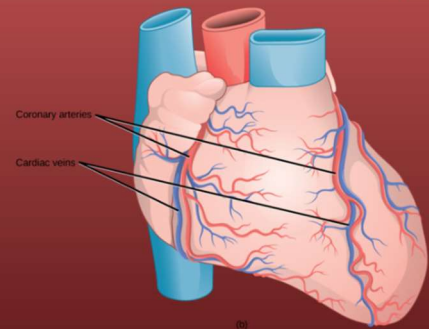
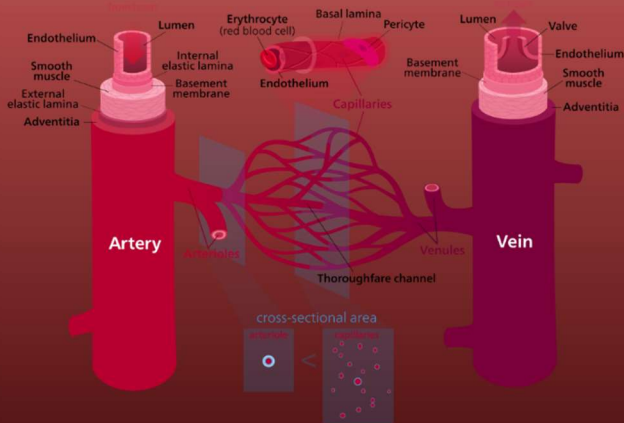
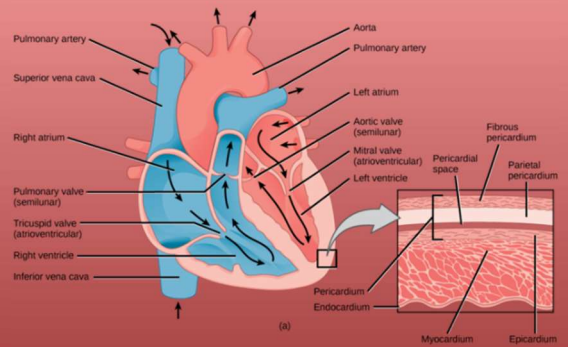
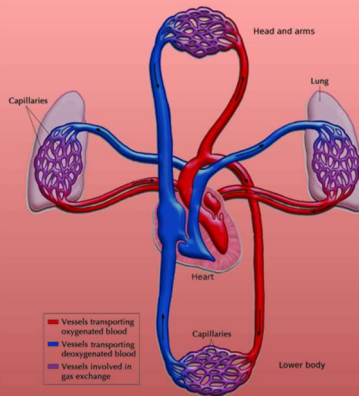
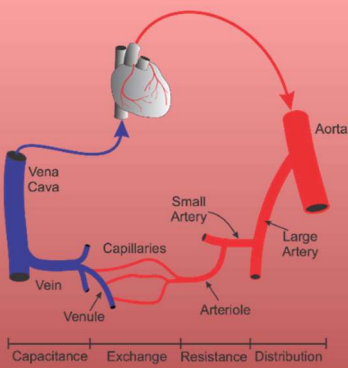


4.6.3. A SZÍV ÉS AZ EREK



4.6. Az anyagszállítás

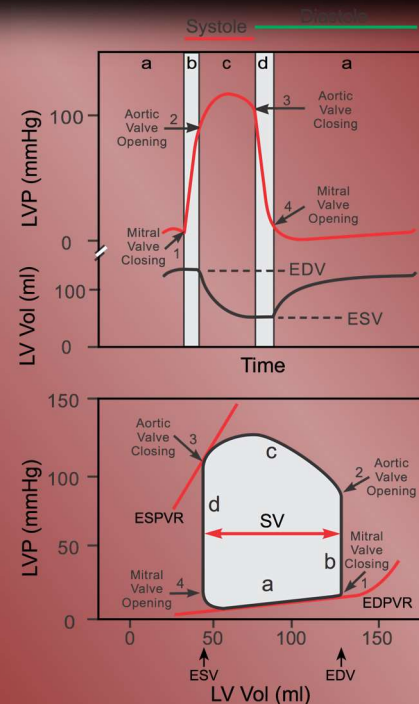
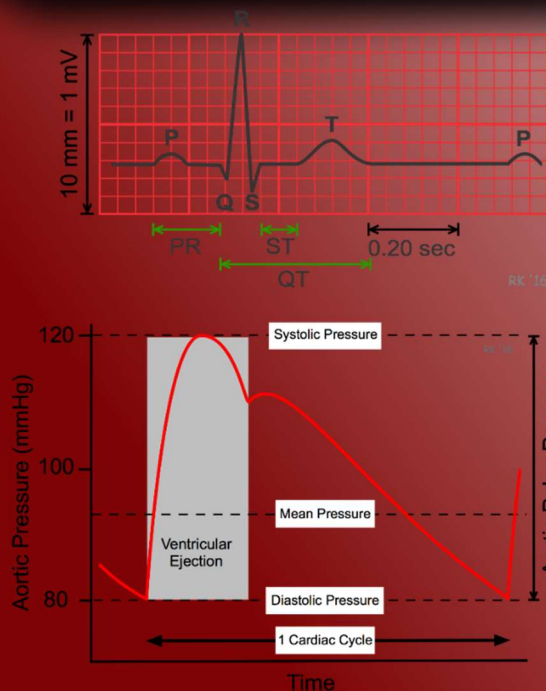
4.6.3. A szív és az erek

Kulcsfogalmak

- Pitvar, kamra, vitorlás billentyű, zsebes billentyű, artéria (verőér), aorta, véna (gyűjtőér/visszér), kapilláris (hajszálér), szívfal felépítése, érfal felépítése, nagyvérkör, kisvérkör, koszorúér, szívfrekvencia, pulzusszám, vérnyomás, szisztolé, diasztolé, izompumpa,
- szívciklus szakaszai, vérnyomás változása, véráramlás sebessége, erek keresztmetszete, pulzus/verőtérfogat, keringési perctérfogat, vénás áramlás, szélkázán funkció.

Gondolkodási művelet

- Magyarázza a szív felépítésének és működésének kapcsolatát. Ismertesse, hogy mi a koszorúerek feladata, hogy miért életveszélyes ezek elzáródása.
- Ismertesse az artériák, a vénák és a kapillárisok felépítését (átmérő, billentyű, szöveti szerkezet), és ezeket hozza kapcsolatba az adott erek funkcióival.
- Magyarázza, mely tényezők segítik a vénás áramlást. Ismertesse a szívfrekvencia és a vérnyomás fogalmát és felnőttkori normál értékeit.
- *Mérjen pulzust és vérnyomást (automata eszközzel), értelmezze a mért adatok eredményeit.*
- Elemezze a szív működését a szív ciklus folyamatában (üreges térfogat- és nyomásviszonyainak változása, a vér áramlása).
- Elemezze grafikonon a vérnyomás változását, a véráramlás sebességét, az erek keresztmetszetének alakulását a keringési rendszerben. Ismertesse a verőtérfogat, perctérfogat értékeit. Végezzen alapvető számításokat ezekkel az adatokkal.
- *Elemezzen a szív működésével kapcsolatos élettani kísérletet.*



4.6.3. A szív és az erek

A szív

A vérkeringés központi szerve. Az emberi szív ököl nagyságú szerv. A mellüreg középső részén, kissé bal oldalon található, a két tüdő között, a mellhártyák által határolt üregben.

A szív falának rétegei

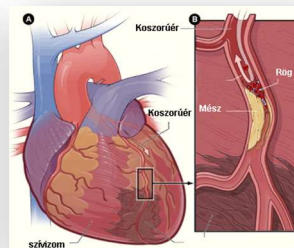
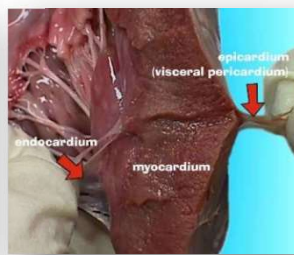
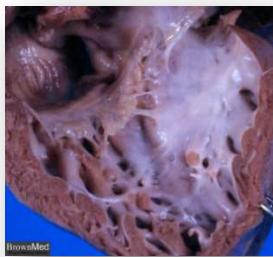
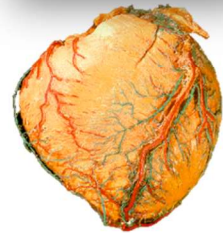
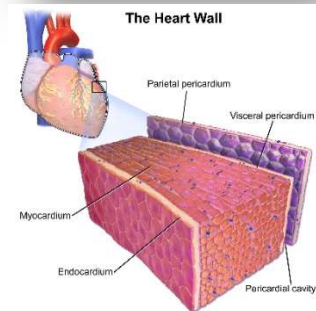
A szív falát **három réteg** alkotja (a véreket szintén).

1. **Külső réteg: a szívburok** (pericardium).

Kétrétegű savós hártya. A külső réteg zsákszerűen veszi körül a szívet, a belső vékony réteg a szív felszínére tapad. A szívburok két lemeze között van a **szívburoküreg**, melyet súrlódáscsökkentő **savós folyadék** tölt ki.

A szív felszínén futnak zsírszövetrel körülvéve a **szívet tápláló ún. koszorúerek** (madarakban, emlősökben). A zsírszövet túltápláltság esetén felszaporodhat, amely nehezíti a szív mozgását. A koszorúerek az aorta kezdetéről erednek és a jobb pitvar előtt csatlakoznak vissza a szívbe, teljes mértékben behálózzák a szívet. A koszorúerek megfelelő állapota alapvető feltétele a szív optimális működésének. Túl zsíros táplálkozás esetén az **erek belső falára koleszterin tartalmú meszes anyag rakódik le**. Ez csökkenti az erek átmérőjét, rontja a szív vérellátását, a **szívizomzat elhalhat**, melynek következménye az **infarktus**. A **nikotin érszűkítő** hatása miatt a dohányzás ezt tovább súlyosbítja (lásd még egészségtan).

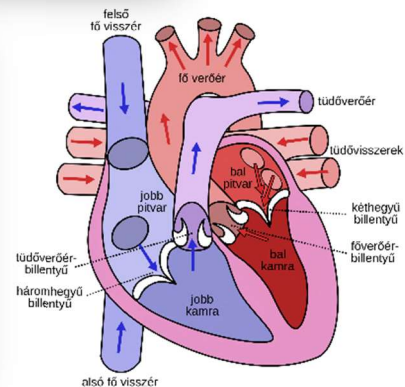
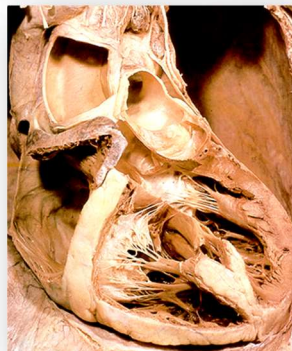
2. A szív vastag középső rétege: a **szívizomzat** (myocardium).
3. A szív legbelső rétege: a **szívbelsőhártya** (endocardium).



A szív felépítése

A szívben **négy üreg** található:

- felül **két pitvar**,
- alul **két kamra**.



A szívet egy függőleges válaszfal **jobb-, ill. baloldali** részre osztja. Embrionális korban a két pitvar között nyílás található, amely azonban a születés után bezáródik, eltűnik.

A magzat vérenek gázcseréjét, táplálékfelvételét, az anyagcseretermékek kiürülését a méhlepény közvetítésével az anyai szervezet végzi. A fejlődő tüdő légtelen, benne nincsen gázcsere, a tüdő vérkeringése, a kisvérkör, tehát nem működik, keringése minimális mértékű.

