

ANGIOLOGIA

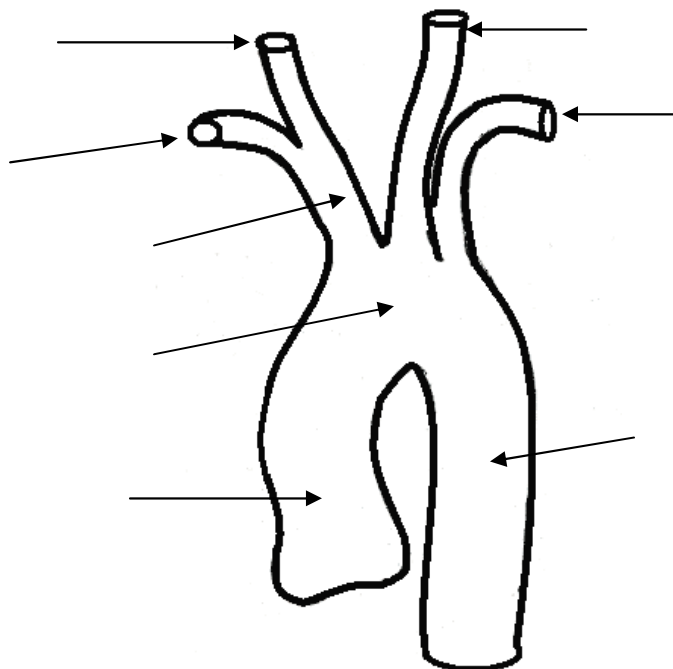
(értan – általános rész)

1) Az érrendszer felosztása és általános áttekintése

a) Systema vasorum (vérérrendszer / vérkeringés)

- vérerek (vér = **sanguis**) = ...
- szív = ...
- verőér / ütőér = ...

A test legnagyobb ütőerei	Közvetlen ágak		
Aorta (főütőér)	Aorta ascendens	a. coronaria dextra	
		a. coronaria sinistra	
	Arcus aortae	Truncus brachiocephalicus / a. anonyma	a. subclavia dextra
			a. carotis communis dextra
		a. carotis communis sinistra	
		a. subclavia sinistra	
	Aorta descendens	Aorta thoracica	
Aorta abdominalis		a. iliaca communis dext. et sin.	
		a. sacralis mediana	
Truncus pulmonalis (a tüdő ütőértörzse)	Arteria pulmonalis dextra et sinistra		



