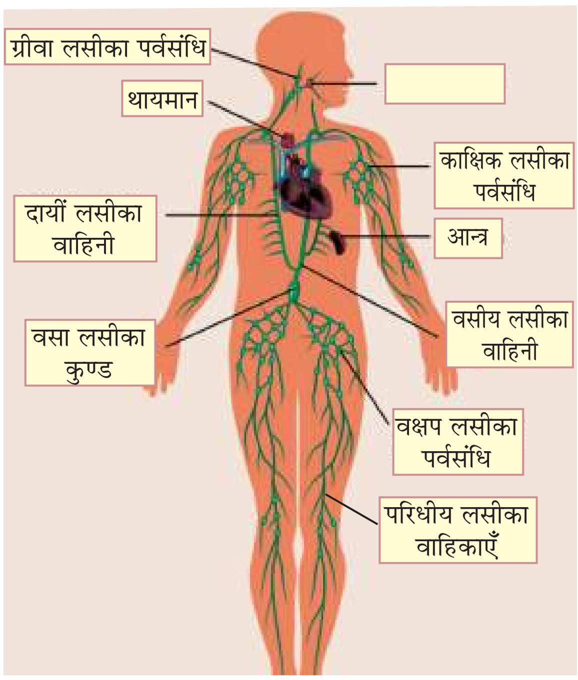
लसीका तंत्र

(Lymphatic System)

लसीका तंत्र, लसीका (Lymph), लसीका वाहिनियों (Lymph vessels) तथा लसीका पर्व (Lymph nodes) से मिलकर बनता है।

1. लसीका (Lymph) :- लसीका तंत्र में लसीका तरल रूप में बहता है। रूधिर केशिकाओं (Blood capillaries) में रक्त दाब से छन जाता है और वही लसीका कहलाता है। यह रंगहीन, अल्पपारदर्शक (Translucent), क्षारीय (Alkaline), संवहन ऊतक (Vascular tissue) है। यह रक्त के प्लाज्मा जैसा ही होता है। अंतर केवल इतना ही है कि इसमें प्रोटीन, कैल्सियम व फॉस्फोरस रक्त प्लाज्मा से कम मात्रा में होते है और उत्सर्जी पदार्थ अधिक होते है। लसीका में थ्रोम्बोसाइट्स व लाल रूधिर कणिकायें नहीं होती है। इसमें लसीका कोशिकायें या लसीकाणु (Lymphocytes) पाये जाते है।

2. लसीका वाहिनियाँ (Lymph vessels):- लसीका भी रक्त के समान शरीर में बहता है। शरीर के विभिन्न ऊतक लसीका में डूबे रहते हैं। गैस तथा पदार्थों का विनिमय रक्त व कोशिकाओं के मध्य लसीका द्वारा होता है। लसीका वाहिनियाँ शिराओं की तरह होती हैं। लसीका वाहिनियों में लसीका हमेशा अंगों से हृदय की ओर बहता है। शिराओं की अपेक्षा इनमें दाब कम होता है। लसीका का बहाव लसीका वाहिनियों की भित्ति एवं इधर-उधर उपस्थित पेशियों के संकुचन के कारण होता है। इस तंत्र में अनेक छोटी-छोटी वाहिनियाँ होती है।



चित्र 24.6 : मनुष्य का लसीका तंत्र

रूधिर व लसीका में अंतर

रूधिर (Blood)	लसीका (Lymph)
1. यह सामान्यत: लाल रंग का होता है।	1. यह रंगहीन होता है।
2. इसमें लाल रूधिर कणिकाऐं होती है।	2. इसमें लाल रूधिर कणिकाऐं नहीं होती हैं।
3. इसमें श्वेत रूधिर कणिकाऐं कम होती है।	3. इसमें श्वेत रूधिर कणिकाऐं अधिक होती है।
4. इसमें प्रोटीन की मात्रा अधिक होती है।	4. इसमें प्रोटीन की मात्रा कम होती है।
5. इसमें पोषक पदार्थ तथा ऑक्सीजन की मात्रा अधिक होती है।	5. इसमें पोषक पदार्थ तथा ऑक्सीजन की मात्रा कम होती है।
6. रूधिर सामान्य तरल संयोजी ऊतक है।	6. लसीका छना हुआ रूधिर है।

इस तंत्र की बड़ी वाहिनियाँ निम्न है:-

(i) वक्षीय वाहिनी (Thoracic duct):- यह सिर के दायें भाग ग्रीवा तथा वक्ष के अतिरिक्त पश्च पादों, श्रोणी क्षेत्र, उदर व शरीर के अग्र एवं बायें भाग, सिर, गर्दन, वक्ष व अग्र पादों से रक्त को लसीका को लाती है और बायी अधेजत्रुक (Subclavian) शिरा एवं आंतरिक ग्रीवा शिरा (Internal jugular vein) से प्रारम्भ होकर वक्ष में खुलती है।