A jobb pitvarba érkező vér részben a jobb kamrába, részben a bal pitvarba kerül a pitvarokat összekötő nyíláson keresztül (foramen ovale).

A jobb kamrából a tüdőartériába jutott vér a tüdőartériát az aortával összekötő *Botallo*-féle vezetéken át az aortába kerül. Tehát a kisvérkörbe nem kerül vér, hanem minden vér végső soron a nagyvérkörbe, az aortába kerül.

Születéskor az első légvételek során a mellkas tágulása a tüdőt is tágítja. Ugyanakkor ereinek a tágulása nagymértékben csökkenti a vérnyomást a kisvérkörben, és a vér a *Botallo*-vezeték helyett a tüdőartériába áramlik, a *Botallo*-vezeték pedig elzárul.

A tüdővénaon visszaáramló vér viszont a bal pitvarban a vérnyomást emeli, és a bal pitvar felé nyíló billentyűt, becsukja, és azt a pitvarfalhoz szorítja. Ezáltal a kis- és a nagyvérkör egymástól tökéletesen elválasztottá válik.

Az első légvételt az agyvelő légzőközpontjára ható inger a vér oxigéntartalmának csökkenése, a magzatban termelődő szén-dioxid felszaporodása, valamint a hideg levegő, mint bőringer váltja ki. A foramen ovale elzáródása hetek, a *Botallo*-vezetéké napok múlva következik be.

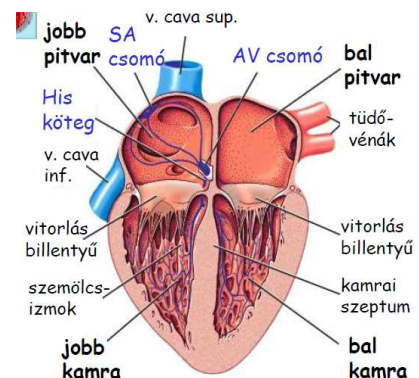
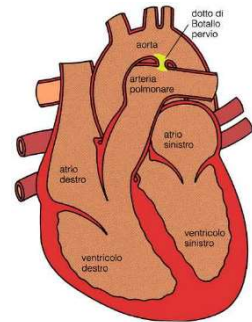
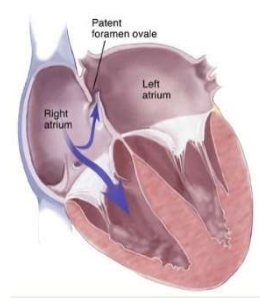
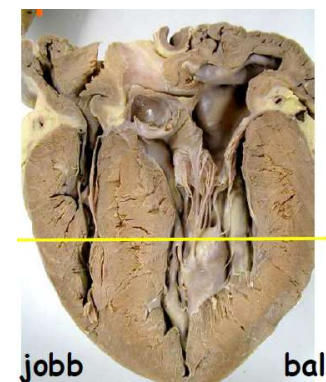
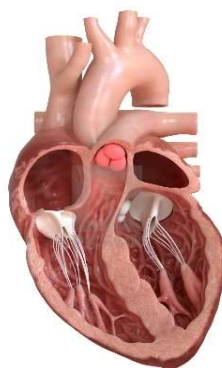
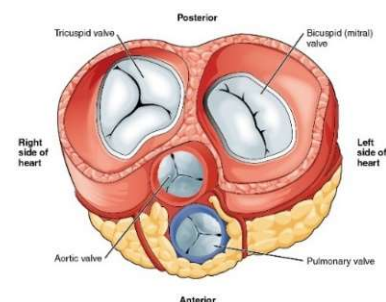
A pitvarok fala igen vékony a kamrákéhoz képest. A bal kamra fala jóval vastagabb a jobb kamráénál, mivel jóval nagyobb munkát végez (belőle indul ki a nagyvérkör).

A belépő (vénák) és a kilépő (artériák) erek a szív felső részén találhatók.

A vér áramlása egyirányú, a pitvaroktól a kamrák felé történik. A vér mozgásának irányítását a szelepszerűen működő **szívbillentyűk** biztosítják.

A szívben kétféle billentyű található, amelyek a szívbelhártya származékai:

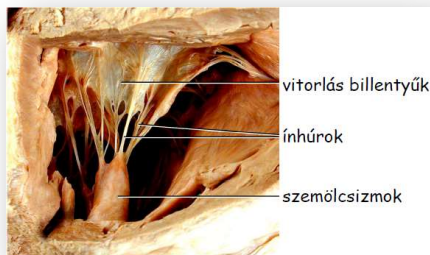
- A pitvarok és a kamrák között: a **vitórlás billentyűk**.
- A kamrák és az artériák között: a **zsebes billentyűk**.



A vitórlás billentyűk

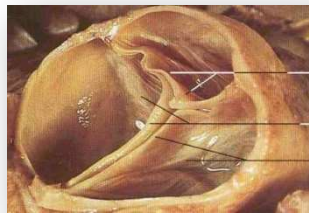
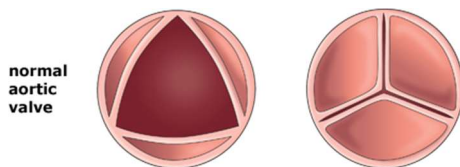
A vitórlás billentyűkhöz a kamra felől **ínhúrok** kapcsolódnak, amelyek a kamra falából kiemelkedő **szemölcsizmokról** erednek.

A **vitórlás billentyűk** akkor nyílnak meg, ha a pitvarban nagyobb a nyomás, mint a kamrában, ekkor a vér a pitvarokból a kamrákba áramlik. Ellenkező esetben a billentyűk bezáródnak, a pitvarok felé a túlhajlást az ínhúrok megfeszülése és a **szemölcsizmok** összehúzódása akadályozza meg.



A zsebes billentyűk

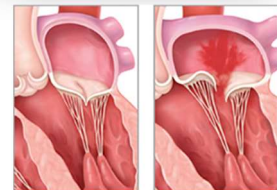
A szív **zsebes billentyűi** a kamrák és az artériák határán találhatók (zsebes billentyűk még a végtagok és a nyaki vénák falában is előfordulnak). Ha a kamrákban nagyobb a nyomás, mint az artériákban, akkor összelapulva megnyílnak. Ellenkező esetben a három hártás zseb megtelik vérrrel, kidomborodik és összehajolva megakadályozzák a vér visszaáramlását a kamrákba.



Szívhangok

A billentyűk záródásakor jönnek létre.

- Az első egy tompa, mély hang (vitórlás billentyűk),
- a második magasabb hang (zsebes billentyűk).



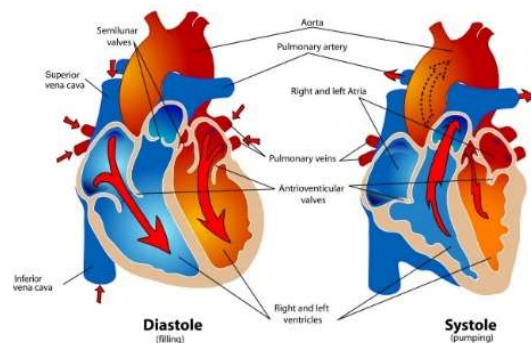
„Ha a szív bal kamrájába nyíló, úgynevezett kéthegyű vitórlás billentyű a normálisnál lazább szerkezetű, akkor a billentyű kamrai összehúzódáskor túlmozdul, és kis **záródási elégtelenség** alakulhat ki. Ennek következménye az, hogy kis mennyiségű vér visszaszivárog a pitvarba és kialakul az úgynevezett **mitralis billentyű elégtelenség**. Ez **légszomjjal, fáradtsággal jár**, mivel a pitvarba visszaáramló vér akadályozza a tüdővénák ürülését, ill. a tüdőben a vénás vérnyomás növekedése és a szövetközötti folyadék felszaporodása nehezíti az oxigénellátást. A rendellenesség súlyosabb esetben műtéti beavatkozást tesz szükségesé.”

Emelt szintű érettségi feladat

A szívműködés folyamata

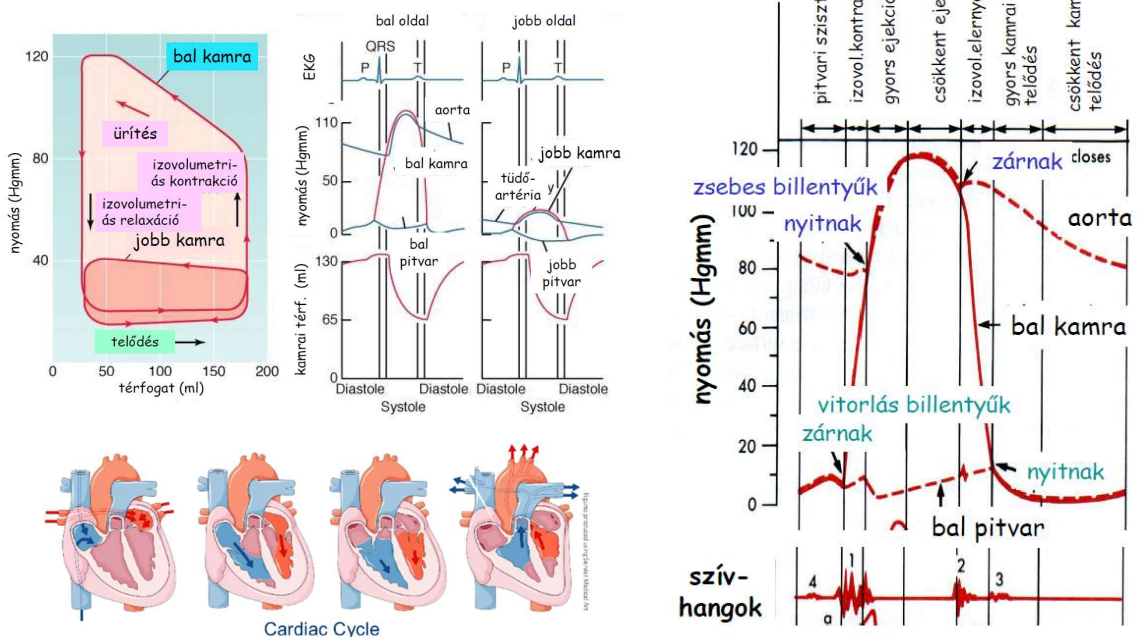
A szívműködés folyamatában alapvetően két fázist különböztetünk meg:

- **A szív elernyedtt állapota – diastole**
- **Az összehúzódás állapota – sistole**



A vér a pitvarok felől a kamrák felé áramlik, mozgásának irányát a nyomáskülönbség határozza meg, mindig a nagyobb nyomású hely felől a kisebb nyomású tér felé halad.

- **Pitvar diastole** során a nagyvénák felől vér áramlik a pitvarokba.
- A pitvarok összehúzódnak, a **vitórlásbillentyűk megnyílnak**, s a vér az ernyedt kamrákba áramlik. A pitvarok ürülését a táguló kamrák szívóhatása elősegíti.
- A kamrák megtelnek vérrel, a pitvarok felől jövő összehúzódás átterjed a kamrák falára, a kamrák megkezdik összehúzódásukat.
- A kamrákban a nyomás nő, s mikor eléri, ill. meghaladja a pitvari nyomást, a **vitórlás billentyűk becsapódnak** (első szívhang).
- A **kamra sistole fokozódik**, s mikor a vérnyomás eléri, ill. meghaladja a nagyartériákban mért nyomást (pl. az aortában 80 Hgmm-t), az eddig zárt **zsebes billentyűk megnyílnak**, s a kamrák vértartalmának **60%-a az artériákba ömlik**.
- A kamrák összehúzódásával párhuzamosan a pitvarok elernyednek, s kezdenek vérrel telítődni (tágulásuk szívóhatást gyakorol a nagyvénákra).
- A kamrák elernyednek és amikor a kamrai nyomás az artériákban mért nyomás alá esik (aortában kb. 105 Hgmm), a **zsebes billentyűk becsapódnak**, majd a **vitórlásbillentyűk kinyílnak** segítik a pitvarok kiürülését.



