

Circulatory System

परिभाषा:

Circulatory System (रक्त संचार तंत्र या Cardiovascular System) एक ऐसा तंत्र है जिसमें हृदय (heart), रक्त (blood) और रक्त-वाहिकाएँ (blood vessels) मिलकर पूरे शरीर में रक्त, ऑक्सीजन, पोषक तत्व और अपशिष्टों को परिवहन करते हैं।

मुख्य अवयव (Components):

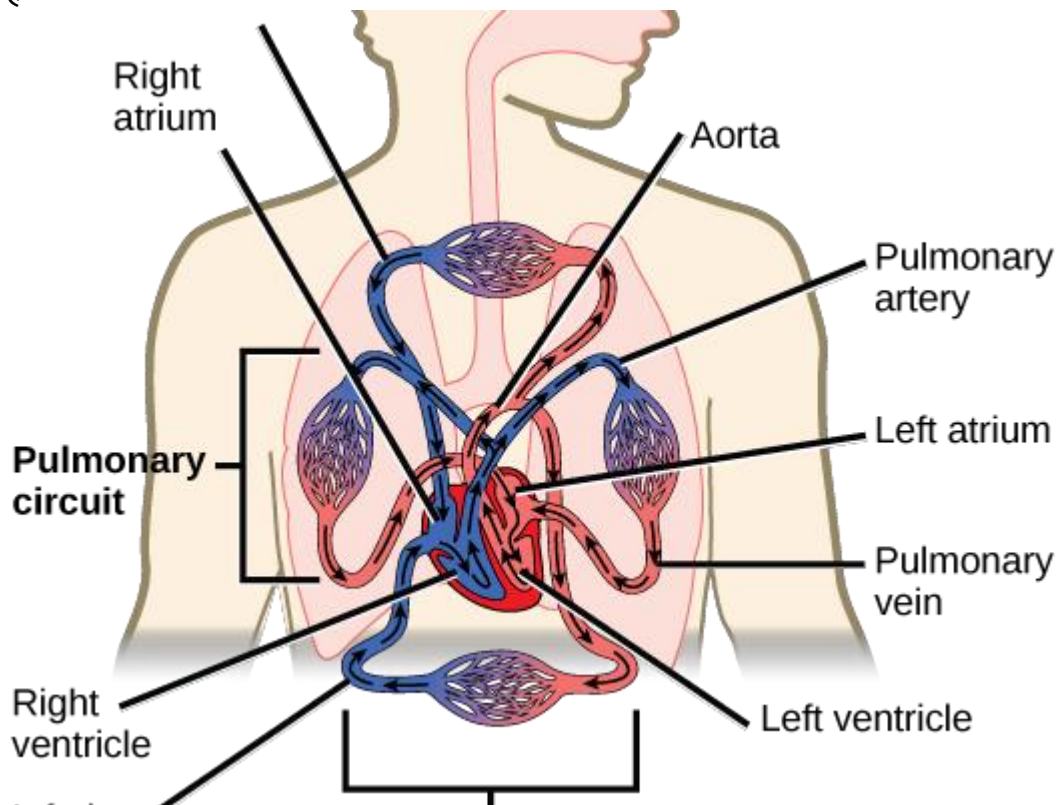
1. Heart (हृदय)
2. Blood (रक्त)
3. Blood Vessels (रक्त वाहिकाएँ) — Arteries (धमनी), Veins (शिराएँ), Capillaries (केशिका-नलिकाएँ)

कार्य (Functions):

- ऑक्सीजन एवं पोषक तत्वों को कोशिकाओं तक पहुँचाना
- CO₂ तथा अन्य अपशिष्ट पदार्थों को कोशिकाओं से निकाल देना
- रोग प्रतिरोधन (immunity) में योगदान देना (WBC, antibodies आदि ले जाना)
- शरीर का तापमान, pH संतुलन व जल-लवण संतुलन नियंत्रित करना
-

खास विशेषताएँ:

- मानव रक्त संचार तंत्र **closed circulatory system** है (रक्त हमेशा वाहिकाओं के अंदर रहता है)
- **Double circulation (दोहरा संचार)** — रक्त हृदय से फेफड़ों व बाकी शरीर दोनों ओर जाता है



HEART (हृदय) –

1. परिभाषा / Definition

English:

The heart is a muscular organ that pumps blood throughout the body through the circulatory system.

