**2.6. A KERINGÉSI RENDSZER FELÉPÍTÉSE ÉS JELLEMZŐI**

**FUNKCIÓ**

**SZÁLLÍTÁS:**

1. O2-t és CO2-ot

2. anyagcseretermékeket: glukóz, piruvát, laktát, aminosavak; kreatinin, billirubin, urea, urát; lipoprotein

3. hormonokat

4. puffereket

5. antitesteket, tehát szerep az **immunfolyamatokban**

6. hőt, tehát szerep a **hőháztartásban**

**FELÉPÍTÉS**

két, sorba kapcsolt kör (kis- és nagyvérkör)

saját pumpákkal (a szív jobb és bal fele)

benne perctérfogatnyi vér áramlik: nyugalomban 5,5 l percenként

benne a nyomásgradiens folyamatosan csökken

 perfúiós nyomás jellemzi: két pont közt fennáló nyomáskül.
 (nagy vk-ben: 93-2=91 Hgmm )
 (kis vk-ben: 14-8=6 Hgmm)

 az egyes szervek átáramlását ua. az perf. nyomás biztosítja

a kamra összehúzódásának energiája a vér mozgási energiáját és az artériák tágulásához szükséges energiát biztosítja, de a súrlódás miatt végül hőenergiává alakul

**KLASSZIKUS FELOSZTÁS**

aorta: 25mm lumenátmérő / 2 mm fal; sok rugalmasrost és viszonylag kevés simaizom; 1 db; összfelület: 2,5 cm2

artériák: 4 mm / 1 mm; rugalmasrostok száma csökken, simaizom mennyisége nő; pár tucat; 25 cm2

arteriolák: 20 μm / 2 μm; simaizommennyiség hatalmas; 106 darab; 40 cm2

kapillárisok: 5-7 μm / 0,5 μm; csak endothelnyi fal; 1010 db; 2500 cm2

venulák: 20 μm / 1 μm; simaizom nincs!!!!!, rugalmasrost elvétve!!!; 107; 250 cm2

venák: 5 mm / 0,5 mm; rugalmasrost kevés, több simaizom; néhány tucat; 80 cm2

venae cavae: 30 mm / 1,5 mm; ua.; 2 db; 8 cm2

kisvérköri erek: sok rugalmasrost (lásd: tüdő-típusú erek)

**FUNKCIONÁLIS FELOSZTÁS**

**szélkazán**erek: aorta, nagy artériák: a pulzatilis áramlást elkezdik „puhítani”, biztosítják a folyamatos vérnyomást (szisztolé alatt nem az összes vér áramlik el, hanem marad egy kicsi ezekben az erekben, így tud folyamatos lenni a véráram)

**disztributív** erek: artériák: elosztják a vért a test nagyobb tájékai felé

**rezisztencia**erek: arteriolák: a TPR-t meghatározó érszakasz

 prekap.rezisztenciaerek: kis artériák, arteriolák

 átmérőjüket simaizomzatuk összehúzottsági áll. határozza meg

 meghatározzák a vérnyomást

 szabályozzák a mikrocirkulációs áramlást (összehúzódásuk csökkenti)

 terminális részükön: prekapilláris spinchterek

**kicserélési** erek: kapillárisok: endothelükön keresztül zajlik az anyagtranszport a vér és a szövetek közt

kapacitív, **rezervoár**-erek: vénák: tágulékonyak, így rengeteg vért (kb. a teljes vértérfogat 60%-át) képesek tárolni

**HEMODINAMIKA**

**JELENSÉGEK**

**ÁRAMLÁSI SEBESSÉG-ÁRAMLÁS ÖF.: Q = ÁLLANDÓ**

egységnyi felülethez viszonyított átáramlott térfogat, azaz a vér egyes pontjainak érpályában való haladásának sebessége

(ez elég bonyolult meghatározás, így inkább: v = Q / A)

a lényeg, hogy **a sebesség fordítottan arányos a felülettel**, azaz a keresztmetszettel

másként: kontinuitási egyenlet, azaz, hogy a Q állandó a vascularis rendszerben

**OLDALNYOMÁS-SEBESSÉG ÖF.: BERNOULLI-TÖRVÉNY**

a Bernoulli-elv szerint az érben lévő teljes energia állandó

a teljes energia az áramlás kinetikus és nyomási energiájának, valamint a hidrosztatikai nyomás összege