Tehát a pitvarok összehúzódásakor a kamrák elernyedtek állapotban vannak, illetve fordítva.

Egy szisztoléból és egy diasztoléból álló esemény sorozatát **szívciklusnak** nevezünk. A szív ritmikus összehúzódásaival pumpálja a verőerekbe a vért. A **bal kamra a nagy-, a jobb kamra pedig a kis vérkörbe.**

A szív ritmikus percenkénti összehúzódásának számát, a **szívfrekvenciát** a **pulzusszámmal** jellemezzük. A **pulzushullám az artériák falán végig terjedő nyomás- és térfogatváltozás**, mely leginkább a nagyvérkör nagy, közép, és kis artériáin érzékelhető.

A **szívfrekvencia nyugalmi állapotban** átlagosan

- a felnőtteknél 72,
- 12 éves kor körül kb. 80,
- újszülötteknek 140.

Az egy összehúzódás alatt kipumpált vér mennyisége a **pulzustérfogat** (verőtérfogat), felnőtteknél nyugalomban átlag kb. 60-80 ml.

A pulzustérfogat és a szívritmus szorzata a **perctérfogat**.

Perctérfogat = pulzustérfogat x frekvencia

Nyugalomban: $70 \text{ ml} \times 72 = 5,4 \text{ l}$. Az érték azonban függ:

- az életkortól,
- a nemtől (nőknél alacsonyabb),
- a testsúlytól.

A két kamra által továbbított vér mennyisége természetesen azonos.

A vérerek felépítése és működése

A gerincesek - így az ember - keringési rendszere **zárt**. A vérkeringés **központja, motorja a szív**.

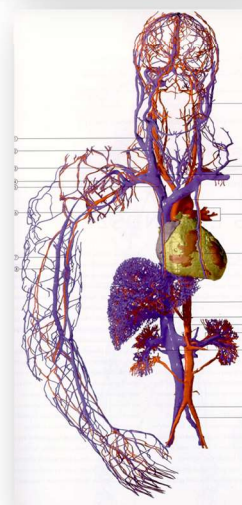
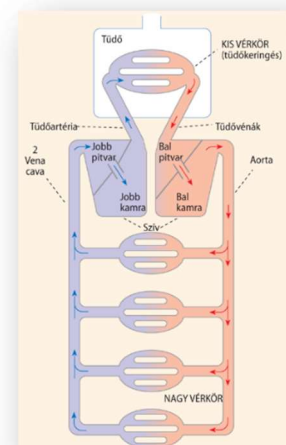
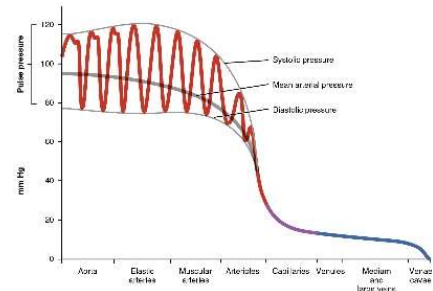
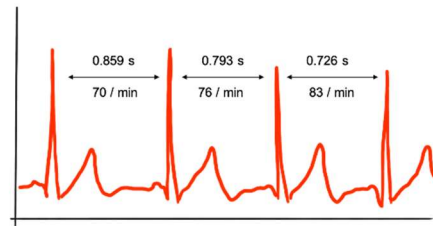
- A szívből indulnak ki a **verőerek** vagy **artériák**.
- A szív felé vezetik a vért a **gyűjtőerek** vagy **vénák**.
- A legkisebb artériákat - **arteriolákat** - és a legkisebb vénákat - **venulákat** - a **hajszálerek** vagy **kapillárisok** kapcsolják össze.

A szívből **két vérkör** indul ki.

- A **nagyvérkör** a **test vérköre**, a balkamrából eredő **aortával** kezdődik, egyre kisebb erekre ágazva ellátja a test szöveteit, szerveit oxigéndús vérral, majd a kapillárisok után egyre nagyobb vénákba szedődve a **fő vénákkal**, az alsó és a felső **testvénával** a szív **jobb pitvaránál** végződik.
- A **kisvérkör** a **tüdő vérköre**, a jobb kamrából az oxigénben szegény vért szállító **tüdő artériával** kezdődik, majd a tüdő kapillárisaiban az oxigénnel telítődött vért a **tüdő vénái** juttatják a bal pitvarba.

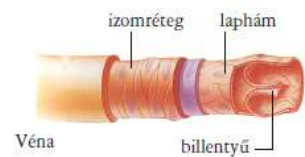
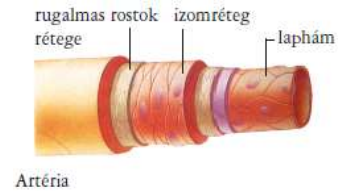
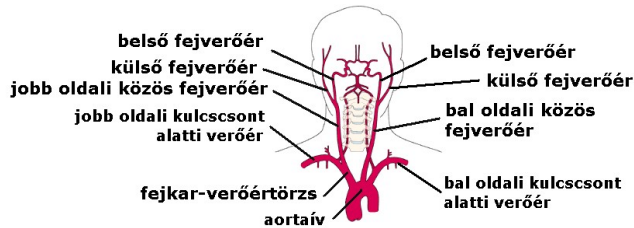
Az **aorta** rövid felszálló ág után **ívben visszahajlik**, s érintve a nyelőcsövet és a légcsövet a szív mögött kissé balra a **leszálló aortában folytatódik**, amely oldalágakat ad le a különféle belső szervek felé, mint pl. máj, bélső, vese stb. majd a 4. ágyékcsigolya magasságában kettéágazik az alsóvégtagokat ellátó **közös csípőartériákra**.

Az aortaív kezdetén erednek a szívet ellátó **koszorúerek**.



Az aortaív többi ere fej, a nyak, a karok, és a mellkas elülső részét látják el vérrel.

- Az ív legmagasabb pontjáról indul ki a **közös kar-fej artériás törzs**, amely rövid lefutás után **kettéágazik** a jobb kart ellátó **kulcscsont alatti artériára** és a **jobb oldali közös fejverőerre**.
- Az aortaív következő elágazásánál a **bal oldali közös fejverőér** található. A közös fejverőerek a pajzsporc magasságában **szétválnak külső és belső fejverőerekre**.
- Végül az aortaív utolsó leágazása a **bal kulcscsont alatti artéria**, amely a bal felső végtagot látja el.



Az erek falának szerkezete

A vérerek a valódi kapillárisok kivételével **3 rétegből** állnak.

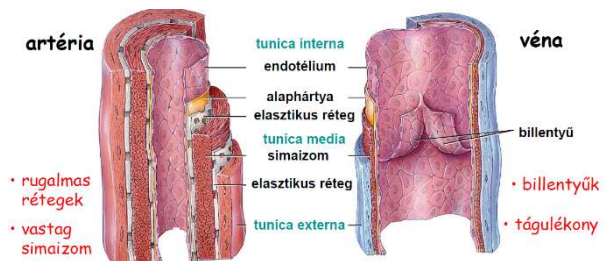
- külső réteg** (kötőszövet),
- középső réteg** (simaizomszövet),
- belső réteg** (egyrétegű laphám).

Az egyes rétegek vastagsága, szerkezete az erek nagyságától és feladatától függően változik.

Az artériák szerkezete

Az artériák a szívtől szállítják el vért. A nagyvérkörben **oxigénben gazdag**, a kisvérkörben **oxigénben szegény** vért tartalmaznak.

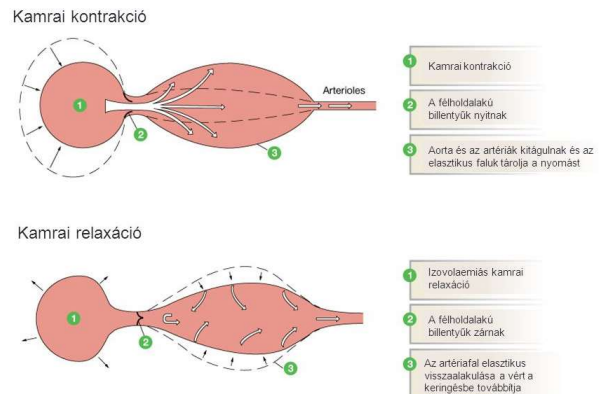
- A **külső réteg** főleg **rugalmas rostokat** tartalmazó **lazarostos kötőszöveti réteg**, amely a nagyobb artériák esetén tartalmazhat ereket és zsírszövetet.
- A **középső réteg** **simaizomból** épül fel.
- A **belső réteg** **egyrétegű laphámból** áll.



Az egyes **artériák átmérője a szívtől távolodva egyre csökken**, ami alapján megkülönböztetünk **nagy, közép, kis artériákat** és a legkisebb **arteriolákat**.

Szövetteni metszeteken az **artériák keresztmetszete kör alakú**, mivel **faluk** vastag, igen **rugalmas**, így nem nyomódnak össze.

Az artériák falában megtalálható **rugalmas rostoknak** és a **simaizomszövetnek** köszönhetően a **bennük folyó vér áramlását folyamatossá teszik**, a szív felől jövő lökéshullámokat (pulzus) ha nem is kiegyenlítik, de mérsékelik. A bal kamra pulzustérfogatának nagy része a systole időtartama alatt nem hagyja el az aortát, hanem **kitágítja** azt, és a diastole alatt áramlik tovább a többlet vérmennyiség (**szélkazan funkció**).

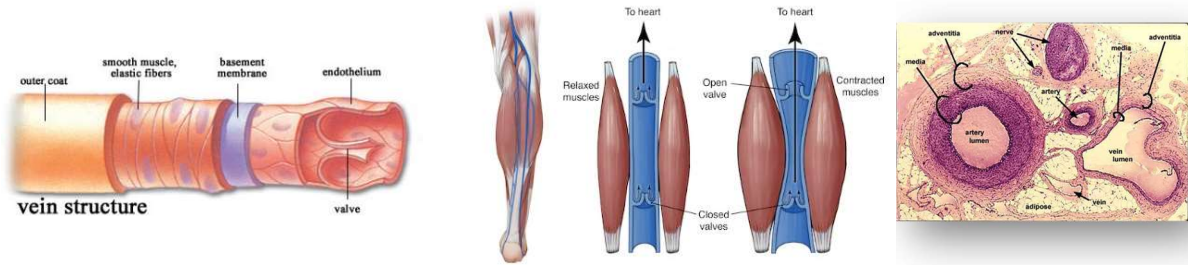


A vénák felépítése

A vénák a vért a szív felé szállítják a kapillárisok felől.

A **vénák fala** a hasonló keresztmetszetű artériákhoz képest **vékonyabb**, mivel a **középső réteg** sokkal **kevesebb simaizmot** tartalmaz. Másik eltérés, hogy **sokkal kevesebb rugalmas rost mennyisége**, így a vénák **kevésbé rugalmasak** mint az artériák, **faluk tágulékony**.

Szövetani készítményeken a környező szövetek nyomásának hatására a fenti okok miatt a **vénák keresztmetszete általában lapított, ovális**.



