

Målbeskrivning cirkulationssystemet: Morfologi-fysiologi (Mikael Nilsson och Dick Delbro), vt-02

Studenten skall tillägna sig ingående och detaljerad kunskap om moment givna med **fet stil**, äga översiktlig kunskap om moment givna med normal stil, samt äga ytlig kännedom om moment givna med *kursiv stil*.

**Cirkulationssystemets uppgifter och principiella uppbyggnad: Pump, lungkretslopp och systemkretslopp** (Bildmaterial [BM 1, 2]; Guyton & Hall [G]: 144-145).

**Systemkretsloppets anatomi** (Martini, Timmons & McKInley [M]: 572-583; selektion enl lista).

**Lungkretsloppets anatomi** (M: 570-571).

**De stora venernas anatomi** (M: 584-591; selektion enl lista).

Kärlsystemets embryologi och skillnader mellan fetal och postpartal cirkulation (M: 592-595).

**Blodkärlets principiella byggnad: tunica intima, tunica media och tunica adventitia** (M:563-569).

**Morfologiska skillnader mellan de konsekutiva kärlsegmenten: elastisk artär, muskelartär, arteriol, kapillär, venol och ven** (M: 563-569).

**Fysiologisk beskrivning av de seriekopplade kärlsegmenten: Windkesselkärl (=elastisk artär), prekapillära resistanskärl (arterioler), prekapillära sfinktrar, kapillär, postkapillära resistanskärl (venoler), kapacitanskärl (vener)** (BM 3, 4; G: 144-145);

**Cirkulationssystemets yttersta uppgift är att åstadkomma ett vätskeflöde genom rörsystemet ut genom kapillärväggen till den enskilda cellen** (BM 1). Total blodvolym är ca. 5 l. Cardiac output (= hjärt-minutvolym) i vila är ca. 5 l, och vid tungt arbete upp mot 20-25 l. **Ransoneringsprincipen: Blodflödet är mycket noggrant reglerat. Tre grundläggande principer för reglering av cirkulations-systemet: 1. Flödet till varje vävnad regleras efter vävnadens behov. 2. Cardiac output kontrolleras av summan av vävnadernas blodflöde (= det venösa återflödet). 3. Artär-trycket ("blodtrycket") regleras på kort tid (sekunder-minuter) via reglering av cardiac output, resistans (= artärsidan) och kapacitans (= vensidan), och över lång tid (timmar-dygn) via njurarna.** (G: 144-146).

**Fysikaliska principer för vätskeflöde genom ett rörsystem: Sambandet mellan tryck, flöde och resistans: Tryck = tryckgradienten. (Jfr. Ohms lag)  $Q = \Delta P / R$**  (BM 5, 6; G: 149-151).

Resistansfaktorn:  $Q = \Delta P / R$  kan också skrivas  $R = \Delta P / Q$ . *Begreppet PRU*. Total perifer resistans (TPR). Skillnad mellan system- och lungkretsloppet i TPR. **De faktorer som bestämmer resistansen är  $r^4$ ,  $\eta$  (vätskans viskositet) och l (rörlängden).** Poisseuilles lag. (BM 6; G: 149-151).

Viskositetsfaktorn: Viskositet = inre friktion. Blodets viskositet jmf. med vattens, orsak. Blodet är en vätska med variabel viskositet. **Begreppet hematokrit: Den del av**

**blodet som ockuperas av röda blodkroppar (anges i % av en blodpelare efter centrifugering) - kallas också erythrocyt-volympfraktion (EVF).**

Hematokritens betydelse för viskositeten. Viskositeten stiger vid sjunkande temperatur. Blodets viskositet i mikrocirkulationen: Betydelsen av kärldiametern (Fåhræus-Lindquist effekten) och av linjära flödes hastigheten. (G: 149-151).

Laminärt och turbulent flöde (G: 148).

**Strukturella skillnader mellan kontinuerliga, fenestrerade och diskontinuerliga kapillärer samt deras betydelse för barriärfunktion i olika organ (M: 565-566).**

Betydelsen av "postcapillary high venoles" för transmigraton .

Pericytens struktur och funktion.