1. ábra: Az AORTA kezdeti szakaszának részei és ágai

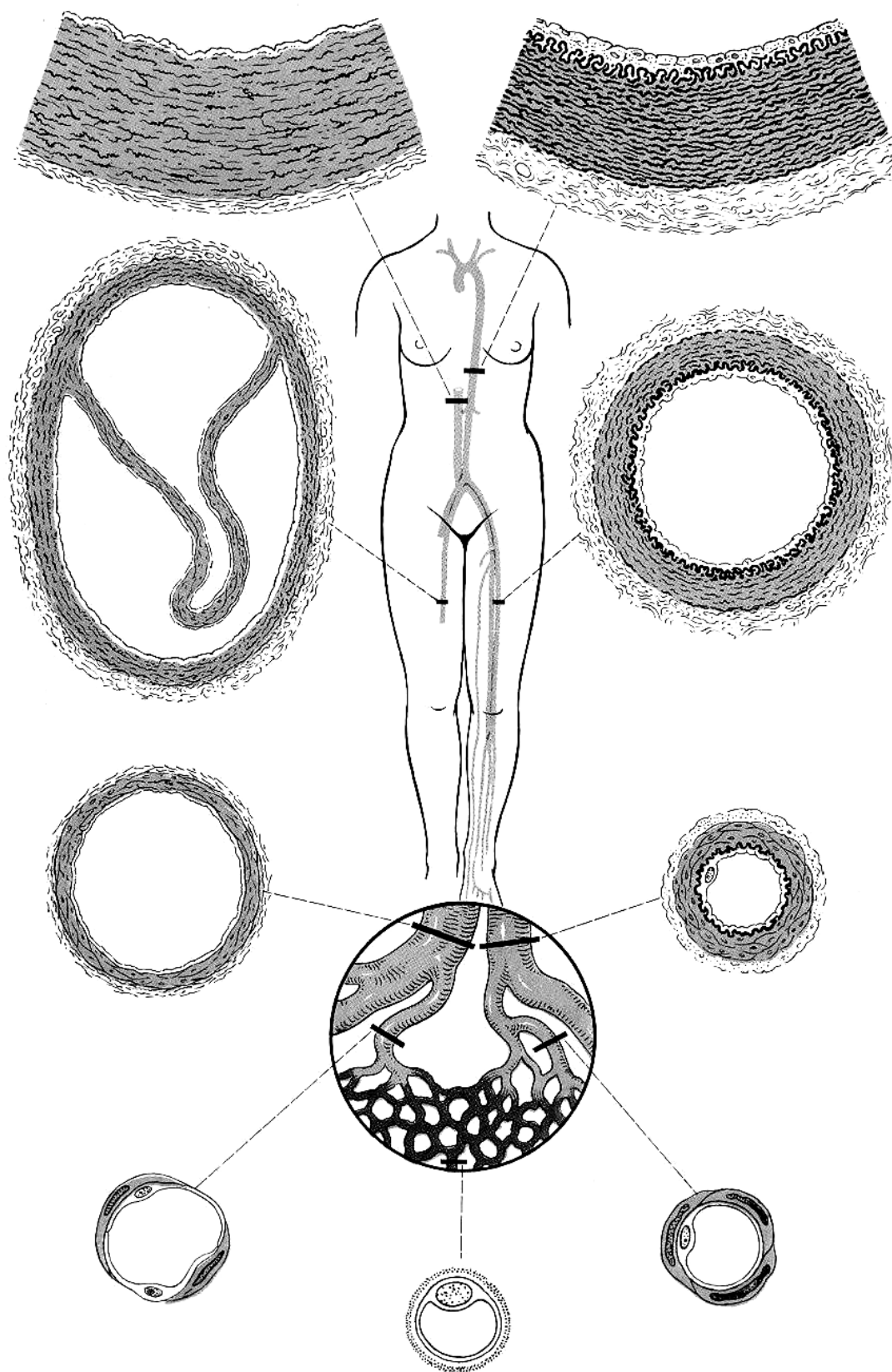
?: Feliratozza a nyílakkal jelzett részeket!

- kis verőér = ...
- hajszálér = ...
- 2-3 hajszálérből összeszedődő kis gyűjtőér = ...
- gyűjtőér / visszér = ...

A test legnagyobb gyűjtőerei	Közvetlenül becsatlakozó ágak	
Vena cava superior (felső üres főgyűjtőér)	V. brachiocephalica dextra (rövidebb, meredekebb)	v. subclavia dextra
		v. jugularis interna dextra
	V. brachiocephalica sinistra (hosszabb)	v. subclavia sinistra
		v. jugularis interna sinistra
V. cava inferior (alsó üres főgyűjtőér)	v. iliaca communis dext. et sin.	
	v. sacralis mediana	
Venae pulmonales (a tüdő gyűjtőerei)	—	