A **végtagok** és a **nyak vénáiban** a vér áramlását **zsebes billentyűk** segítik, amelyek **megakadályozzák a vér visszaáramlását**. A vénás vér áramlását a vázizmok ritmikus összehúzódása az **izompumpa** is segíti, úgy, hogy az izmok összehúzódásakor a bennük átmenő ereket összenyomják, azonban a billentyűknek köszönhetően a vér csak a szív irányába képes továbbhaladni.

A legkisebb **vénák** a **venulák**, majd tovább a **szív felé haladva az erek átmérője fokozatosan nő**.

A kapillárisok szerkezete

A legkisebb artériákat az arteriolákat és a legkisebb vénákat a venulákat a kapillárisok hálózata kapcsolja össze.

A hajszálereknek két típusát különböztetjük meg.

1. Az **artéria-véna kapillárisok** általában ív alakban, rövid úton kötik össze az arteriolákat a venulákkal.
2. A **valódi kapillárisok** az artéria-véna kapillárisok különböző pontjait köti össze bonyolult hálózatot alkotva.

A **kapillárisok fala igen vékony**, már csak **egyrétegű laphámsejtek és alaphártya** alkotja.

A valódi kapillárisok ágainak eredésénél kis **simaizom gyűrűk** találhatóak, melyek segítségével **szabályozható a véreloszlás a hajszálér hálózaton belül**.

- Általában az **intenzíven működő, élénk anyagcseréjű szövetekben a vér a valódi kapillárisok felé áramlik**.
- Nyugalomban levő szövetekben az izomgyűrűk zártak, a vér az artéria-véna kapillárisokon keresztül rövid úton távozik.

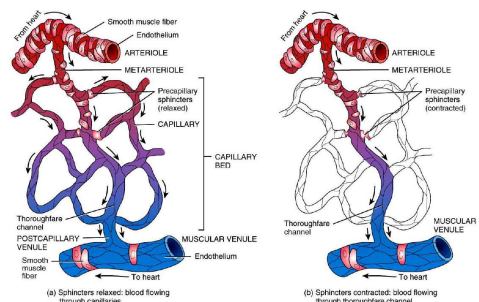
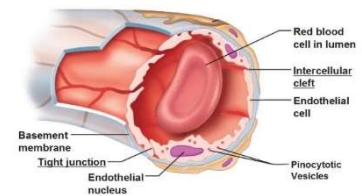
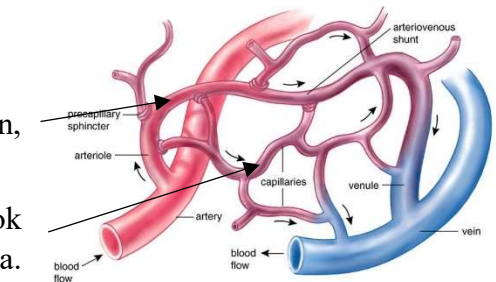
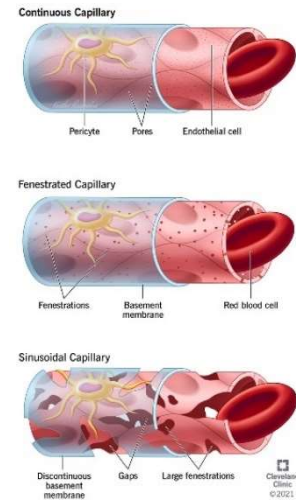


Figure 41.22. Slonina - 1967 1234
Copyright © John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

A kapillárisok típusai

- Folyamatos
 - A sejtek szorosan kapcsolódnak,
 - pl. tüdő felszínét borítja.
- Ablakos
 - A sejteken 50-60 nm "ablakok", vannak,
 - pl. a vesében, az érgomolyagokban található.
- Szinuszoid
 - Az alaphártya szaggatott, sejteken nagy nyílások vannak.
 - Májban, csontvelőben, lépben fordul elő.



A vérnyomás

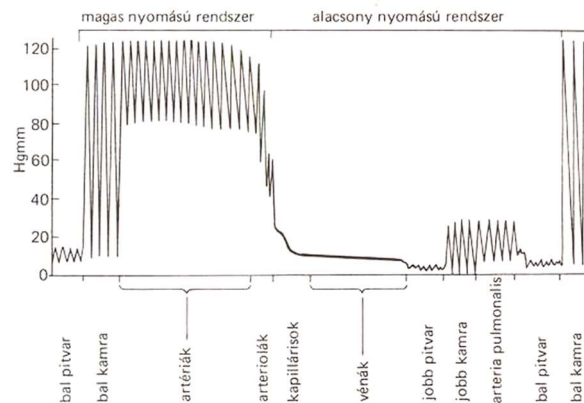
A vérkeringési rendszert az erekben keringő vér érfalra gyakorolt **hidrosztatikai nyomása** alapján - amit **vérnyomásnak** nevezünk - két szakaszra osztjuk:

1. Magasnyomású rendszerre

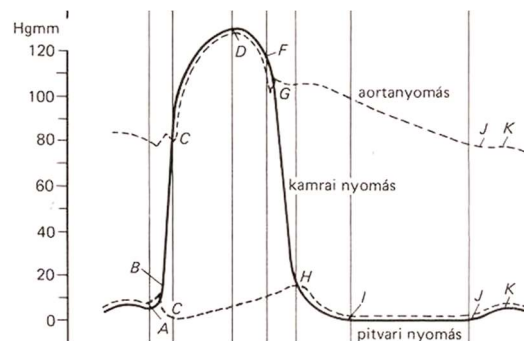
2. Alacsonynyomású rendszerre

A vérnyomás értékét a légköri nyomás értékéhez viszonyítjuk, úgy, hogy annak értékét - 760 Hgmm, 101 kPa – 0-nak vesszük.

A **magas nyomású rendszer** a bal kamrával kezdődik, a nagy vérkör artériás rendszeréig tart. Mint, ahogy korábban tárgyaltuk:



- Amikor a pitvar szisztole, ill. az egyidejű kamra diasztole következtében a pitvarban a vér nyomása legalacsonyabb kamrai nyomás - kb. 5 Hgmm - fölé megy, a vitorlásbillentyűkön keresztül a vér a bal kamrába áramlik.
- A meginduló kamra szisztolének köszönhetően a nyomás meredeken emelkedik, majd **80 Hgmm-es** nyomás értéknél megnyíló zsebes billentyűn keresztül a kamra tatalmának mintegy **60 %-át** az aortába juttatja. Ezt a kb. **70-80 ml vér a vérmennyiséget pulzus térfogatnak** nevezzük.
- A zsebes billentyű megnyílása után a kamra és az aorta nyomása együtt nő, elérve a **max. 120 Hgmm-t**.
- Az aortában mért legkisebb nyomás érték ugyanakkor kb. 80 Hgmm**, mivel mikor a kamaradiasztolé következtében zuhanó kamrai nyomás értéke az aortai nyomás alá esik a zsebes billentyűk becsapódása – kb. 110 Hgmm-es értéknél - megakadályozza a vér visszafolyását.



Az aortában mért

- **legnagyobb nyomást – 120 Hgmm - szisztolés nyomásnak** hívjuk, amely a bal kamra összehúzódásának eredményeképpen alakul ki,
- **a legkisebb nyomást – 80 Hgmm - diasztolés nyomásnak nevezzük**, ami a bal kamra elernyedése következtében jön létre.

A kamra összehúzódásakor az artériás rendszerbe került **vér nyomáshullámot – pulzust** - indít el, amely egyre csökkenő mértékben az arterioláig jellemző.

Alacsony nyomású rendszer

- **A legnagyobb nyomásesés az artériás rendszerben az arteriolák területén történik**, így ez a szakasz már az alacsony nyomású rendszer kezdete.
- A kapillárisok területén további 20 Hgmm-es nyomásesés következik be, **35-15 Hgmm nyomás érték között**.
- **A vénás rendszer elején mérhető 15 Hgmm-es nyomás érték a jobb pitvar közelében szinte 0 értéket mutat.**
- Az egész kis vérkör az alacsony nyomású rendszerhez tartozik, sokkal kisebb nyomásingadozásokkal. Pl. a **jobb kamra szisztolés nyomása csupán 30 Hgmm**.

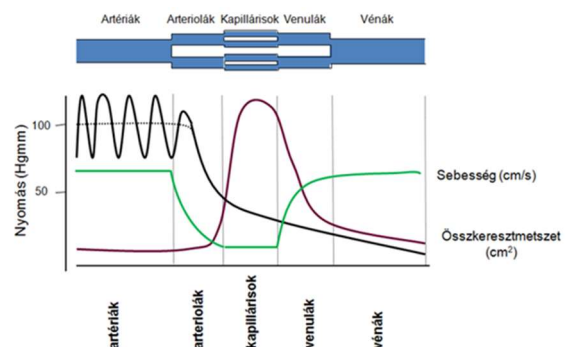
A véráramlás fizikai jellemzői, vérnyomás, véráramlási sebesség

A véráramlás egyirányúságát, ill. a folyamatoságát az érpálya két végpontja között mérhető **nyomáskülönbség** tartja fenn. A **vérnyomás** tehát a nagyvérkörben a bal kamrától a jobb pitvarig, ha nem is egyenletesen, de **folyamatosan csökken**.

Az erek átmérője folytonosan és jellegzetesen változik a keringési rendszerben, az artériás rendszerben egyre csökken a kapillárisok felé haladva, a vénás rendszerben egyre nő a szív felé haladva. Az egyedi érátmérő változásával fordítottan változik az erek összkérszmeteszete.

Az erek **összkérszmeteszete** tehát

- az artériák területén a legkisebb.
- Az arteriolák területén az oszlások során az összkérszmeteszete jelentősen **nő**,
- míg a **legnagyobb értéket a kapillárisok területén észleljük**.
- A vénák összkérszmeteszete a szív irányába fokozatosan csökken,



Az érfallal történő súrlódásból és a vér belső súrlódásából (viszkozitás) származó **ellenállás** az erek összkérszmeteszetének növekedésével **nő**.

Ugyanakkor az ellenállás fokozódásával párhuzamosan **csökken a vér áramlási sebessége**. Tehát a **vér áramlási sebessége** fordítottan arányos az erek összkérszmeteszetével, egyenesen arányos az erek átmérőjével.

A véráramlás sebességének a csökkenése kedvez a kapillárisok területén bekövetkező **anyagforgalomnak**.

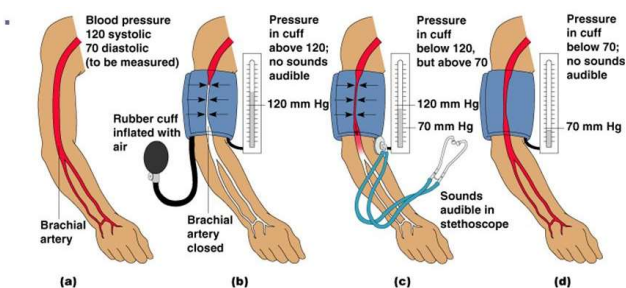
Összefoglalva a véráramlás egyirányúságát biztosítja:

- a **vérnyomásesés** a kamráktól a pitvarokig, melynek fő oka a vénák falának tágulékonyasága,
- a végtagok **vénáinak billentyűi**, melyek a gravitáció ellenében megakadályozzák a vér visszaáramlását,
- az **izompumpa**,
- a **negatív mellúri nyomás**, amelynek során a mellkasban belégzéskor kialakuló alacsony nyomás szívóhatást gyakorol a gyűjtőerekre, segítve a vénás visszaáramlást.