हिंदी:

हृदय एक पेशीय अंग (muscular organ) है जो रक्त संचार तंत्र के माध्यम से पूरे शरीर में रक्त पंप करता है।

2. स्थान और आकार / Location and Size

- **English:** Located in the thoracic cavity between the lungs, slightly tilted to the left.
- **Hindi:** यह वक्ष गुहा (thoracic cavity) में, फेफड़ों के बीच, थोड़ा बाएँ झुका हुआ होता है।
- **Size:** About the size of a clenched fist (मुट्ठी जितना)।
- **Weight:** ~250-300g in females, ~300-350g in males.

3. संरचना / Structure of Heart

(A) बाहरी संरचना / External Structure:

- शंकु (cone) के आकार का, मोटी पेशियों से बना।
- बाहर से **Pericardium** नामक दोहरी झिल्ली से घिरा होता है, जिसमें **pericardial fluid** होता है — यह घर्षण से रक्षा करता है।

(B) आंतरिक संरचना / Internal Structure:

✓ 4 Chambers / चार कक्ष:

English	हिंदी
Right Atrium	दायाँ अलिंद (ऊपरी दायाँ कक्ष)
Right Ventricle	दायाँ निलय (निचला दायाँ कक्ष)
Left Atrium	बायाँ अलिंद (ऊपरी बायाँ कक्ष)
Left Ventricle	बायाँ निलय (निचला बायाँ कक्ष)

❑ **Fact:**

Left ventricle की दीवार सबसे मोटी होती है क्योंकि यह पूरे शरीर में रक्त भेजती है।

(C) **वाल्व्स / Valves in Heart:**

Valve Name	Between	Hindi Meaning
Tricuspid Valve	Right Atrium & Right Ventricle	त्रिकपाटी वाल्व
Bicuspid/Mitral Valve	Left Atrium & Left Ventricle	द्विकपाटी वाल्व
Pulmonary Valve	Right Ventricle & Pulmonary Artery	फुफ्फुसीय वाल्व
Aortic Valve	Left Ventricle & Aorta	महाधमनी वाल्व

❑ **Function of Valves:**

Valves ensure unidirectional flow of blood and prevent backflow.

वाल्व्स एक-दिशात्मक रक्त प्रवाह बनाए रखते हैं और पीछे बहने से रोकते हैं।

❑ **4. रक्त का प्रवाह (Blood Flow Through Heart)**

❑ **Double Circulation** – दोहरा संचार:

रक्त हृदय में दो बार घूमता है – एक बार फेफड़ों की ओर (Pulmonary Circulation), और एक बार शरीर की ओर (Systemic Circulation)।

- 1. Body → Vena Cava → Right Atrium → Tricuspid Valve → Right Ventricle → Pulmonary Artery → Lungs**
(शरीर से ऑक्सीजनहीन रक्त → दायाँ अलिंद → दायाँ निलय → फेफड़े)
- 2. Lungs → Pulmonary Veins → Left Atrium → Bicuspid Valve → Left Ventricle → Aorta → Body**
(फेफड़ों से ऑक्सीजनयुक्त रक्त → बायाँ अलिंद → बायाँ निलय → शरीर)

❑ **5. कार्य / Functions of Heart**

English

हिंदी

Pumps oxygenated blood to the body शरीर को ऑक्सीजनयुक्त रक्त पंप करना

English

हिंदी

Pumps deoxygenated blood to the lungs ऑक्सीजनहीन रक्त को फेफड़ों तक भेजना

Maintains blood pressure

रक्तचाप को बनाए रखना

Coordinates rhythmic contractions

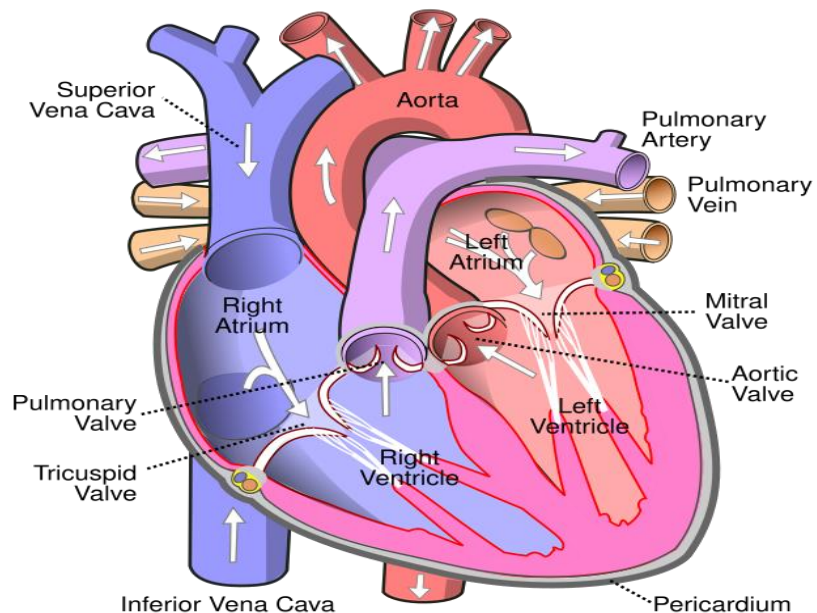
लयबद्ध संकुचन से पूरे शरीर में रक्त संचार