	Arteria	Capillaris	Vena
Véráramlás iránya	Mindig a szívből! nagyvérkör: szív → többi szerv kisvérkör: szív → tüdő	a szervben bármerre, DE! artériás vég → vénás vég	Mindig a szívbe! nagyvérkör: többi szerv → szív kisvérkör: tüdő → szív
A vér oxigenizáltsága	nagyvérkör: O ₂ dús kisvérkör: CO ₂ dús	is-is	nagyvérkör: CO ₂ dús kisvérkör: O ₂ dús
Szöveti felépítés	<u>Tunica intima</u> : endothel + elasztikus rostos kötőszövet <u>T. media</u> : sok simaizom + főleg elasztikus rostok <u>T. adventitia</u> : vékony, elasztikus és kollagénrostos kötőszövet	endothelsejtek + lamina basalis + pericyták (NINCS simaizom!)	<u>T. intima</u> : endothel + kevés elasztikus rostos kötőszövet <u>T. media</u> : kevés simaizom + főleg kollagénrostok <u>T. adventitia</u> : vastag, kollagénrostban gazdag kötőszövet
Érfal jellemzője	rugalmas	vékony	tágulékony
Keresztmetszet alakja	kerek	kerek	ovális
Billentyű	nincs	nincs	lehet
Egyedi átmérő	kisebb	legkisebb	nagyobb
Összkérsztmetszet	kicsi	nagy	kicsi
Áramlási sebesség	nagy-csökkenő	lassú	kicsi-növekvő
Vérnyomás (kPa)	16 – 4	4 – 2	2 – 0 (szívóhatás)
Pulzushullám	van	nincs	nincs

?: **Halál után** hol, mely érben pang, majd alvad meg a vér? Ezt kihasználva a tetemben hogyan tudjuk **megkülönböztetni az artériát a vénától**?



2. ábra: A nagyvérkör ereinek átmetszetei

?: Az értípus nevét írja a megfelelő átmetszeti kép alá a 2. ábrán!

?: Az érsebész mely réteget húzza le az érről, amikor varratot készít?

?: Mik azok a tényezők, melyek **segítik a vénás visszaáramlást** a szívbe?

1: artériás pulzushullám (1 artéria + 2 követő mélyvéna)

2: vénabillentyű

3: ...

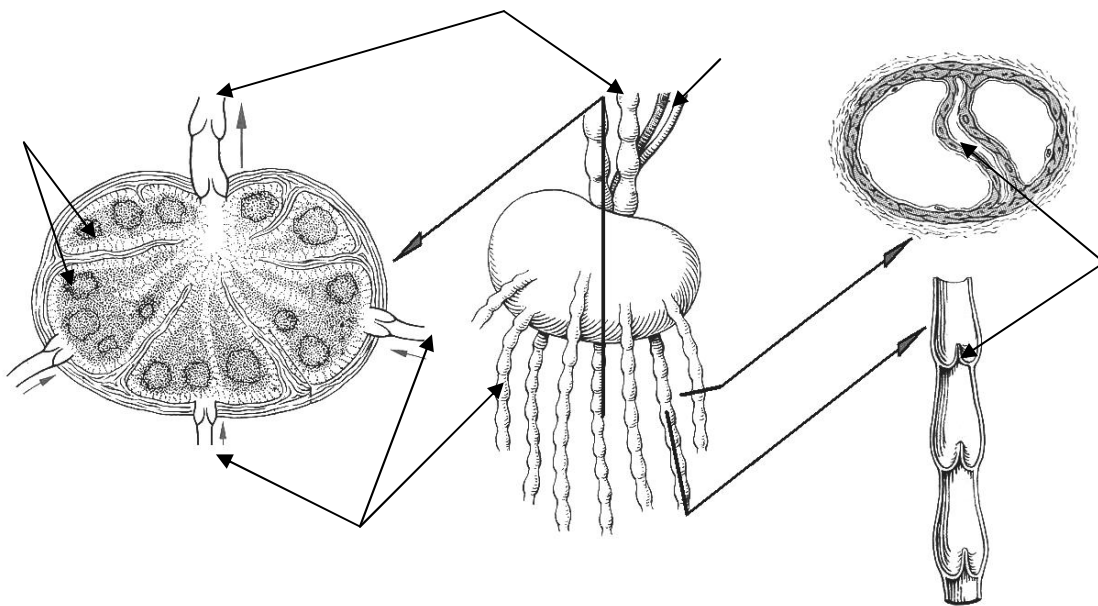
4: ...

5: ...