(ii) दायीं लसीका वाहिनी (Right lymphatic duct):- यह ग्रीवा में स्थित होती है। शरीर के अग्रभाग तथा दाये सिर, गर्दन व अग्रपाद तथा वक्ष लसीका को एकत्रित करके लाती है। यह दायीं अधोजत्रुक शिरा व दायीं ग्रीवा शिरा के संधिस्थल पर शिरातंत्र में खुलती है।

3. लसीका पर्व (Lymph nodes):- लसीका वाहिनियों में जगह-जगह लसीका गांठे स्थित होती हैं। इन गाठों में लसीका कोशिकाओं का जाल लिम्फोसाइट कणिकाऐं स्थित होती है। लसीका गांठे सिर, गर्दन, बगलों, रागों (Groin) आदि में बड़ी रूधिर वाहिनियों के समीप स्थित होती हैं। टॉन्सिल्स (Tonsils) भी लसीका गांठें ही हैं।

लसीका तंत्र का कार्य:- (i) लसीका रक्त व ऊतकों के मध्य मध्यस्थ का कार्य करता है। यह रक्त से पचित भोज्य पदार्थों व O_2 को लेकर ऊतकों को तथा ऊतकों से उत्सर्जी पदार्थों, हार्मोन लेकर रक्त में देता है।

(ii) लसीका तंत्र अवशोषित पोषक पदार्थों विशेष रूप से वसा (ग्लिसरॉल एवं वसीय अम्ल) के परिवहन में सहायक है।

(iii) आंत्र में अवशोषित वसा लेक्टियल या क्षीर वाहिकाओं (Lacteal vessels) के माध्यम से पहले लसीका तंत्र में जाती है और वहाँ से शिरा तंत्र में जाती है।

(iv) लसीका में उपस्थित श्वेत रूधिर कणिकायें रोगाणुओं का भक्षण करती हैं।

हृदय एवं परिसंचरण तंत्र सम्बंधी रोग

(Diseases related to heart and circulatory system)

1. उच्च रक्त चाप (Hypertension) :- सामान्य स्वस्थ मनुष्य में क्रमश: प्रकुंचन एवं अनुशिथिलन के समय धमनी में दाब क्रमश: 120 तथा 80 मिमी. Hg के बराबर होता है। जब धमनी रूधिर का प्रकुंचन दाब 140 अथवा उच्च तथा अनुशिथिलन दाब 80 मिमी. Hg से अधिक लगातार बना रहता है, तब इसे उच्च रक्तचाप कहते हैं। उच्च रक्त चाप से हृदय, मस्तिष्क एवं वृक्क पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।

2. हृदय धमनी रोग CAD; (Coronary Artery Diseases) :- यह रोग एथिरोकाठिन्य या एथिरोस्क्लेरोसिस के रूप में बताया जाता है। इसमें हृदय पेशी को रक्त पहुँचाने वाली वाहिनियाँ प्रभावित होती हैं। ऐसा धमनियों के अन्दर वसा, केल्शियम तथा रेशाऊतक के जमाव से होता है। इससे धमनी की गुहा संकरी हो जाती है।

3. हृदयपात (Heart failure):- इस अवस्था में हृदय शरीर के विभिन्न भागों को आवश्यकतानुसार रक्त की पर्याप्त आपूर्ति नहीं कर पाता है। इसे सकुलित हृदयपात भी कहते हैं। इस बीमारी का प्रमुख लक्षण फुफ्फुस का संकुचन हो जाना है। हृदय पात हृदय आघात की भाँति नहीं होता है, हृदय आघात में हृदय की धड़कन एक दम रूक जाती है, जबकि हृदयपात में हृदय पेशी को रक्त आपूर्ति अचानक अपर्याप्त हो जाने से क्षति पहुँचती है।

4. हृदयशूल (Angina) :- इस रोग में हृदय की भित्ति को रक्त सही प्रकार से नहीं मिलता है क्योंकि कोरोनरी धमनी में संकुचन अथवा थक्का बन जाता है। अत: हृदय पेशी को O_2 पर्याप्त मात्रा में नहीं मिलती है। इससे सीने व कंधे में तीव्र दर्द हो जाता है। इससे आर्टीरियोस्क्लीरोसिस (Arteriosclerosis) हो जाता है। यह स्त्री व पुरूष दोनों में किसी भी उम्र में हो सकता है। यह रोग वृद्धावस्था व