**LaPlace' lag (BM 7).**

**Portakretsloppet och dess kommunikationer med systemkretsloppet (M: 589-591).**

**De lymfatiska kärlets byggnad, distribution och dränagevägar samt de största lymfstammarna (M: 601-605).**

**Klaffarnas utseende och distribution i vener och lymfkärl (M: 569, 603).**

*Vaskulär distensibilitet och compliance (kapacitans) (G: 152-153).*

**Olika tryck i cirkulationssystemet: Hjärtat pumpar ut i respektive kretslopp ca. 70-80 ml blod (slagvolymen) ca. 60 -70 ggr per minut, i vila. Systoliskt och diastoliskt tryck i artärsystemet. Pulstryck = systoliskt - diastoliskt tryck. Medelartärtryck = det drivande trycket = diastoliskt tryck + 1/3 av pulstrycket. Perfusionstryck. Transmuraltryck. Normaltryck hos människan. Metoder för att bestämma systoliskt och diastoliskt tryck (BM 5; G: 153-156).**

**Tryckfallet över den seriekopplade kärlbädden (BM 4; G: 145).**

**Sambandet mellan flödes hastighet i olika kärlsektioner och total tvärsnittsytta (BM 8).**

Blodets komposition (serum, plasma och formade element) samt erythrocytens struktur (M: 523-528).

Blodets distribution i cirkulationssystemet och organsystemen (M: 569-570).

"Clinical brief" (M: 568, 596).

## Gruppuppgifter, morfologi:

(- somligt kan kräva upplysning ur andra källor än kurslitter.)

1. Vilka cellyper bygger upp tunica intima, tunica media och tunica adventitia i kärlväggen?
2. Vad är lamina elastica externa/interna? Variationer mellan olika kärlsegment? Funktion?
3. Exemplifiera vilka artärer som räknas som elastiska (Windkesselkärl) respektive muskelartärer (prekapillära resistanskärl).
4. Finns strukturella skillnader mellan lungpulsådern (truncus pulmonalis) och aorta? Orsak, betydelse?
5. Vilka vener har respektive saknar klaffar? Betydelse för blodflöde/recirkulation?
6. Vad menas med begreppen ändartär, kollateralkärl, kärlanastomos, vena comitans, och vasa vasorum?
7. Vilka morfologiska särdrag har makro- respektive mikrovaskulärt (subindelning!) endotel? Vad består fenestrae av?
8. Var i kärlsystemet sker företrädesvis transmigrering av vita blodkroppar till vävnadsinterstitiet?
9. Vilka artärer avgår direkt från aorta?
10. Vilka likheter och skillnader finns mellan vener och lymfkärl?
11. Lite om topografisk anatomi. Vid vilken kotnivå ligger aortabifurkationen? Vad motsvarar denna nivå i ventrala bukväggen?
12. Vilka artärer är relativt ytliga och därmed lämpliga för palpation?

## Gruppuppgifter cirkulationssystemets fysiologi

1. Vad blir pulstrycket vid ett systoliskt/diastoliskt tryck på 140/70 mm Hg, resp. 180/110 mm Hg? Vad blir medelartstrycket i respektive situation?
2. Vilken klinisk situation är mest allvarlig för cirkulationen: Externt låg, eller hög hematokrit? Varför?
3. Hur är blodets viskositet jämfört med vattens (högre eller lägre)? Hur är plasmans jämfört med vattens? Nämn en fysikaliskt viktig skillnad avseende viskositeten mellan blod och vatten.
4. Vad 'borde' hända med blodets viskositet vid minskande kärldiameter, men vad händer egentligen, och varför?
5. Hur ändras ett vätskeflöde i ett (stelt) rör om a. blodtrycket fördubblas? b. vätskeviskositeten fördubblas? c. rördiametern fördubblas?
6. Vilken vävnadskomponent i blodkärlet är ansvarig för förändringar av kärldiametern?
7. Varför ligger huvudsakliga resistansfunktioner just i de prekapillära resistanskärlen?

8. Vad skulle man kunna förvänta sig sker med pulstrycket vid åderförkalkning av de stora artärerna (ledning: Vad sker med windkesselfunktionen i en sådan situation?)?

9. Vad händer med blodets s.k. linjära flödes hastighet i kapillärsektionen? Vad kan nyttan (d.v.s. den fysiologiska betydelsen) vara med detta?

10. Hur kommer det sig att den tunna kapillärväggen kan motstå ett tryck som är ca. 1/4 av aortatrycket (alltså runt 25 mm Hg) utan att brista?