(6): testhelyzet (ld. shock- / Trendelenburg-fektetés)

b) Systema lymphaticum (nyirokérrendszer / nyirokkeringés)

- nyirokerek (nyirok = **lymph** [lat.], **chylus** [gör.]) = **ductus lymphatici / vasa lymphatica**
 - o nyirokcsomóba tartó nyirokerek {sok} = **vasa (lymphatica) afferentia**
 - o nyirokcsomót elhagyó nyirokerek {kevesebb} = **vasa efferentia**
- nyiroktüsző, -k = **folliculus lymphaticus / folliculi lymphatici**
- nyirokcsomó, -k = **nodus lymphaticus / nodi lymphatici**



3. ábra: A *nodus lymphaticus* és a *vas lymphaticum* metszeti képe

?: Feliratozza az 1-es ábrán nyíllal jelölt képleteket (folliculi lymphatici, vasa efferentia, vasa afferentia, nyirokér-billentyű, vas nutritium = nycs.-t tápláló ér)!

?: Milyen **feladatokat lát el a nyirokkeringés?**

1: intersticiális fehérje eltávolítása → alapvető vitális funkció

2: filtrátum felesleg felvétele (Starling-közelegyensúly)

3: ...

4: ...

?: Mikor alakul ki a **lymphoedema** (a nyirok felszaporodása miatti vizenyő)?

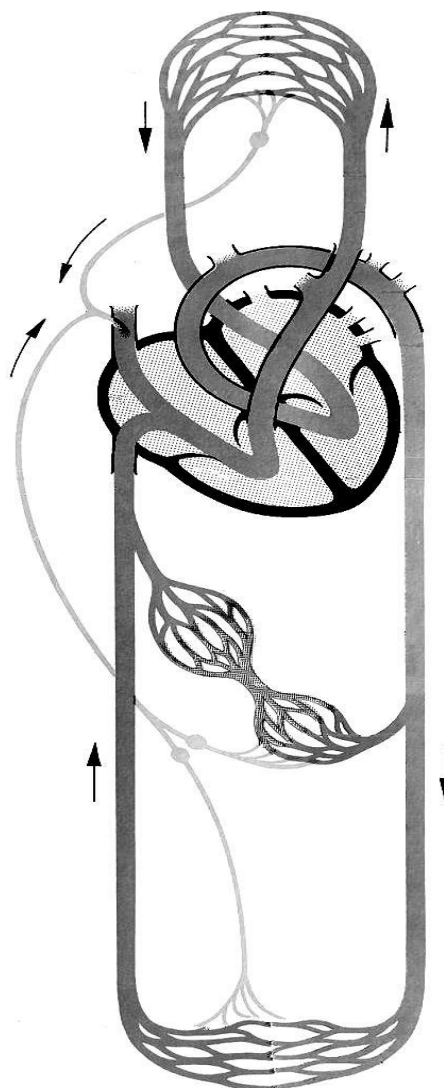
Beömlési pont a vénás rendszerbe	Fő nyiroktörzs	Közvetlen összeszedődő ágak
bal Pirogov-szöglet = <i>angulus venosus sinister</i> = v. jugularis interna sin. + v. subclavia sin. összeömlési szöge {test nyirkának $\frac{3}{4}$ -ét gyűjti}	Ductus thoracicus (mellvezeték)	Cisterna chyli
		truncus intestinalis (vékonybélből)
		trunci lumbales (alsó végtag-, hátsó hasfalból)
		truncus jugularis sinister (bal fej-nyak félből)
		truncus subclavius sin. (bal felső végtagból)
jobb Pirogov-szöglet = <i>angulus venosus dexter</i> {a test nyirkának $\frac{1}{4}$ -ét gyűjti}	Truncus lymphaticus dexter (jobb nyiroktörzs)	truncus bronchomediastinalis sin. (bal mellüregfélből, bal tüdőből)
		truncus jugularis dexter (jobb fej-nyak félből)
		truncus subclavius dext. (jobb felső végtagból)
		truncus bronchomediastinalis dext. (jobb mellüregfélből, jobb tüdőből)

KISVÉRKÖR (külső légzés szolgálatában):
ventriculus dexter (jobb kamra) → truncus pulmonalis → aa. pulmonales → capillarisok → vv. pulmonales → **atrium sinistrum** (bal pitvar)

NAGYVÉRKÖR (belső légzés szolgálatában):
ventriculus sinister (bal kamra) → aorta → arteriák és arteriolák → capillarisok → venulák és vénák → vena cava superior et inferior → **atrium dextrum** (jobb pitvar)

?: A 4-es ábrán jelölje kapcsolószerűen a **portális keringést**! Mely két szerv kapilláris rendszere van sorba kapcsolva az ábrán?

