

FACIT: MÄNNISKOKROPPEN – CIRKULATIONSSYSTEMET

1. Redogör utförligt för cirkulationssystemets huvudfunktioner. Förklara även varför ett cirkulationssystem är nödvändigt hos stora flercelliga organismer, med koppling till transportavstånd och diffusionens begränsningar.

Svar:

Cirkulationssystemets huvudsakliga funktioner:

- Transport av syre (O₂) från lungorna till kroppens celler och koldioxid (CO₂) tillbaka till lungorna.
- Transport av näringsämnen från tunntarmen till kroppens vävnader.
- Transport av avfallsprodukter till utsöndringsorgan (t.ex. njurar).
- Transport av hormoner mellan olika organ.
- Reglering av kroppstemperatur.
- Deltagande i immunförsvaret via vita blodkroppar (leukocyter).

Hos stora flercelliga organismer är ett cirkulationssystem nödvändigt eftersom diffusion är en alltför långsam process över längre avstånd. Celler som ligger långt från kroppens yta skulle annars inte få tillräckligt med syre eller näring. Cirkulationssystemet möjliggör snabb och effektiv transport till och från alla kroppens celler.

2. Beskriv ingående hjärtats (*cor*) anatomi, inklusive förmak (*atria*), kamrar (*ventriculi*), klaffar (*valvae*) och papillarmuskler (*musculi papillares*). Förklara hur dessa strukturer samverkar för att säkerställa ett effektivt och enkelriktat blodflöde.

Svar:

Hjärtat (*cor*) är en muskulär pump uppdelad i fyra rum: höger och vänster förmak (*atrium dextrum* och *atrium sinistrum*) samt höger och vänster kammare (*ventriculus dexter* och *ventriculus sinister*).

Mellan förmak och kammare finns segelklaffar (*valvae atrioventriculares*):

- Trikuspidalisklaffen (*valva tricuspidalis*)
- Mitralisklaffen (*valva mitralis*)

Mellan kamrar och artärer finns fickklaffar:

- Pulmonalisklaffen (*valva trunci pulmonalis*)
- Aortaklaffen (*valva aortae*)

Klaffarna i hjärtat säkerställer ett effektivt och enkelriktat blodflöde genom att öppnas och stängas passivt beroende på tryckskillnader i hjärtats olika rum och de stora blodkärlen. När trycket bakom en klaff är högre än framför den öppnas klaffen och blodet kan passera. När trycket framför klaffen blir högre stängs den, vilket hindrar att blodet rinner tillbaka.

Papillarmuskler (*musculi papillares*) och sensträngar (*chordae tendineae*) stabiliserar segelklaffarna genom att spännas under kammarsystole. Detta förhindrar att klaffseglen buktar bakåt in i förmaken när trycket i kamrarna ökar, och säkerställer därmed ett enkelriktat blodflöde.

FACIT: MÄNNISKOKROPPEN – CIRKULATIONSSYSTEMET

3. Utgå från att du är en röd blodkropp (*erythrocyt*) som påbörjar din resa i höger förmak (*atrium dextrum*). Beskriv din väg genom hjärtat, lungorna och resten av kroppen. Inkludera relevanta blodkärl och klaffar. Redogör även för var och hur du tar upp respektive avger ämnen såsom syre och koldioxid.

Svar:

Som erythrocyt startar jag i höger förmak (*atrium dextrum*), dit jag kommit via hålvenerna (*vena cava superior* och *vena cava inferior*). Jag passerar genom trikuspidalklaffen (*valva tricuspidalis*) till höger kammare (*ventriculus dexter*).

Vid systole pressas jag genom pulmonalklaffen (*valva trunci pulmonalis*) ut i lungartären (*arteria pulmonalis*) och transporteras till lungorna. I lungkapillärerna sker gasutbyte genom diffusion: jag avger koldioxid och tar upp syre.

Jag transporteras sedan via lungvenerna (*venae pulmonales*) till vänster förmak (*atrium sinistrum*) och passerar mitralklaffen (*valva mitralis*) till vänster kammare (*ventriculus sinister*).

Därifrån pumpas jag ut genom aortaklaffen (*valva aortae*) till aorta och vidare genom artärer som förgrenas till arterioler och slutligen till kapillärer i kroppens vävnader.

I vävnadskapillärerna sker åter gasutbyte genom diffusion: syre lämnar blodet och diffunderar in i cellerna, medan koldioxid från cellerna diffunderar in i blodet.