A szív által továbbított véráram számára sem az aorta, sem a nagyobb artériák nem jelentenek jelentős áramlási ellenállást. Ezért az ezekben bekövetkező vérnyomásesés is elhanyagolható. A legnagyobb perifériás áramlási ellenállást a kapillárisok előtti arteriolák jelentik. A vér így mintegy a szív és az arteriolák közé "szorul", ami vérnyomást eredményez.

Vérnyomásmérés

- A **felkarra helyezett**, a szisztolés nyomásérték fölé felfújt **mandzsetta elszorítja a felkar artériát**. A vérnyomásmérő pumpájának segítségével hozzuk létre a méréshez szükséges nyomást. A **külső nyomás elzárja a vizsgált artériában a keringést**, a vér egészen addig nem tud átjutni az elszorított érszakaszon, ameddig a mandzsetta nyomása nagyobb, mint az artériában a vér nyomása.
- Majd a **mandzsettában uralkodó nyomást fokozatosan csökkentve**, amikor a szisztolés nyomást elérjük, a szív átpréseli a vért a megszorított érszakaszon, a **véráramlás megjelenése jelzi a szisztolés vérnyomás értékét**. A következő pillanatban, a szív elernyedési fázisa alatt a mandzsetta nyomása ismét nagyobb lesz, mint az érben uralkodó nyomás, így az ér a mandzsetta alatt megint összehárul, mely a véráramlás hangjának eltűnésével jár. A hallható hangok az artéria falának összecsapódásától, a vér örvénylő áramlásából és az artéria falának rezgéséből származnak, melyet az artéria fölött, épp a mandzsetta alatt elhelyezett sztetoszkóp segítségével észlelhetünk (Korotkov-hangok). A **külső nyomás folyamatos csökkenésével a vér lüktető áramlása ismét megindul**.
- Addig ismétlődnek és hallhatók, míg a mandzsetta nyomása nem csökken a diasztolés vérnyomásérték alá. Ekkor a külső nyomás már annyira alacsony, hogy nem tudja a véreket összehárítani, a véráramlás folyamatos lesz.



- Tehát a **szisztolés nyomás** azzal a külső nyomással egyenlő, amely éppen a véráramlás megindulásához kell. A külső nyomás csökkentésével az artériában lévő nyomás szisztolé során magasabb lesz, mint a mandzsettában lévő, így az összenyomott artéria kitágulásával a vér minden szívverésnél beáramlik az érbe.
- A **diasztolés nyomás** azzal a külső nyomással lesz egyenlő, amely a vér rendellenes sűrűlését az érfalon megszünteti, azaz az érben a nyomás lüktetésszerű változása megszűnik, a véráramlás folyamatos lesz, a Korotkov-hangok megszűnnek.

4.6. Az anyagszállítás

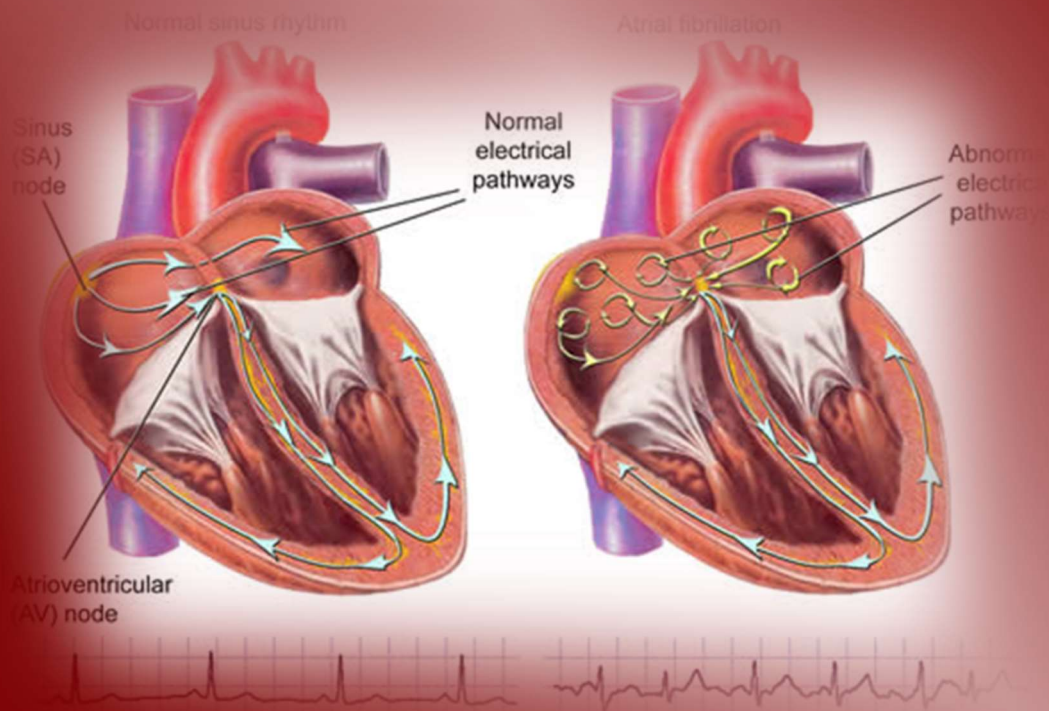
4.6.4. Szabályozás

Kulcsfogalmak

- Pulzusszám változás, vérnyomásváltozás, a vér eloszlása a testben,
- szinuszcsomó, pitvar-kamrai csomó, vérnyomás szabályozása, véreloszlás szabályozása, pH-állandóság, puffer, vércukorszint szabályozás.

Gondolkodási művelet

- Magyarázza, hogy milyen élettani hatások emelik, vagy csökkentik a pulzusszámot és vérnyomást.
- Magyarázza a véreloszlás megváltozásának élettani funkcióját.
- Ismertesse a szinuszcsomó és a pitvar-kamrai csomó helyzetét, magyarázza funkcióját.
- Magyarázza, hogyan valósul meg szervezetünkben a keringés (vérnyomás, véreloszlás) szabályozása.
- Értelmezze a homeosztázist a folyadékterek, összetételének példáján. Magyarázza, hogy mi okból változhat a vér kémiai összetétele (pH, glükózsint), hogyan áll helyre.



4.6.4. Szabályozás

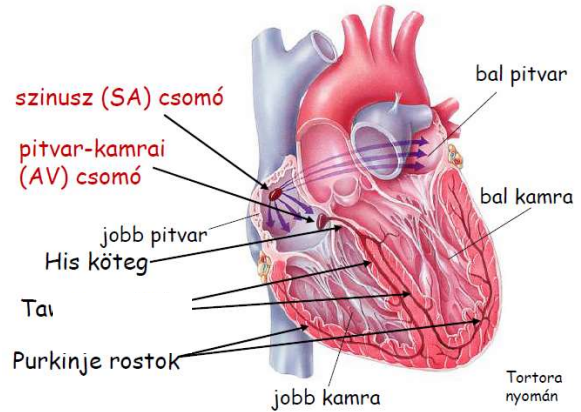
A szív ingerképző és ingerületvezető rendszere

A szív **automatikus** működésű. Idegi összeköttetéseitől megfosztva is működőképes, mivel **önálló ingerületgeneráló és -vezető rendszere van**. Ez a rendszer speciálisan **módosult szívizomsejtekből áll**.

A rendszer részei:

- **Szinuszcsomó**
- **Pitvar-kamrai csomó**
- His-köteg
- Tawara-száрак
- Purkinje-rostok

A **szinuszcsomó** az **elsődleges ingerképző központ**, a **jobb pitvar falában található**. **Percenként 72 impulzust generál nyugalomban**. A pitvar izomzata összehúzódik, és a pitvar-kamrai csomóhoz vezeti az impulzusokat.



A **pitvar-kamrai csomó** **másodlagos ingerképző központ**. A szinuszcsomó sérülése esetén percenként **45 impulzust generál**.

A **pitvar-kamrai csomóból** az impulzusokat a kamrák felé a

- His-köteg
- Tawara-száрак
- Purkinje-rostok viszik.

A pitvarok felől jövő impulzusok hiányában a **kamrák saját frekvenciája percenként kb. 30 összehúzódást** eredményez.

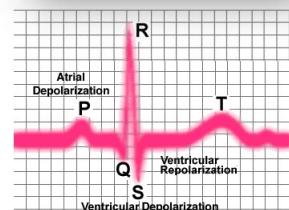
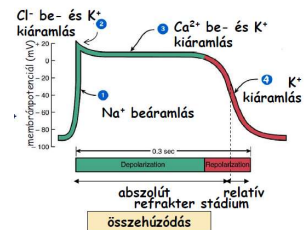
Mindezek eredményeképp a szív a **pitvarok felől a kamrák felé húzódik össze**.

A szívizomban **nem váltható ki tartós összehúzódás, az összehúzódás alatt a szívizom ingerelhetetlen**. (Oka: az elhúzódo Ca^{2+} beáramlás miatt a lassan áll vissza a nyugalmi potenciál.)

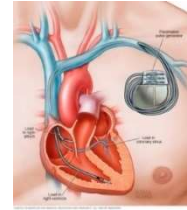
A szív működésekor keletkező elektromos impulzusokat a **bőr felszínén mérni lehet**. Ennek grafikus megjelenítése az **EKG**. EKG-vizsgálat során a szív elektromos aktivitásán keresztül következtetünk a szív állapotára.

- **P-hullám** (pitvari hullám): az ingerület pitvari terjedésének felel meg.
- **P- Q távolság**: átvezetési idő a pitvar és kamra között.
- **QRS-komplexum** (kamrai hullám): a kamrák depolarizációját jelöli, ez idő alatt megy végbe a kamra teljes munkaizomzatának összehúzódása.
- **ST-szakasz**: a kamrák lassú repolarizációs szakasza.

A szív működésre az **idegrendszer** és a **hormonális rendszer gátló, ill. serkentő hatást** gyakorolhat. A vérkeringés – szív működés, vérnyomás – működésének **szabályozó központjai a nyúltvelőben található**k.



A szív ingerképző rendszerének meghibásodása esetén ún. **pacemakert** ültetnek be (lásd még egészségtan).



A vérkeringés – a vérnyomás és a szív működésének - szabályozása

A vérkeringés szabályozásában **hormonális és idegi** szabályozó rendszerek vesznek részt.

A **vérnyomás szabályozásában** a különféle szabályozó mechanizmusok tulajdonképpen az **erek szűkületét** vagy **tágulatát**, így a **vérnyomás emelését vagy csökkenését eredményezik**.

A **szívműködés szabályozása** lényegében a **szinuszcsozó** működésére gyakorolt serkentő, ill. gátló hatások révén történik.

A **hormonok** vérnyomás emelő hatásúak:

- az **adrenalin érszűkítő hatású**,
- a **vazopresszin (ADH) a vízvisszaszívás révén**,
- az **aldoszteron a só visszaszívás révén fejt ki a hatását**.

Az idegi szabályozás

Központok

Az idegi szabályozóközpontok az idegrendszerben számos helyen megtalálhatók, működésük hierarchikus szerveződésű.

A) Az elsődleges központok az agytörzsi hálózatos állomány nyúltvelői szakaszában helyezkednek el. Itt kétféle, ellentétes hatású központ van.

- A **pressor** központnak önálló, **állandó aktivitása** van, **érszűkítő hatású**, **növeli a vérnyomást és a szívfrekvenciát (szimpatikus hatás)**.
- A **depressor** központnak **önálló aktivitása nincs**, a receptorok felől aktiválódik szükség esetén. **Gátolja a pressor kp-ot**, ill. a gerincvelői kp-okat, továbbá **közvetlenül a szívet (paraszimpatikus hatás X. agyidegen keresztül)**.