?: A 4-es ábrán karikázza be a **Pirogov-szögletnek** megfelelő területet!



4. ábra: A kis- és nagyvérkör a ductus thoracicussal

2) Artériák

	ELASTICUS típusú artériák	MUSCULARIS típ. artériák
Funkció	<ul style="list-style-type: none"> - szélkázán működés: nyomáshullám kiegyenlítése, folyamatos véráramlás biztosítása - ld.: aorta és truncus pulmonalis közvetlen ágaikkal 	<ul style="list-style-type: none"> - a vér eloszlata, vérnyomás szabályozása - vérzéscsillapítás!!! - ld.: az artériás rendszer legnagyobb részét kiteszik
Szövet	Tunica externa / adventitia <ul style="list-style-type: none"> - <i>vasa vasorum</i> = érfalat tápláló kis artériás fonadék - <i>nervi vasorum</i> = ereket ellátó vegetatív idegfonat - viszonylag vékony - főként hosszanti lefutású kollagén rostok - fibrocyták - elasztikus rostok laza hálózata 	<ul style="list-style-type: none"> - belső körkörös, külső hosszanti lefutású durva elasztikus és kollagén rostok - fibrocyták, adipocyták (zsírsejtek) - <i>membrana elastica externa</i>
	Tunica media <ul style="list-style-type: none"> - koncentrikus elrendeződésű <i>elasztikus</i>, fenesztrált membrán (kb. 30 – 70 réteg) dominál - simaizomsejtek (csak 1/3 részben) → <i>elasztin</i> termelése - kevés fibrocyta és kollagénrost - amorf, proteoglikán alapállomány 	<ul style="list-style-type: none"> - az érfal 50%-át teszi ki - főleg <i>simaizom</i> dominál (max. 40 réteg) → kötőszöveti rostok és az alapállomány termelése - kevés, főként körkörös elasztikus, kollagén és retikuláris rost
	Tunica intima <ul style="list-style-type: none"> - külső rétege: fenesztrált membrán (lap szerint összenőtt elasztikus rostok) - subendothelialis réteg: főként körkörös lefutású <i>elasztikus rostok</i> + kevés kötőszöveti sejt - legbelső réteg: <i>endothel</i> + <i>LB</i>* 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>membrana elastica interna</i> (kompakt, hullámos lefutású fenesztrált lemez) - vékony subendothelialis réteg - <i>endothel</i> + <i>LB</i>

?: A muscularis típusú artériában mely réteg(ek) **csillapíthatják a vérzést?**

3) Arteriolák

- tunica adventitia: hosszanti elasztikus és kollagén rostok
- tunica media: 1-2 rétegű simaizom, közöttük retikuláris rosttal
- tunica intima: membrana elastica interna + endothel

4) Végartériák: az arteriolák anastomózisok nélkül mennek át capillárisokba

a) *abszolút* vagy *anatómiai végartériák*:

- o kollaterálisok teljes hiánya (!: ez csak bizonyos egyszerűsítések után van így)
- o ld.: agy erei (???)

b) *relatív* vagy *funkcionális végartériák*:

- o vékony, nem funkcionáló, de megerősödni képes kollaterálisok
- o ld.: szív erei (Klin.: szívinfarktus pathomechanizmusa)

* LM = lamina basalis = ***membrana basalis*** hám felőli első rétege

5) Anastomosis-ok (azonos nagyságú erek kapcsolódása laterálisan oldalágak révén)**a) „end to end” anastomosis**