**TPR**

**HAGEN-POUISEUILLE-TÖRVÉNY, AVAGY MI HATÁROZZA MEG AZ ÁRAMLÁST ÉS AZ ELLENÁLLÁST**

R = U / I, ami a szervezetben: TPR = Δp / Q, (ahol Q tulajdonképpen a ptf),

másképp rendezve: Q = Δp / TPR

a TPR-t kifejtve (TPR = 8ηl / πr4),

az egyenletet bonyolítva: a H-P-törvény: ***Q = Δp \* πr4\*N / 8ηl***

HP egyenlet csak lamináris áramlás esetén igaz

azaz az áramlást meghatározza a nyomásgrádiens, és a TPR

a TPR-t pedig az **érszakasz hossza**, a vér **viszkozitása** és az **ér sugara, ami szabályozható paraméter**

az összes érszakasz hossza számítana, de mivel az arteriolák képesek átmérőjük kismértékű, ám annál jelentősebb változtatására, ezért a TPR *gyakorlatilag* csak az arteriolák sugarától függ

jelentőség: r 19%-kal nő, akkor az általa okozott ellenállás, és így a perfúzió megkétszereződik

**párhuzamosan** kapcsolt érszakaszok ellenállásainak **reciprokösszege** egyenlő az 1/TPR-rel: így ha egy párhuzamosan kapcsolt érszakasz a rendszerből kiveszünk, a TPR nő (hiszen a reciprokösszeg csökken, az 1/TPR csökken, azaz a TPR nő);

**sorosan** kapcsolt érszakaszok ellenállása **összegződik**

**REYNOLDS-SZÁM: LAMINÁRIS ÉS TURBULENS ÁRAMLÁS?**

lamináris áramlás: a véráramban két pont helyzete térben állandó (párhuzamos rétegek vannak)

turbulens áramlás: két pont helyzete térben kül., rétegek nem párhuzamosak,

mivel tudjuk eldönteni számítások során? a **kritikus sebesség**gel, ami felett az áramlás turbulenssé válik

de az meg mitől függ? a Reynolds-számtól, amit a vér **sűrűsége**, a **viszkozitása** és az **érátmérő** határoz meg

Reynolds= ρ • d • vkritikus / η

keringésben mindenhol lamináris áramlás van, kivéve: szív, legnagyobb artériák, beszűkült helyek (🡪hang🡪diagnosztika)

**HEMOREOLÓGIA ALAPOK**

**lineáris áramlási sebesség**: egy vvt egy mp alatti elmozdulása

fordítottan arányos az összkeresztmetszettel (= nagy artériáktól a kapillárisokig az összkeresztmetszet nő, egy a sebesség csökken; kapillárisoktól a nagyvénákig az összkeresztmetszet csökken, a sebesség nő) 🡨 🡪nyomás, mert az végig csökken az artériáktól a vénákig!!!!!

**sebességprofil**: a csőben a sebesség középen a legnagyobb, szélen a legkisebb (zérus igazából), ez a súrlódás miatt van

lamináris áramlás esetén szép parabola alakú

**VISZKOZITÁS**

=belső súrlódás: részecskék egymással való súrlódása

(van külső súrlódás is: a részecskék érfallal való súrlódása)

hőmérséklet emelésével a viszkozitás csökken (gondolj arra mikor felmelegíted a mézet)

függ a hematrokrittól: ha nő a Ht, akkor nő ez is, de nem egyenes arányosságban

newtoni folyadékok: olyan foly, aminek a viszkozitása csak a hőmérséklettől függ (víz, vérplazma)

vér nem newtoni foly

Fahreus-Lindquist jelenség: kis átmérőjű csövekben a viszkozitás a csőátmérővel csökken

nagyobb lineáris sebességnél kisebb viszkozitás

kisebb lineáris sebességnél nagyobb viszkozitás

**LAPLACE-TÖRVÉNY**

kimondja, hogy a falfeszülés (T) arányos az átmérővel és fordítottan arányos a falvastagsággal (d)

így a kapillárisok nem esnek össze, hiszen kicsi az átmérőjük és vékony a faluk,

ezért a falfeszülésük is kicsi, azaz nem győzi le az üregbeli nyomást normál körülmények között: mikor azonban kívülről rásegít valami, a transmuralis nyomás negatív lesz, így a kapillárisok kollabálnak

**ptransmuralis = 2Td / r**

**DISZTENZIBILITÁS, AVAGY TÁGULÉKONYSÁG**

egységnyi nyomásnövekedésre eső relatív térfogatváltozás: ha növeljük az érszakasz nyomását, mennyivel lesz nagyobb lumenének térfogata a kiindulásihoz képest

D = ΔV / V0 • Δp

Dartériás <8-szoros< Dvénás

**COMPLIANCE, AVAGY BEFOGADÓKÉPESSÉG**

egységnyi nyomásnövekedésre eső abszolút térfogatváltozás: ha megnöveljük az érszakasz nyomását, mennyivel lesz nagyobb lumenének térfogata

C = ΔV / Δp

Cartériás <<25-szörös<< Cvénás