B) Gerincvelő

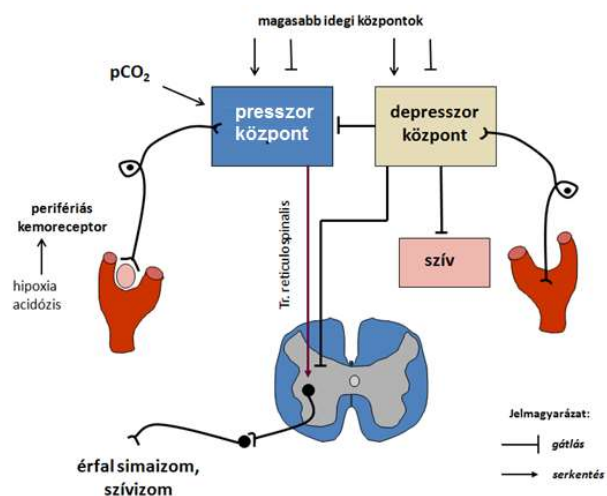
A gerincvelő oldalsó szarvában található vegetatív neuronok axonjai közvetítik az idegi hatásokat az erek falában található simaizomsejtekhez és a szinuszcsozóhoz.

A gerincvelői központi neuronokat a

- **pressor kp. aktiválja (érszűkület, vérnyomás emelkedés),**
- **depressor kp. gátolja.**

C) A magasabb agyi központokból

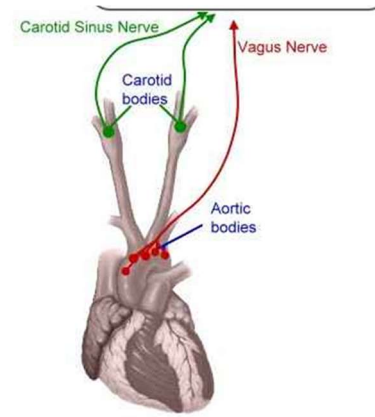
(limbikus rendszer) származó ingerületek **pl. izgalom, düh, félelmek, szorongások** az elsődleges központokon keresztül fokozó hatást – **vérnyomás emelkedést, szívfrekvencia növekedést** - gyakorolnak a keringésre.



Receptorok, ingerek

1. Magasnyomású mechanoreceptorok

- Helyük: **aortaív** falában,
- inger: **vérnyomás-emelkedés**,
- hatás:
 - depressor kp. aktiválása,
 - pressor kp. gátlása,
 - vérnyomás csökken,
 - szívfrekvencia csökken.



2. Kemoreceptorok

a) Perifériás:

- helyük: **szívhez közeli erek falában**,
- inger: **O₂ hiány** (CO₂ növekedés),
- hatás: **pressor kp. aktiválás**, vérnyomás nő, szívfrekvencia nő.

b) Központi:

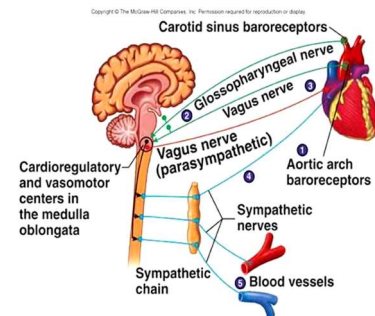
- A **nyúltvelőben**, maga a **pressor-központ neuronjai**.
- Inger a vér **CO₂ növekedése**.
- Hatás: **pressor kp. aktiválás**, vérnyomás nő, szívfrekvencia nő.

Az ingereket a receptorokból a **IX. és a X. agyidegek** érzőrostjai vezetik a nyúltvelőbe.

Aortaív reflex

A legfontosabb vérnyomás szabályozó a mindennapi életben!

- Inger: vérnyomás emelkedés.
- Receptor az aortaív falában, (1)
- depressor kp. aktiválás, pressor kp. gátlás, (2)
- gerincvelői központok gátlása,
- az érfalak tónusának csökkenése, → **értágulás**, vérnyomás csökken, (5)
- X. paraszimpatikus agyideg közvetlenül gátolja a szinuszcsomót, (3)
 - szívfrekvencia csökken,
 - perctérfogat csökken.



Vérelszlás

A nagyvérkör kapillárisainak becsült összfelülete kb. 6300 m². A fenti adatból nyilvánvaló, hogy a szervezetünkben **nincsen minden kapilláris egyszerre nyitva**, a szervek működésétől függően a vér különböző mértékben oszlik meg az egyes szervek között.

Perctérfogat-frakció	Nyugalom		munka					
			Könnyű		Közepes		Nehéz	
	ml	%	ml	%	ml	%	ml	%
zsigerek	1 400	24	1 100	12	600	3	300	1
vese	1 100	19	900	9	600	3	250	1
agy	750	13	750	8	750	5	750	3
koszorúerek	250	4	350	4	750	5	1 000	4
izom	1 200	21	4 500	47	12 500	71	22 000	88
bőr	500	9	1 500	16	1 900	11	600	2
egyéb szervek	600	10	400	4	400	2	100	0,4
perctérfogat	5 800		9 500		17 500		25 000	
oxigénfogyasztás (ml/min/m ²)	140		400		1 200		2 000	

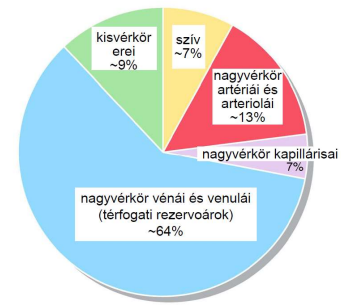
- Bizonyos szervek - **agy** - vérellátása **egyenletesnek mondható**,
- ugyanakkor másoké - pl. **vázizmok**, **bőr**, **zsigerek** - a szervezet mindenkori állapotának megfelelően **széles határok között változhat**.

Az egyes szervek vérellátottságának a mértékét a **perctérfogattal** fejezzük ki, amely az adott szerven az egy perc alatt átfolyó vér térfogatát jelenti.

A **véreloszlást** az egyes szervek között a **hormonális** és az **idegrendszer** szabályozza, melyek hatásukat az erek simaizomzatán keresztül fejtik ki (értágítás - érszűkítés).

A működő szervek fokozott vérellátása úgy valósul meg, hogy

- egyrészt a **kevésbé működő szervek vérellátása csökken**,
- másrészt a vénás rendszer tónusának fokozódására **jelentős mennyiségű vér kerül át az artériás rendszerbe**.



A keringési szervrendszer alkalmazkodása a fizikai munkavégzéshez

Fokozott terhelés esetén mind a **szívfrekvencia**, mind a **pulzustérfogattal megnő**, így egy átlagember esetén a **perctérfogattal** elérheti akár a **21 dm³/perc** értéket is (120 cm³ x 180/perc).

Fizikai aktivitás közben nő a verőtérfogattal, amíg a szív el nem éri a 120/perces szívfrekvenciát. Ezt követően a szívfrekvencia tovább nőhet a terhelés folytatása esetén, azonban a verőtérfogattal a frekvencia növekedésével már nem nő párhuzamosan (annyira lecsökken a kamratelítődés ideje). 1 ml = 1 cm³

Edzés hatására nő a szívizom összehúzódó képessége, a **szív bal kamrája több vért képes befogadni**, mindennek következményeként **megnő a verőtérfogattal** (az edzetlen ember szívének akár 1.5 x-ére, 170 cm³-re).

A **sportolás közbeni magas pulzusszám és a megnőtt verőtérfogattal** eredményezi, hogy ilyenkor a **perctérfogattal is jelentősen megnő**, a nyugalmi 5 l-ről akár 30 l/perc fölé is.

Edzett egyén a fizikai munkához tehát elsősorban a **pulzustérfogattal növekedésével alkalmazkodik**, kisebb mértékben nő a szívfrekvencia, mint edzetlen egyén esetében.

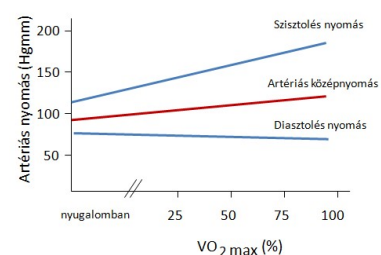
Rendszeres edzés hatása abban is megmutatkozik, hogy fokozatosan megnő a szívizom tömege, emiatt **lassabb a sportolók nyugalmi pulzusa**.

	Pulzusszám	Pulzustérfogattal	Perctérfogattal
Edzett terheléses	180 /p	160-180 ml	32-34 l
Nem edzett Terheléses	180 /p.	100-120 ml	20-22 l

Fizikai munkavégzés során ugyanakkor a terheléssel arányosan **nő az artériás középnyomás**.

Az artériás középnyomás növekedéséért a szisztolés nyomás növekedése a felelős, miközben a diasztolés nyomás még csökkenhet is, mivel a terhelés a működő vázizomzat ereiben jelentős mértékű értágulást okoz, csökken az ellenállás (a vér gyorsabban távozik az aortából). Az oxigénfogyasztás mértéke a terhelés mértékével arányos.

A **vázizomzat és a bőr ereiben nagyfokú értágulat**, így **áramlásfokozódás jön létre**, ezek a területek intenzív fizikai munka során a perctérfogattal 80%-át is kaphatják, **ugyanakkor a bélrendszer keringése jelentősen csökken**, emiatt **nem következik be általános vérnyomásesés**.

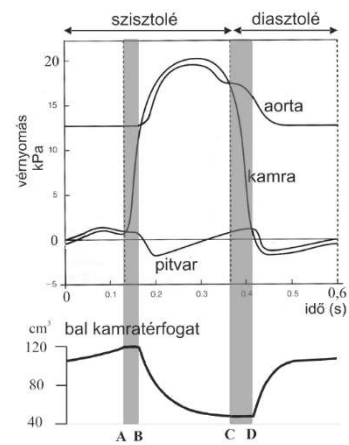


Emelt szintű gyakorló érettségifeladatok

Szív ciklus

A mellékelt diagram egyetlen szív ciklus során lezajló nyomás- és térfogatváltozásokat ábrázolja az aortában, a bal kamrában és a bal pitvarban. A szisztolé alatt a pitvarok, majd – a szaggatott vonalakkal jelölt időszakban – a kamra izomzata húzódik össze (a diagramon ez a bal kamra). A diasztolé alatt a szívizom elernyed. Az A, B, C és D betűk a szívbillentyűk nyitódásának, illetve záródásának pillanatait jelölik. Az első, elnyújtottabb szívhangot a vitorlás billentyűk becsapódása adja, míg a második, rövidebb szívhang a zsebes billentyűk záródásából ered. A diagram tanulmányozása után válaszoljon a következő kérdésekre!

IV. Szív ciklus



1. Hány cm^3 vért lök ki a vizsgált személy bal kamrája egyetlen összehúzódása során?

.....

2. Mekkora a vizsgált személy keringési perctérfogata (a bal kamrából a nagy vérkörbe juttatott vér mennyisége 1 perc alatt), feltéve, hogy az összehúzódások ritmusa végig a grafikonon látottat követi?

3. Az 1 perces időtartam alatt hány másodpercig végez munkát a kamra izomzata?

A következő állítások mellé írja azt a nagybetűt (A, B, C, D), amely időponthoz az adott esemény rendelhető! Egy nagybetű többször is felhasználható.

4. A bal kamrából a vér az aortába kezd áramlani.
5. A vitorlás billentyű bezáródik.
6. A második szívhang ekkor észlelhető.
7. A zsebes billentyű kinyílik.
8. A vér kezd beáramlani a bal pitvarból a bal kamrába.
9. A következő állítások közül melyik jellemzi helyesen az adott időtartam alatt lejátszódó eseményt? (2 pont)

- A) A-tól B-ig a vitorlás és a zsebes billentyűk is nyitva vannak.
- B) B-től C-ig a vér a bal kamrából az aortába áramlik.
- C) C-től D-ig a pitvarból a kamrába áramlik a vér.
- D) A-tól B-ig a kamra térfogata nem változik.
- E) B-től C-ig a kamra térfogata nő.