6. हृदय की गति और नियंत्रण / Heartbeat & Control

- **SA Node (Sinoatrial Node):** Natural pacemaker of the heart.
→ स्वाभाविक पेसमेकर, हृदय की गति नियंत्रित करता है।
- **AV Node, Bundle of His, Purkinje fibers** — विद्युत संकेत को निलयों में पहुँचाते हैं।
- **Normal Heartbeat:** 72 beats per minute in adults.

याद रखने योग्य बातें (Key Points to Remember)

- हृदय में दो तरह के रक्त नहीं मिलते (oxygenated & deoxygenated)
- बायाँ भाग ऑक्सीजनयुक्त रक्त से भरता है; दायाँ भाग ऑक्सीजनहीन रक्त से
- शुद्ध रक्त शरीर को भेजा जाता है; अशुद्ध रक्त फेफड़ों को
- वाल्व्स बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं — रक्त को वापस जाने से रोकते हैं



Blood / रक्त

परिभाषा / Definition:

English:

Blood is a specialized connective tissue that circulates throughout the body and performs vital transport, protective, and regulatory functions.

हिंदी:

रक्त एक विशेष प्रकार का संयोजी ऊतक (connective tissue) है, जो पूरे शरीर में संचार करता है और परिवहन, सुरक्षा तथा नियमन (regulation) जैसे महत्वपूर्ण कार्य करता है।

Components of Blood / रक्त के घटक

रक्त दो मुख्य भागों में बाँटा जाता है:

(A) Plasma (प्लाज़्मा) – 55%

English: Straw-colored fluid that is 90–92% water.

Hindi: पीले रंग जैसा तरल, जो 90–92% जल से बना होता है।

Main contents:

- Water (जल)
- Proteins – albumin, globulin, fibrinogen
- Glucose, amino acids, salts, hormones, enzymes
- Waste products – urea, CO₂

☐ **Fibrinogen** is involved in blood clotting.

☐ **Albumin** maintains osmotic balance.

(B) Formed Elements (कोशिकीय तत्व) – 45%

घटक / Component	वैज्ञानिक नाम	कार्य / Function (Bilingual)
1. RBC (Red Blood Cells)	Erythrocytes	O ₂ व CO ₂ का परिवहन (Transport of oxygen & carbon dioxide)
2. WBC (White Blood Cells)	Leucocytes	रोगों से रक्षा (Defense against infections)
3. Platelets	Thrombocytes	रक्त का थक्का बनाना (Blood clotting)

Additional Details:

RBCs:

- No nucleus in mature human RBCs (मनुष्यों में परिपक्व RBC में नाभिक नहीं होता)
- Contains **hemoglobin**, which binds oxygen
- Lifespan: ~120 days

WBCs:

- Have nucleus
- Types:
 - Neutrophils (phagocytosis)
 - Lymphocytes (antibodies)
 - Monocytes, Eosinophils, Basophils

Platelets:

- Small, disk-shaped, no nucleus
- Help in clotting by releasing enzymes
- Lifespan: 8–10 days

2 Functions of Blood / रक्त के कार्य

Function (English)	कार्य (हिंदी)
1. Transport of oxygen and CO ₂	ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड का परिवहन
2. Transport of nutrients	पोषक तत्वों का परिवहन
3. Removal of waste	अपशिष्ट पदार्थों का निष्कासन
4. Regulation of body temperature	शरीर का तापमान नियंत्रित करना
5. Maintaining pH and water balance	pH और जल संतुलन बनाए रखना
6. Defense against pathogens (WBCs, antibodies)	रोगाणुओं से रक्षा (WBC, एंटीबॉडी आदि)
7. Blood clotting by platelets & clotting factors	रक्तस्राव रोकना (प्लेटलेट्स व क्लॉटिंग फैक्टर्स से)