Till sist återvänder jag via venoler och vener till hjärtat och når åter höger förmak via hålvenerna.

4. Jämför artärer (*arteriae*), vener (*venae*) och kapillärer (*vasa capillaria*) med avseende på både uppbyggnad och funktion. Förklara hur deras strukturella egenskaper är anpassade till deras respektive funktioner i cirkulationssystemet.

Svar:

Artärer: Artärer (*arteriae*) har tjocka, elastiska väggar med mycket glatt muskulatur. De tål högt tryck och transporterar blod från hjärtat.

Vener: Vener (*venae*) har tunnare väggar och lägre tryck. De innehåller venklaffar som förhindrar bakflöde av blod.

Kapillärer: Kapillärer (*vasa capillaria*) består av ett enda lager endotelceller, vilket möjliggör effektiv diffusion av gaser och ämnen mellan blod och vävnad.

Strukturen hos varje kärltyp är anpassad till dess funktion: trycktålighet i artärer, återtransport i vener och utbyte i kapillärer.

FACIT: MÄNNISKOKROPPEN – CIRKULATIONSSYSTEMET

5. Beskriv hjärtcykeln genom att redogöra för vad som sker under diastole respektive systole. Förklara även hur hjärtljuden uppstår och vad de representerar fysiologiskt.

Svar:

Hjärtcykeln består av diastole och systole. Under diastole slappnar kamrarna av och fylls med blod. Under systole kontraherar kamrarna och pumpar ut blod i artärerna.

Hjärtljuden uppstår när hjärtklaffarna stängs och orsakas av vibrationer i både blodet och hjärtats väggar:

- **Första hjärtljudet (S1):** Uppstår när segelklaffarna (mitralis- och trikuspidalisklaffen) stängs i början av kammarsystole.
- **Andra hjärtljudet (S2):** Uppstår när fickklaffarna (aortaklaffen och pulmonalisklaffen) stängs i slutet av systole.

6. Beskriv koronarartärernas (kranskärlens) funktion samt förklara hur en hjärtinfarkt uppstår. Redogör för bakomliggande orsaker, centrala riskfaktorer, typiska symtom samt vad som händer med hjärtmuskeln (myokardiet) vid syrebrist.

Svar:

Koronarartärerna (kranskärlen) är de blodkärl som försörjer hjärtmuskeln med syrerikt blod och näringsämnen. De avgår från aorta strax ovanför aortaklaffen och förgrenar sig över hjärtats yta för att säkerställa att hela myokardiet får kontinuerlig blodförsörjning.

En hjärtinfarkt uppstår när en koronarartär (kranskärl) blockeras, oftast på grund av en blodpropp som bildats p.g.a. ateroskleros (åderförfattning/åderförklakning). Detta stoppar eller kraftigt minskar blodflödet till delar av hjärtmuskeln, vilket orsakar syrebrist (ischemi). Syrebristen leder till att hjärtmuskelceller dör (nekros), vilket försämrar hjärtats pumpförmåga.

Riskfaktorer inkluderar rökning, högt blodtryck, höga blodfetter och diabetes.

Vanliga symtom är bröstsmärta, andnöd och smärta som strålar ut i vänster arm eller käke.

7. Beskriv blodets olika beståndsdelar (blodplasma, erythrocyter, leukocyter och trombocyter) samt redogör för deras funktioner i kroppen.

Svar:

Blodet består av blodplasma och blodkroppar. Plasma innehåller vatten, proteiner, näringsämnen och hormoner.

De olika blodkropparna:

- Röda blodkroppar (erythrocyter) transporterar syre.
- Vita blodkroppar (leukocyter) deltar i immunförsvaret.
- Blodplättar (trombocyter) är viktiga för blodets koagulation.

FACIT: MÄNNISKOKROPPEN – CIRKULATIONSSYSTEMET

8. Förklara hur syre transporteras i blodet med hjälp av hemoglobin. Redogör även för begreppen Hb-värde och syremättnad (SpO₂), samt hur syremättnad mäts i praktiken.

Svar:

Syre transporteras i blodet huvudsakligen bundet till hemoglobin (Hb) i de röda blodkropparna (erythrocyter). Hemoglobin är ett protein som består av fyra subenheter, där varje subenhet innehåller en hemgrupp med en järnjon (Fe²⁺). Varje järnjon kan binda en syremolekyl (O₂), vilket innebär att ett hemoglobinmolekyl kan transportera upp till fyra syremolekyler.