मध्यावस्था में अधिक होता है।

5. मायोकार्डियल इन्फ्राक्शन (Myocardial Infraction) :- इसे हृदय आघात (Heart attack) भी कहते हैं। कोरोनरी धमनी में अवरोध से हृदय पेशियों को पर्याप्त रूधिर नहीं मिलता है जिससे पेशियाँ क्षतिग्रस्त हो जाती हैं और पूरी क्षमता से कार्य नहीं कर पाती हैं।

6. कपाटीय रोग (Valvular disease) :- हृदय के कपाट ठीक कार्य नहीं करते जिससे रक्त विपरीत दिशा में जाता है। इसे कपाटीय रोग कहते हैं। इससे शुद्ध व गन्दा रक्त आपस में मिश्रित हो जाते हैं।

7. कोरोनरी थ्रोम्बोसिस (Coronary thrombosis) :- कोरोनरी धमनी में थक्का बनने से हृदय पेशियों को पर्याप्त रक्त नहीं मिलता है। परिणाम स्वरूप हृदय शूल होता है।

8. हृदय अवरोध (Heart block) :- इस रोग में हिस के बन्डल ठीक से कार्य नहीं करते हैं क्योंकि SA node से उत्पन्न आवेग निलय तक नहीं पहुँच पाता है जिसके कारण निलय की गति नहीं होती और परिसंचरण रूक जाता है।

9. रयूमेटिक हृदय रोग (Rheumatic heart disease):- यह रोग जीवाणु *स्ट्रेप्टोकोकस विरिडेन्स* के संक्रमण से होता है। इस रोग के कारण हृदय के कपाट ठीक से कार्य नहीं करते हैं और हृदय पेशियाँ कमजोर हो जाती हैं।

10. निलयी तंतुकता (Ventricular fibrillation):- निलय का प्रत्येक भाग पृथक-पृथक संकुचन करता है अंत में समन्वय व लय टूट जाती है।

11. पेरीकार्डियाटिस (Paricardiatis):- जीवाणु के संक्रमण से पेरीकार्डियम में सूजन आ जाती है तथा अधिक पेरीकार्डियल द्रव जमा हो जाता है। इससे हृदय बढ़ जाता है और दबाव में रहता है। यह घातक अवस्था है।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. मानव में शरीर के विभिन्न भागों में पोषक पदार्थों एवं ऑक्सीजन तथा अपशिष्ट पदार्थों के परिवहन के लिए रक्त परिसंचरण तंत्र होता है।
2. रक्त परिसंचरण तंत्र दो प्रकार के होते है- खुला एवं बन्द रक्त परिसंचरण तंत्र।
3. रूधिर परिसंचाण तंत्र के तीन घटक होते हैं- रूधिर, हृदय एवं रूधिर वाहिकाऐं।
4. रूधिर की संरचना में प्लाज्मा, रक्ताणु, श्वेताणु एवं पट्टिकाणु पाये जाते हैं।
5. रक्त के प्रमुख कार्य- O_2 का परिवहन, CO_2 का परिवहन, ताप का नियमन, रोगों से बचाव, चोटों की मरम्मत, उत्सर्जी पदार्थों का संवहन एवं रक्त का थक्का बनना है।
6. मानव के रूधिर को ए, बी, एबी, और ओ समूहों में बाँटा जाता है। प्रत्येक समूह Rh^+ अथवा समूह Rh^- हो सकता है।
7. रूधिर O समूह सार्वत्रिक दाता कहलाता है।
8. रूधिर AB समूह सार्वत्रिक ग्राही कहलाता है।
9. रूधिर वाहिकाओं से बाहर आते ही रूधिर के अवयव एक जैल समान संरचना में परिवर्तित हो जाते है। जिसे थक्का (Clot) कहते है।
10. हृदय एक पेशीय पम्प के समान कार्य करता है।
11. मानव के हृदय के चार कक्ष होते हैं। दायें आलिन्द एवं निलय में अशुद्ध तथा बायें आलिन्द एवं निलय में शुद्ध रूधिर का प्रवाह होता है।
12. हृदय के लयबद्ध संकुचन को हृदय स्पंदन कहते हैं।
13. SAN को गति निर्धारक कहते हैं।
14. हृदय चक्र में दो प्रावस्थाऐं- प्रकुंचन एवं अनुशिथिलन होती हैं।
15. हृदय के निलय प्रकुंचन के समय आलिन्द निलय कपाटों के बन्द होने से उत्पन्न ध्वनि को सामान्य भाषा में 'लब' (Lubb) कहते हैं।
16. हृदय के निलय अनुशिथिलन के समय अर्ध चन्द्राकार कपाटों के बन्द होने से उत्पन्न ध्वनि को सामान्य भाषा में 'डप' (Dup) कहते हैं।
17. मानव में दोहरा रक्त परिसंचरण पाया जाता है- फुफ्फुसीय एवं दैहिक परिसंचरण।
18. लसीका तंत्र का निर्माण लसीका, लसीका वाहिकाऐं तथा लसीका पर्व द्वारा होता है।
19. हृदय परिसंचरण के प्रमुख रोग- उच्च रक्त चाप, हृदयपात, हृदय शूल, धमनी रोग, कपाटीय रोग आदि है।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुवैकल्पिक प्रश्न