Hasonlítsa össze, és a cellákba írt kisebb, nagyobb vagy egyenlő jelek egyikével (<, >, =) jelölje a mennyiségi viszonyokat az alábbiak között!

10.	A kamra térfogata a B pillanatban.		A kamra térfogata a C pillanatban.
11.	A kamrában uralkodó nyomás a zsebes billentyű kinyílása előtti pillanatban.		Az aortában uralkodó nyomás a zsebes billentyű kinyílása előtti pillanatban.
12.	A kamrában uralkodó nyomás a zsebes billentyű kinyílása utáni pillanatban.		Az aortában uralkodó nyomás a zsebes billentyű kinyílása utáni pillanatban.

Megoldás

1. $120 - 50 = 70 \text{ cm}^3$ (70-75 cm^3 közti értékek elfogadhatók.)
2. $70 \times 100 = 7000 \text{ cm}^3 = 7 \text{ dm}^3$ Az 1. pontban számolt érték százszorosa elfogadható.
3. A kamra a 0,13 s-tól – 0,36 s-ig terjedő szakaszban húzódott össze, ami 0,23 s, a 100 ciklus alatt tehát $100 \times 0,23 = 23$ másodpercig dolgozott. (A 18 és 28 s közti értékek elfogadhatók).

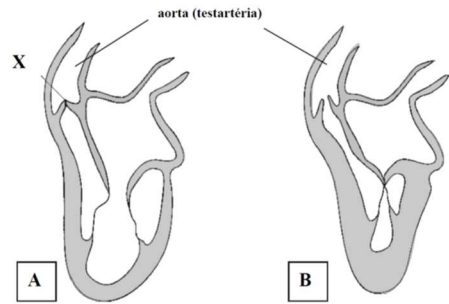
4. B	10. A kamra térfogata a B pillanatban	>	A kamra térfogata a C pillanatban.
5. A	11. A kamrában uralkodó nyomás a zsebes billentyű kinyílása előtti pillanatban.	< vagy =	Az aortában uralkodó nyomás a zsebes billentyű kinyílása előtti pillanatban.
6. C			
7. B	12. A kamrában uralkodó nyomás a zsebes billentyű kinyílása utáni pillanatban.	> vagy =	Az aortában uralkodó nyomás a zsebes billentyű kinyílása utáni pillanatban.
8. D			

9. B és D

Szív működés

Az ábra az emberi szív bal felének hosszmetsetét mutatja vázlatosan, működésének két szakaszában.

Az A szakaszban vér áramlik a pitvarból a kamrába.



1. Nevezze meg az ábrán X-szel jelölt részletet!

.....

2. Írjon le az ábráról leolvasható két jellegzetességet, ami azt bizonyítja, hogy a B szakaszban a kamrából kiáramlik a vér!

-
-

3. Az aortában az A szakaszban is áramlik a vér. Magyarázza meg, hogy mi okból!

.....

4. Sportolóknál a szív percnkénti összehúzódásainak száma általában kisebb, mint a nem sportolóké, noha a kamrából percnként kiáramló vér mennyisége azonos. Magyarázza meg a különbség okát!

.....

A vér a nyomásviszonyoknak megfelelően áramlik a szívben. Hasonlítsa össze a megjelölt helyen a vérnyomás értékeket a kisebb (<), nagyobb (>) vagy egyenlő (=) jelek föltüntetésével a középső oszlopban!

5.	A vérnyomás az A fázisban a kamrában.		A vérnyomás az A fázisban az aortában.
6.	A vérnyomás a B fázisban a kamrában.		A vérnyomás a A fázisban a kamrában.
7.	A vérnyomás az A fázisban a kamrában.		A vérnyomás az A fázisban a pitvarban.
8.	A vérnyomás a B fázisban a kamrában.		A vérnyomás a B fázisban a pitvarban.

9. Az ábrán feltüntetettekén kívül más helyzetben is lehetnek a szívbillentyűk. Van-e olyan állapota a szív működésnek, amikor mindkettő zárt? Indokolja válaszát a pitvar, a kamra és az aorta nyomásviszonyainak összehasonlításával!

Megoldás

1. zsebes / félhold alakú billentyű
2. a zsebes billentyű nyitott, a kamra térfogata kisebb, mint az A helyzetben
3. A megfeszült aortafal rugalmassága miatt.
4. (A rendszeres edzés hatására) a kamratérfogat / pulzustérfogat sportolóknál nagyobb.

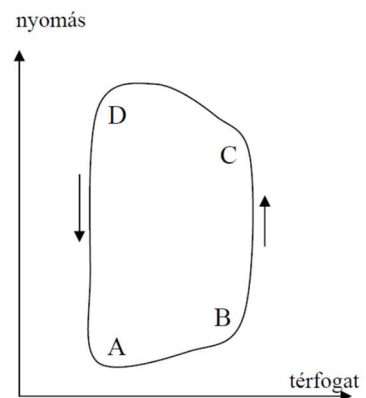
5.	A vérnyomás az A fázisban a kamrában.	<	A vérnyomás az A fázisban az aortában.
6.	A vérnyomás a B fázisban a kamrában.	>	A vérnyomás a B fázisban a kamrában.
7.	A vérnyomás az A fázisban a kamrában.	<	A vérnyomás az A fázisban a pitvarban.
8.	A vérnyomás a B fázisban a kamrában.	>	A vérnyomás a B fázisban a pitvarban.

9. Igen, amikor a kamrai nyomás már nagyobb, mint a pitvari (ezért a vitorlás billentyű már zárt), de még kisebb, mint az aortai (ezért a zsebes billentyű még zárt).

Szív kamra

A bal szív kamra működése során a kamra térfogata és a benne uralkodó nyomás ritmikusan változik. Ezt ábrázolja a grafikon. Az ábra tanulmányozása után írja a megfelelő betűt az üres négyzetekbe! I = igaz, H = hamis állítás.

1. A görbe A és B pontja közötti szakaszban a kamra vérrel telítődik.
2. A görbe B és C pontja között a vitorlás billentyű nyitott.
3. A szív kamrából a vér kilökődik a C és D pont között.
4. A D és A pont között a kamraizomzat úgy ernyed el, hogy közben mind a vitorlás, mind a zsebes billentyűk zártak.
5. A görbe C pontjában a billentyű becsapódása következtében hallhatjuk az egyik szívhangot.
6. A görbe C és D pontja között az aorta vérnyomása meghaladja a kamrai nyomást.
7. A kamraizomzat az A és B pont között munkát végez.
8. A görbe D és A pontja között a bal kamrában levő vér nem áramlik semerre.

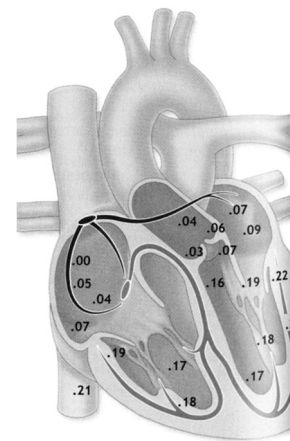


Megoldás

1. I
2. H
3. I
4. I
5. H
6. H
7. H
8. I

Szívverés

Az ábrán egy emberi szívet, és az azon végigfutó ingerületi hullámok következtében az izomösszehúzódás kezdőpillanatait ábrázoltuk. (A pont utáni számok tized-, ill. századmásodperceket jelentenek).



Az ábra tanulmányozása után válaszoljon a kérdésekre!

1. A szív melyik részéből indulnak ki az ingerületi hullámok?

.....

2. A szív melyik részében lassul le az ingerületi hullám terjedése?

.....

3. Mennyit pihen az ábrán látható szív egy perc alatt, ha percenként 75-szer húzódik össze? Tételezzük fel, hogy a kamrafalak elernyedése 0,08 másodperccel azt követően indul meg, hogy az ingerületi hullám a teljes kamrán végigfutott. (2 pont)

Megoldás

1. A jobb pitvarból (a pitvar falából) / a szinuszcsomóból.

2. A pitvar(ok) és kamr(ák) határán / a pitvar-kamrai csomóban. / His-köteggben.

3.

- Egy összehúzódási ciklus $60/75 = 0,8$ s-ot vesz igénybe.
- Ebből $0,22 + 0,08 = 0,3$ s az összehúzódás fázisa.
- A szív tehát (kb.) $0,8 - 0,3 = 0,5$ s-ot pihen egy ciklus alatt,
- azaz 1 perc alatt 37,5 másodpercet.

Munka és vérellátás

Az 1. táblázat a nagy vérkör egyes szerveinek vérellátását mutatja a szervezet nyugalmi állapotában (egy 70 kg-os felnőtt férfi adatai alapján). A táblázat tanulmányozása után válaszoljon a kérdésekre!

szerv	tömege (kg)	véráramlás (cm ³ /perc)	O ₂ fogyasztás (cm ³ /perc)	O ₂ fogyasztás (a teljes fogyasztás %-a)
agy	1,4	750	45	18
szív	0,3	250	25	10
máj	1,5	1300	75	30
vese	0,3	1200	15	6
vázizomzat	35	1000	50	20
bőr	2	200	5	2
egyéb	29,5	800	35	14
ÖSSZES	70	5500	250	100

1. táblázat

1. Hány cm³ vér áramlik át a vizsgált személy kis vérkörén 1 perc alatt?

2. A szív melyik üregéből lép ki a tüdőbe áramló vér?
3. A teljes vérmennyiség (keringési perctérfogat) hány százaléka áramlik át 1 perc alatt nyugalmi állapotban a vesén?
4. Számolja ki és adja meg, hogy mennyi a 100 g tömegegységre számított (fajlagos) vérátáramlás a vesében 1 perc alatt! *Ügyeljen a megfelelő mértékegység megadására!*
5. Írja le, hogy a vese, illetve az izom mely energiaigényes folyamataihoz szükséges a fölvett oxigén! (2 pont)

vese:

izom:

6. A táblázat a szív erős munkavégzés során mérhető jellemző értékeit mutatja tartósan ülő munkát végző ember és atléta esetén. Töltse ki a 2. táblázat üres celláit! (A keringési perctérfogat azt mutatja meg, hogy percenként mekkora térfogatú vér áramlik át a bal kamrán.)

	A szív percenkénti összehúzódásainak maximális száma	A bal kamra által kilökött vér legnagyobb térfogata (cm ³)	Keringési perctérfogat (dm ³)
Ülő munkát végző ember		100	20,0 dm ³
Atléta	190		30,4 dm ³

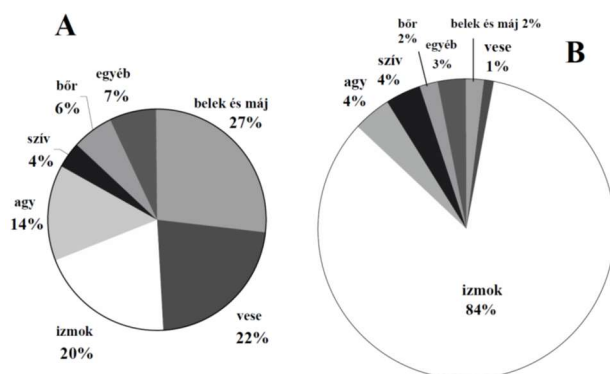
2. táblázat

7. Magyarázza meg, miért emelkedik meg jobban az ülő munkát végző ember szívveréseinek száma azonos terhelés hatására, mint az atlétáé!
-

A két grafikon közül a bal oldali (A) nyugalomban, a jobb oldali (B) pedig erős munkavégzés esetén mutatja az egyes szerveken percenként átáramló vér megoszlását.