- két közepes nagyságú ér ívszerűen (arcus) összekapcsolódik
- lásd: arcus palmaris superficialis et profundus

b) konvergencia anastomosis

- párhuzamosan haladó erek egymás felé hajolva egy érben folytatódnak
- lásd: arteriae vertebrales (2) → arteria basilaris (1)

c) kollateralis anastomosis

- 2-3 musculáris artéria között több kis összekötő artéria, melyek összekapcsolódnak → **kollateralis érrecék**: több rétegben elhelyezkedve biztosítják a nagyobb mozgásoknak kitett területek vérellátását, és szükség esetén – pl. a nagy erek károsodásakor, lekötésekor – pótolhatják a zavartalan anasztomózáló keringést
- lásd: ízületek körüli kollaterális keringése (ld. váll, könyök, dorsalis kéztő)

d) vénás anastomosis

- **venae perforantes**: mély és felületes vénák között a végtag tengelyére merőlegesen
- **venae communicantes** → **rete venosum** seu **plexus venosus**: azonos rétegben lévő vénák közti anasztomózis háló

e) arteriovenosus (AV) vagy shunt-jellegű anastomosis

- artériák és vénák között **izmos erek** → kapilláris háló kikerülése → a vér eloszlásának szabályozása (pl. a bőrben)
- speciális shunt: **ductus arteriosus Botalli** (ld. magzati szív)

?: A **SHOCK** (nagy vérveszteség, súlyos fertőzés, kiszáradás etc. miatt) stádiumának meghatározásakor miért nagyon fontos a **kapilláris újratelítődési időt** (normálisan < 2 sec.) nézni?

6) Capillaris-ok**a) muscularis capillaris / metarteriola**

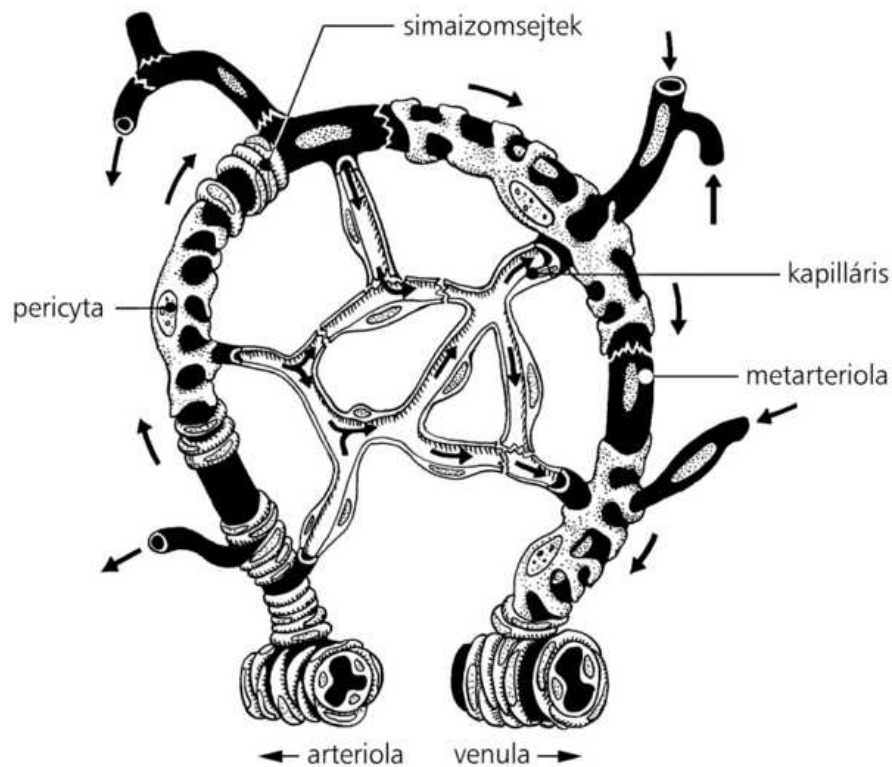
- nem valódi kapilláris (simaizmot tartalmaz)
- szövettan: simaizomsejtek (**prekapilláris sphincter** képzése!) + endothel
- funkció: a vér eloszlásának szabályozása, **teljes perifériás ellenállást*** hozzák létre