1. मानव के हृदय की उत्पत्ति होती है-
   (अ) एन्डोडर्मल (ब) एक्टोडर्मल
   (स) मीसोडर्मल (द) एन्डोमीसोडर्मल
2. रक्त-

(अ) एक ऊतक है (ब) एक ऊतक नहीं है।
(स) तरल आधात्री ऊतक है।
(द) तरल संयोजी ऊतक है।

3. अधिक ऊँचाई पर मनुष्य के रक्ताणु में होगी–
(अ) संख्या में वृद्धि (ब) आकार में वृद्धि
(स) आकार में कमी (द) संख्या में कमी

4. हृदय में संकुचन प्रारम्भ होता है–
(अ) बायें निलय से (ब) दायें आलिन्द से
(स) बायें आलिन्द से (द) दायें निलय से

5. रक्त का थक्का बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं–
(अ) न्यूट्रोफिल्स (ब) थ्रोम्बोसाइट्स
(स) एरिथ्रोसाइट्स (द) मोनोसाइट्स

6. निलय संकुचन किसके नियंत्रण में होता है?
(अ) AVN (ब) पुर्किंजे तंतु
(स) SAN (द) पैपिलरी पेशियाँ

7. रूधिर स्कंदन के लिए आवश्यक आयन है–
(अ) K^+ (ब) Na^+
(स) Fe^{2+} (द) Ca^{2+}

8. लसीका कार्य करता है–
(अ) मस्तिष्क को O_2 देना
(ब) CO_2 का परिवहन
(स) लसीका ग्रंथि को श्वेताणु वापस करना
(द) रूधिर को अंतराली तरल वापस देना

9. स्वस्थ मनुष्य का रक्त चाप सामान्यत: होता है–
(अ) 140/90 (ब) 120/80
(स) 110/70 (द) 130/60

अतिलघूत्तरात्मक प्रश्न

1. लाल रूधिर कणिकाओं का निर्माण कहाँ होता है?
2. रक्त स्कंदन के लिए आवश्यक प्रोटीन कौन सी है?
3. किस रूधिर समूह के व्यक्ति को सार्वत्रिक ग्राही कहते हैं?
4. गति निर्धारक किसे कहते है?
5. हृदय चक्र किसे कहते हैं?
6. किस रूधिर समूह के व्यक्ति को सार्वत्रिक दाता कहते है?
7. प्लाज्मा किसे कहते हैं?
8. इरिथ्रोब्लास्टोसिस फीटेलिस किसे कहते हैं?
9. दोहरा रक्त परिसंचरण को परिभाषित करो।

लघूत्तरात्मक प्रश्न

1. खुला व बन्द रक्त परिसंचरण तंत्र में अंतर लिखो।
2. रक्त के कार्य लिखो।
3. मानव के रूधिर वर्ग बताओ।
4. आर. एच. तंत्र को समझाओ।
5. शिरा व धमनी में अंतर लिखो।
6. दोहरा रक्त परिसंचरण का महत्व समझाओ।
7. रूधिर व लसीका में अंतर लिखो।

निम्बंधात्मक प्रश्न

1. मानव हृदय की बाह्य संरचना का सचित्र वर्णन कीजिए।
2. मानव हृदय की आंतरिक संरचना का सचित्र वर्णन कीजिए।
3. मानव हृदय की कार्य प्रणाली समझाओ।
4. रूधिर के थक्का बनने की क्रिया विधि को समझाओ।
5. लसीका तंत्र का वर्णन करो।
6. मानव में रक्त परिसंचरण तंत्र सम्बंधी रोगों का वर्णन करो।

उत्तरमाला

1. (स) 2. (द) 3. (अ) 4. (ब) 5. (ब) 6. (स) 7. (द) 8. (द) 9. (ब)

❑❑❑