3. Blood Clotting (रक्त का थक्का बनना)

Clotting Factors (थक्का बनाने वाले कारक)

रक्त का थक्का बनाने में कुल 13 clotting factors भाग लेते हैं, जिन्हें रोमन अंकों में दर्शाया जाता है:

Clotting Factor	Name (English)	कार्य / Role
I	Fibrinogen	Fibrin बनाता जो जाल बनाता है
II	Prothrombin	Thrombin में बदलता है

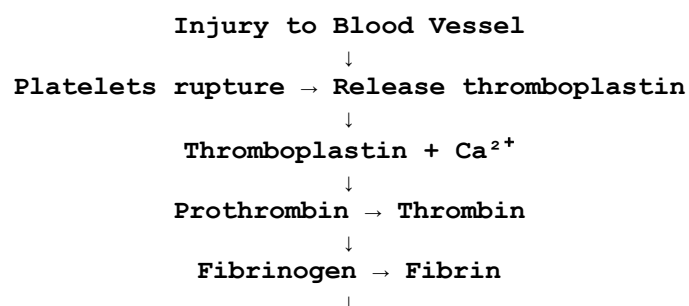
Clotting Factor	Name (English)	कार्य / Role
III	Thromboplastin (Tissue factor)	Thrombin बनने में सहायक
IV	Calcium (Ca^{2+})	सभी चरणों में आवश्यक
V - XIII	Other proteins	Cascade को आगे बढ़ाते हैं

- ☐ Vitamin K is essential for synthesis of clotting factors.
- ☐ विटामिन K थक्का कारकों के निर्माण में जरूरी है।

Mechanism of Clotting (Step-by-step Process)

- ☐ **When a blood vessel is injured:**
 - Injury occurs → Platelets rupture and release thromboplastin.**
चोट लगने पर प्लेटलेट्स फटते हैं और थ्रोम्बोप्लास्टिन छोड़ते हैं।
 - Thromboplastin + Ca^{2+} converts Prothrombin → Thrombin**
थ्रोम्बोप्लास्टिन कैल्शियम की उपस्थिति में प्रोथ्रोम्बिन को थ्रोम्बिन में बदलता है।
 - Thrombin converts Fibrinogen → Fibrin**
थ्रोम्बिन फाइब्रिनोजेन को फाइब्रिन में बदलता है।
 - Fibrin forms a mesh-like net → traps RBCs → forms clot (scab)**
फाइब्रिन एक जाल बनाता है, जिसमें RBC फँस जाते हैं और थक्का बनता है।
- ☐ This process is called **coagulation or blood clotting**.
- ☐ यह प्रक्रिया **रक्त का थक्का जमना (clotting)** कहलाती है।

Diagram: Blood Clotting Mechanism (Flowchart)



🔑 याद रखने योग्य बातें (Quick Facts):

- Platelets live ~8–10 days
- RBCs: 120 days, no nucleus
- WBCs: Defense system
- Fibrin: Final protein forming clot
- Calcium & Vitamin K = essential for clotting

✓ Summary (संक्षेप में):

घटक

Plasma

RBC

WBC

Platelets

Clotting Factors

कार्य

तरल भाग, पोषक व
अपशिष्ट ले जाता है

ऑक्सीजन/CO₂
परिवहन

रोग प्रतिरक्षण

रक्त का थक्काबनाना

थक्का बनाने की
श्रृंखला संचालित
करते हैं

रक्त वाहिकाएँ (Blood Vessels) —

परिचय / Introduction:

English:

Blood vessels are tubular structures that carry blood throughout the body. They form a closed circulatory system in humans.

हिंदी:

रक्त वाहिकाएँ (Blood Vessels) नलीनुमा संरचनाएँ होती हैं, जो शरीर में रक्त को एक स्थान से दूसरे स्थान तक पहुँचाती हैं। मनुष्यों में यह एक बंद संचार तंत्र (closed circulatory system) बनाती हैं।

□ मुख्य प्रकार की रक्त वाहिकाएँ / Types of Blood Vessels

रक्त वाहिकाएँ तीन प्रमुख प्रकार की होती हैं:

1. Arteries (धमनियाँ)
2. Veins (शिराएँ)
3. Capillaries (केशिकाएँ)

1. Arteries (धमनियाँ)

विशेषता / Characteristic	विवरण / Description
कार्य / Function	हृदय से रक्त को शरीर के अंगों तक ले जाती हैं (Carry blood away from heart)
रक्त का प्रकार / Type of Blood	सामान्यतः ऑक्सीजनयुक्त रक्त (except Pulmonary Artery)
दीवार / Wall Structure	मोटी, लचीली और पेशीय (Thick, elastic and muscular walls)
वाल्व / Valves	नहीं होते (No valves)
रक्त का दबाव / Pressure	उच्च दबाव (High pressure)
रंग / Blood color	चमकीला लाल (Bright red due to oxygen)

□ **Exception:** Pulmonary artery (फुफ्फुसीय धमनी) ऑक्सीजन-हीन रक्त ले जाती है।

2. Veins (शिराएँ)

विशेषता / Characteristic	विवरण / Description
कार्य / Function	शरीर से रक्त को हृदय तक वापस लाती हैं (Carry blood towards the heart)
रक्त का प्रकार / Type of Blood	सामान्यतः ऑक्सीजनहीन रक्त (except Pulmonary Vein)

दीवार / Wall Structure	पतली, कम लचीली दीवारें (Thinner, less elastic)
वाल्व / Valves	होते हैं, एक-दिशात्मक (Present to prevent backflow)
रक्त का दबाव / Pressure	निम्न दबाव (Low pressure)
रंग / Blood color	गहरा लाल / नीला (Dark red due to deoxygenated blood)

❑ **Exception:** Pulmonary vein (फुफ्फुसीय शिरा) ऑक्सीजन-युक्त रक्त ले जाती है।

3. Capillaries (केशिकाएँ)

विशेषता / Characteristic	विवरण / Description
कार्य / Function	कोशिकाओं में गैस, पोषक तत्व व अपशिष्टों का आदान-प्रदान (Exchange of gases, nutrients & waste at tissue level)
दीवार / Wall Structure	एक-कोशिकीय पतली दीवारें (One-cell thick wall)
दबाव / Pressure	मध्यम (Moderate)
वाल्व / Valves	नहीं होते (Absent)
अन्य / Others	Arteries और Veins को जोड़ती हैं (Connect arteries and veins)

❑ तुलनात्मक सारणी / Comparison Table

विशेषता	Arteries (धमनियाँ)	Veins (शिराएँ)	Capillaries (केशिकाएँ)
दिशा	हृदय से दूर	हृदय की ओर	दोनों को जोड़ती हैं
रक्त प्रकार	ऑक्सीजनयुक्त (अधिकतर)	ऑक्सीजनहीन (अधिकतर)	मिश्रित
दीवार	मोटी और लचीली	पतली	सबसे पतली (1-cell thick)
वाल्व	नहीं	होते हैं	नहीं

दबाव	उच्च	निम्न	मध्यम
गति	तेज	धीमी	बहुत धीमी
उदाहरण	Aorta, Pulmonary artery	Vena cava, Pulmonary vein	शरीर के सभी ऊतक

❑ रक्त वाहिकाओं की कार्यप्रणाली / Functions of Blood Vessels

- रक्त का परिवहन (Transport of blood):**
सभी अंगों तक रक्त पहुँचाना और वापस लाना
- गैसों का आदान-प्रदान (Exchange of gases):**
केशिकाओं में O_2 और CO_2 का आदान-प्रदान होता है
- पोषक तत्व पहुँचाना (Nutrient supply):**
Digested food $\rightarrow$ cells
- अपशिष्टों का निष्कासन (Waste removal):**
Cells से waste $\rightarrow$ kidneys, lungs, skin आदि
- शरीर के तापमान को नियंत्रित करना (Thermoregulation):**
रक्त के प्रवाह द्वारा शरीर का तापमान संतुलित रखा जाता है।

❑ विशेष तथ्य / Important Facts:

- Aorta (महाधमनी):** शरीर की सबसे बड़ी धमनी
- Vena cava (अधशिरा):** शरीर की सबसे बड़ी शिरा
- Pulmonary artery/vein:** फेफड़ों से जुड़ी विशेष रक्त वाहिकाएँ
- Portal vein system:** लीवर में विशेष शिरा तंत्र जो पाचन तंत्र से रक्त लाती है

❑ संक्षेप में / In Summary:

रक्त वाहिका	कार्य	विशेषता
Artery	हृदय से रक्त को बाहर ले जाती	मोटी दीवार, उच्च दबाव
Vein	शरीर से रक्त को हृदय लाती	वाल्व होते हैं, कम दबाव
Capillary	कोशिकाओं से संपर्क	सबसे पतली, आदान-प्रदान करती है