b) valódi capillaris

- szövettan: endothelsejtek + lamina basalis (50nm) + **pericyták** (NINCS simaizom)
- a kapillárisok az endothel tulajdonsága szerint csoportosíthatók:
 - **follytonos capillaris** → leggyakoribb, pl. agy, tüdő, vázizom
 - **fenesztált capillaris** (diaphragmával vagy anélkül) → pl. bél, vese
 - **sinusok** (öblök) → pl. nyirokcsomók, lép, máj tág kapillárisai
- az endothel sejtek intenzív osztódásra képesek → gyors regeneráció
- **angiogenezis** = új kapillárisok kialakulása, melyet **trófikus faktorok** szabályoznak

?: Milyen **angiogenezist segítő trophicus faktorokat** (min. 3) ismer?

* RR (vérnyomás) = perctérfogat * teljes perifériás ellenállás



5. ábra: Valódi és muscularis capillarisok

?: Az 5-ös ábrán jelöljön meg néhány **precapillaris sphinctert**! SHOCK-ban vajon hogyan próbál alkalmazkodni a szervezet e sphincterek nyújtotta szabályozás által?

7) Kettős hajszálérrendszerek / portális keringés

a) artériás csodarece (rete mirabile)

- lásd: vese – rete glomerulare
- arteriola → „capillaris” → arteriola → rete capillare → venula

b) portális vénák (ld. 4-es ábra)

- lásd: v. porta, hypophysis
- capillaris → venula → vena → „capillaris” → vena

8) Vénák

- tunica externa / adventitia:
 - legvastagabb réteg
 - főleg kollagén rostok, kevés simaizom és elasztikus rost
 - vasa vasorum + nervi vasorum
- tunica media:
 - jóval vékonyabb, kevés simaizom-sejt, főleg kollagén rostok
- tunica intima:
 - membrana elastica interna
 - kevés subendothelialis kötőszövet
 - endothel
 - **vénabillentyűk** = zsebszerű intima kettőzetek főleg a végtagok ereiben

9) Artériák és vénák elágazásai, lefutása

- monopodialis: egy nagy érből vékony ágak futnak ki
- dichotomicus: egy nagy ér két egyforma ágra válik szét (ld.: tr. pulmonalis)
- a nagyvénák (szívhez közeli) viszonylag függetlenek a nagy artériáktól, nem követik szorosan őket
- a másodlagos, harmadlagos, stb. vénák esetén:
 - o **mély** vagy **kísérő vénák** (**vv. comitantes**) párossával az artéria mellett futnak
 - o **felületes** vagy **bőrvénák** artériáktól függetlenül, a bőr és a fascia között futnak közvetlenül

10) Az erek O₂- és tápanyagellátása

- kisebb erek esetén: diffúzióval a vér ill. a szövetek felől
- nagyobb erek esetén: a belső réteg diffúzióval + külső réteg **vasa vasorum** által (a t. mediaba is benyúlnak)

11) Az erek beidegzése: *nervi vasorum* = vegetatív alapfonat

- a) viscerosensoros: receptorok az aorta, a. carotis communis et interna adventitia-jának mélyebb rétegeiben → IX. és X. (*parasympathicus*) agyidegek szállítják az ingerületet
 - o baroreceptorok (magasnyomású típus):
 - főbb lokalizáció: a. carotis interna, arcus aortae
 - funkció: vérnyomást (érfal feszülést) érzékelő virágcsokorszerűen elágazó szabad idegvégződés → izgalmuk agytörzsi reflexet vált ki
 - o chemoreceptorok:
 - lokalizáció: sinus caroticus – *glomus caroticum* (IX.), arcus aortae – *glomus aorticum* (X.)
 - funkció: a vér O₂, CO₂, H⁺ szintjét érzékeli
- b) visceromotoros:
 - i) *sympathicus postganglionaris* rostok az erek simaizomzatához
 - o érösszehúzóds / *vasoconstrictio* [adrenalin, noradrenalin – α -Receptor]
 - o értágulat / *vasodilatatio* [adrenalin, noradrenalin – β -R]
 - ii) *parasympathicus postganglionaris* rostok az endothelhez
 - o értágulat / *vasodilatatio* [acetilkolin – mACh-R az érendothelen → NOS az endothelben → NO diffúzió a simaizomba]

?: Mi történik, ha az ereket beidegző **szimpatikus rostokat** elvágjuk? Mire következtethetünk ebből?