Hb-värde: Hb-värde anger koncentrationen av hemoglobin i blodet och mäts vanligtvis i gram per liter (g/L). Det ger en uppfattning om blodets syretransportkapacitet.

Syremättnad (SpO₂): Visar hur mycket syre hemoglobinet i blodet binder jämfört med den maximala mängd syre som skulle kunna bindas. Anger alltså hur mättat hemoglobinmolekylerna i blodet är med syre. Enhet: procent (%).

Pulsoximetri:

- Pulsoximetri är en form av spektrofotometri som möjliggör icke-invasiv mätning av blodets syremättnad (SpO₂) utan blodprov.
 - Pulsoximetern sänder rött ljus (~660 nm) och infrarött ljus (~940 nm) genom vävnaden och mäter hur mycket ljus som absorberas. Skillnaden i absorption mellan dessa våglängder används för att beräkna andelen syremättat hemoglobin.
 - Oxyhemoglobin (HbO₂) absorberar mer infrarött ljus och mindre rött ljus, medan deoxyhemoglobin (Hb) absorberar mer rött ljus och mindre infrarött ljus.
9. Beskriv översiktligt hur blodet koagulerar vid en skada. Förklara hur processen bidrar till att förhindra blodförlust.

Svar:

Vid en kärlskada startar blodets koagulationssystem. Först aktiveras trombocyter (blodplättar) som fäster vid det skadade området och bildar en första, tillfällig plugg. Samtidigt aktiveras en kaskad av koagulationsfaktorer i blodplasman. Detta leder till att proteinet fibrinogen omvandlas till fibrin.

Fibrintrådar bildar ett nätverk som fångar upp blodkroppar och trombocyter, vilket gör blodproppen stabil och tät. På detta sätt förhindras fortsatt blodförlust genom att kärlet snabbt förseglas.

FACIT: MÄNNISKOKROPPEN – CIRKULATIONSSYSTEMET

10. Förklara vad som avgör en persons blodgrupp inom ABO- och Rh-systemet. Beskriv vilka antigener som finns på erythrocyternas yta och vilka antikroppar som förekommer i blodplasman för respektive blodgrupp.

Svar:

Blodgrupper inom ABO-systemet bestäms av vilka antigener (A- och B-antigen) som finns på ytan av de röda blodkropparna (erythrocyterna):

- Blodgrupp A: A-antigen på erythrocyterna, anti-B-antikroppar i plasma.
- Blodgrupp B: B-antigen på erythrocyterna, anti-A-antikroppar i plasma.
- Blodgrupp AB: Både A- och B-antigen, inga antikroppar i plasma.
- Blodgrupp O: Inga A- eller B-antigen, både anti-A- och anti-B-antikroppar i plasma.

Antikropparna i plasman är riktade mot de antigener som saknas på de egna erythrocyterna.

Rh-systemet bestäms av förekomst eller frånvaro av D-antigenet (kallas även RhD-antigenet) på erythrocyternas yta:

- Rh⁺: Har D-antigen.
- Rh⁻: Saknar D-antigen.

Till skillnad från ABO-systemet finns normalt inga naturliga anti-D-antikroppar i plasma hos Rh⁻ personer, men de kan bildas vid exponering för Rh⁺ blod.

11. Förklara varför blodgrupp O/RhD⁻ kallas universell givare och varför blodgrupp AB/RhD⁺ kallas universell mottagare.

Svar:

Blodgrupp O/RhD⁻ saknar antigener (A, B och D) och kan därför inte attackeras av mottagarens antikroppar → universell givare.

Blodgrupp AB/RhD⁺ har alla antigener (A, B och D) och saknar därför antikroppar som kan attackera det donerade blodet → universell mottagare.

12. Viktor har blodgrupp A/RhD⁻ och behöver blod. Vilka av följande personer kan ge blod? Motivera ditt svar.

- a) AB/RhD⁻
- b) O/RhD⁺
- c) O/RhD⁻

Svar:

Kan ta emot: A/RhD⁻ och O/RhD⁻.

Rätt svar: c

FACIT: MÄNNISKOKROPPEN – CIRKULATIONSSYSTEMET

13. Vilma har blodgrupp AB/RhD⁻ och behöver blod. Vilka av följande personer kan ge blod?

Motivera ditt svar.

- a) A/RhD⁻
- b) O/RhD⁺
- c) B/RhD⁻

Svar:

Kan ta emot: A/RhD⁻, B/RhD⁻, AB/RhD⁻, O/RhD⁻.

Rätt svar: 1 och 3