12) Az erek endocrin és paracrin funkciója

a) Paraganglionok

- o néhány kitüntetett érszakaszon *endocrin* (*hormon termelő*) epithel sejtszövetek figyelhetők meg az adventitia rétegében
- o endocrin szerepük magzati korban jelentős → felnőtt korra háttérbe szorulnak

i) Sympathicus paraganglion: *Paraganglion aorticum abdominale*

- mellékvese-velőhöz hasonló (crista neuralis eredetű) struktúra → extramedullaris kromaffin sejtszövetek
- funkció: adrenalin és noradrenalin (katekolaminok) termelése
- lokalizáció: az aorta abdominalis a. mesenterica inferior feletti vékony sávja

ii) Parasympathicus (?) paraganglion:

(1) *Glomus caroticum*

- lokalizáció: 5mm * 2,5mm, piros-barnás ellipszoid képlet a carotis communis bifurcatioja mögött vagy beékelődve az a. carotis externa és interna közé
- funkció:
 - elsősorban artériás **chemoreceptor (IX. agyideg)** → stimulusa: hypoxia ($O_2 \downarrow$), hypercapnia ($CO_2 \uparrow$), acidosis ($H^+ \uparrow$)
 - endocrin hatása
 - az erythropoiesis (vörösvértest képzés) kontrollálása
 - katekolamin tartalom

(2) *Glomus aorticum*

- lokalizáció: truncus brachiocephalicus és az a. subclavia sinistra eredése közt
- funkció: ld. előbb

b) Az érendothel parakrin funkciója: lokálisan felszabaduló, érműködésre ható anyagok

i) EDRF / endothel eredetű (derived) *relaxációs* faktorok

(1) Nitrogénmonoxid (NO)

- endothelt ért stimulus → szignáltranszdukció → *NOS-3 / konstitucionális NO szintetáz* aktiválódása → **NO** termelés és felszabadulás → **NO** diffúzió a simaizom (SI) sejtbe → guanil cikláz aktiválódás a SI-sejben → cGMP↑ → intracelluláris $Ca^{2+} \downarrow$ a SI-sejben → RELAXÁCIÓ
- stimulusok:
 - nyírófeszültség
 - acetilkolin / Ach = parasympathicus hatás
 - egyéb: noradrenalin, VIP (vazoaktív intesztinális peptid), SP (substance P / P-anyag), hisztamin (H_1 -R), bradykinin

(2) Eikozanoidok / prosztanoid vegyületek: Prosztaglandin (PGI_2)

- endothel membrán lipidek
 foszfolipáz A2 → ↓
 arachidonsav (arachidonsav kaszkád)
 ciklooxygenáz / cox → ↓
 PGI_2
 → *adenilát cikláz* aktiválódása a SI-sejben
 → cAMP↑
 → RELAXÁCIÓ
- stimulus: gyulladásos mediátorok (hisztamin, bradikinin)

ii) EDCF / endothel eredetű *kontrakciós* faktorok: Endothelinek (ET)

- ET_1 (vagy ET_A), ET_2 , ET_3 peptidek
- Az ET_1 a jelenleg ismert endogén mediátorok közül a LEGERŐSEBB VASOCONSTRICTOR!!!
- receptor: ET_A -R

c) Az *kisvérköri érendothel* endokrin funkciója: angiotenzin konvertáló enzim (ACE) expressziója → **angiotenzin-II. (AT-II.)** képzése angiotenzin-I.-ből