A konkrét mennyiségek megadásához számoljon a 2. táblázat „ülő munkát végző ember” adataival!

Tételezzük fel, hogy a nyugalmi keringési perctérfogata megegyezik az 1. táblázatban található értékkel.



8. Mely szervben csökkent a percenként átáramló vér **mennyisége** erős munkavégzés hatására? Adja meg azt is, hogy a nyugalmi értéknek közelítőleg hány százalékára csökkent vérellátása! Rögzítse a számítást is! *Egy szerv megadása elég!*

Megoldás1. 5500 cm^3

2. jobb kamra

3. 22% (21,8)

4. $400 \frac{\text{cm}^3}{\text{perc} \cdot 100\text{g}}$ Elfogadható még: $400 \frac{\text{cm}^3}{\text{perc}} / 400 \frac{\text{cm}^3}{100\text{g}} / 400 \text{ cm}^3$

5.

- A vese: aktív transzport / nátrium-pumpa /ATP- szintézis
- Az izom: összehúzódás / aktin és miozin fonalak elmozdulása /ATP- szintézis

6.

	A szív percenkénti összehúzódásainak maximális száma	A bal kamra által kilökött vér legnagyobb térfogata (cm^3)	Keringési perctérfogat (dm^3)
Ülő munkát végző ember	200	100	20 dm^3
Atléta	190	160	30,4 dm^3

7. A kamra kisebb térfogata miatt a szükséges vérmennyiséget csak gyakoribb összehúzódásokkal tudta eljuttatni a szervezete az izmokhoz. / A kamra kevesebb vért lök ki, ezért szükséges a gyakoribb összehúzódás.

8. a vese

$5,5 \cdot 0,22 = 1,21 \text{ dm}^3$ -ről $20 \cdot 0,01 = 0,2 \text{ dm}^3$ -re,
azaz $0,2:1,21 = 0,1652$ a nyugalmi értéknek **kb. 17%-ra**
vagy:

a belek és máj

$5,5 \cdot 0,27 = 1,485 \text{ dm}^3$ -ről $20 \cdot 0,02 = 0,4 \text{ dm}^3$ -re,
azaz $0,4:1,35 = 0,269$ a nyugalmi értéknek **kb. 27%-ra**

A vérnyomás és szabályozása

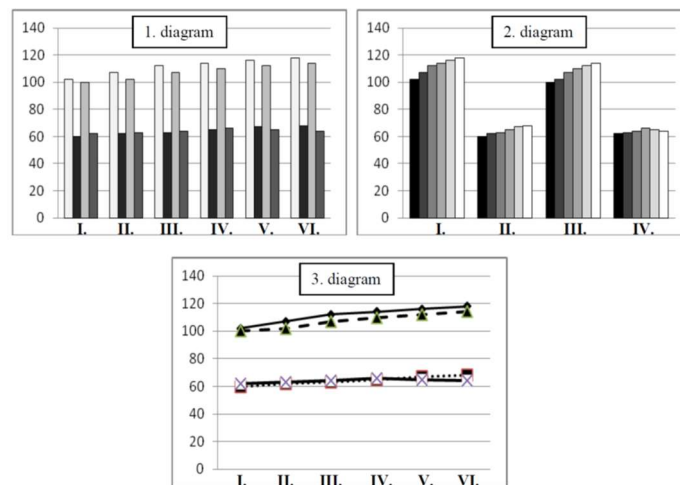
Napjainkban egyre nagyobb problémát jelentenek a vérnyomással kapcsolatos betegségek, melyek már kamaszkorban jelentkezhetnek. Az alábbi táblázat az átlagos vérnyomás gyermekkori és kamaszkori alakulását foglalja össze fiúk és lányok esetében:

		6 év	8 év	10 év	12 év	14 év	18 év
Fiúk	szisztolés	102	107	112	114	116	118
	diasztolés	60	62	63	65	67	68
Leányok	szisztolés	100	102	107	110	112	114
	diasztolés	62	63	64	66	65	64

1. Milyen mértékegységben tünteti fel a táblázat a vérnyomás átlagértékét?

.....

A következő diagramok a táblázatban szereplő adatok közti viszonyok szemléltetése céljából készültek. Tanulmányozza azokat, majd válaszoljon a kérdésekre!



2. Mely diagramok esetében jelölnek a vízszintes tengely mentén szereplő római számok életkort?

- A. Csak az 1. diagram esetében.
- B. Csak a 2. diagram esetében.
- C. Csak a 3. diagram esetében.
- D. Az 1. és a 2. esetében.
- E. Az 1. és a 3. esetében.
- F. Minden esetben az életkor szerepel a vízszintes tengelyen.

3. Melyik diagram jeleníti meg az eredeti táblázat azonos oszlopaiban szereplő, összetartozó értékeket azonos módon (azaz egyező színű oszlopokkal vagy egyforma típusú adatpontokkal)?

- A. Csak az 1. diagram.
- B. Csak a 2. diagram.
- C. Csak a 3. diagram.
- D. Az 1. és a 2. diagram.
- E. Az 1. és a 3. diagram.
- F. Mind a háromra igaz ez.

Az adatok alapján több megállapítást is tehetünk a vérnyomás alakulására vonatkozóan.

4. Az adatokból nem következő állítások betűjelét írja a négyzetbe!

- A. A fiúk átlagos diasztolés vérnyomása növekszik az életkorral.
- B. A lányok átlagos szisztolés vérnyomása mindig a fiúké alatt marad.
- C. A fiúk átlagos szisztolés vérnyomása az életkorral monoton növekszik.
- D. Az átlagos vérnyomásértékek monoton növekszenek az életkor előrehaladtával.

Megoldás

- diagramm: az életkor függvényében (korcsoportoknak megfelelően) ábrázolja a fiúk és a lányok szisztolés (világosabb) és diasztolés (sötétebb) vérnyomásértékeit.
- 2. diagramm: az azonos oszlopokban szereplő, összetartozó vérnyomásértékeket jeleníti meg,
 - első csoport: fiúk szisztolés nyomásértékei az egyes korosztályokban,
 - második csoport: a fiúk diasztolés nyomásértékei az egyes korosztályokban,
 - harmadik csoport: lányok szisztolés nyomásértékei az egyes korosztályokban,
 - negyedik csoport: a lányok diasztolés nyomásértékei az egyes korosztályokban.
- 3. diagramm: a szisztolés (folytonos a fiúk, szaggatott a lányok) és a diasztolés (szaggatott a fiúk, folytonos a lányok) nyomásértékek változása az életkor függvényében.

1. Hgmm-ben

2. E

3. B

4. D

Erek és szervek

Az ábra a vese és a máj vérellátását mutatja vázlatosan.

A nyilak az áramlás irányát jelzik. A rajz tanulmányozása után válaszoljon a kérdésekre!

1. Mi az „E” jelű részlet neve?

.....

Melyik vezetékre igaz az ábrázoltak közül? Az ábra betűjelével válaszoljon! Ha egyikre sem igaz az állítás, írjon a négyzetbe X jelet, ha pedig mindegyikre érvényes, akkor Y jelet!

2. A benne áramló vér utolsó állomása a szívben a jobb kamra volt.

3. A benne áramló vér a szív üregei közül elsőként a bal pitvarba kerül.

4. Vizelet áramlik benne.

5. Emésztőenzimet tartalmaz.

6. Szteránvázas vegyületeket (szteroidokat) tartalmaz.

7. Döntse el, hogy az alábbi állítások közül melyik helyes! (4 pont)

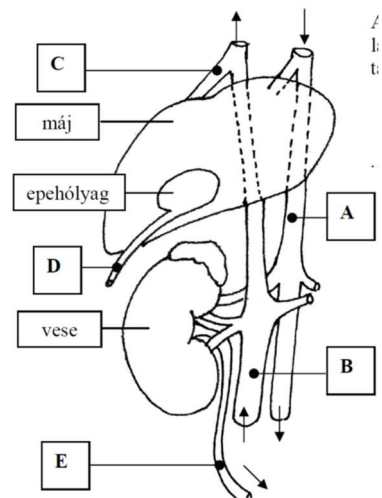
A) Az ábra A betűje és B betűje egy-egy artériát jelöl.

B) Az ábra C betűje egy vénát jelöl.

C) Az A jelű részben áramló folyadék pH-ja nagyobb, mint a B jelű részben áramló folyadék pH-ja, mert B-ben a szén-dioxid magasabb koncentrációja savas irányba tolja el a pH-t.

D) Futó emberben az A jelű részben áramló folyadék cukorkoncentrációja nagyobb lehet, mint a B jelű részben áramló folyadék cukorkoncentrációja, mert a cukor egy részét a szöveti sejtek fölveszik a rajtuk átáramló vérből.

E) A D jelű vezetékben áramló folyadék enyhén savas kémhatású, mert epesavakat tartalmaz.



- F) Kiadós futás után a B jelű részben áramló folyadék tejsavtartalma kisebb, mint a C jelű részben áramló folyadék tejsavtartalma, mert a tejsav a vázizmokban glükózzá alakul át.
- G) A májba artéria és véna is szállít vért.

Megoldás

1. húgyvezeték
2. X
3. X
4. E 5. X
6. Y
7. B, C, D, G

A nagyvérkör

Az alábbi táblázat adatait értelmezve válaszolja meg a kérdéseket.

Érszakasz betűjele és neve	Vérnyomás minimum (kPa)	Vérnyomás maximum (kPa)	Átlagos érátmérő (mm)	Átlagos véráramlási sebesség (cm/s)
A) aorta	12	18	10	40
B) artériák	10	16	3	40 – 10
C) kisartériák	9	14	0,02	10 – 0,1
D) hajszálerek	1	3	0,008	0,1-nél kisebb
E) kisvénák	4	7	0,03	0,3-nél kisebb
F) vénák	5	8	6	0,3 – 0,5
G) testvéna	-2	0,5	12,5	5 – 20

1. Melyik érszakaszon mérhető a legkisebb különbség a vérnyomás minimum és maximumértéke között? (1 pont)
2. Mivel magyarázható, hogy az előző kérdésre helyes válaszként megadott érszakaszon a legkisebb a különbség a vérnyomás minimum és maximumértéke között? (1 pont)
 - A) Itt a legkisebb a vérnyomás minimumértéke.
 - B) Itt a legkisebb az egyes erek átlagos átmérője.
 - C) Ez az érszakasz van a legtávolabb a szívtől.
 - D) Ezen a szakaszon az erek fala simaizomréteget tartalmaz.
 - E) Ezekben az erekben billentyűk találhatók.
3. Melyik két érszakasz között történik a legnagyobb változás a vérnyomás minimum és maximum értékében egyaránt? (1 pont)
 - A) Az **F** és **G** szakasz között.
 - B) Az **A** és **B** szakasz között.
 - C) Az **E** és **F** szakasz között.
 - D) A **C** és **D** szakasz között.
 - E) A **B** és **C** szakasz között.

4. Mivel magyarázható, hogy az előző kérdésre helyes válaszként megadott két érszakasz között

történik a legnagyobb változás a vérnyomás minimum és maximum értékében egyaránt? (1 pont)

- A) Az erek összkeresztmetszete jelentősen nő ezen a szakaszon.
- B) E szakaszon megnő a vérplazmafehérjék ozmotikus nyomása.
- C) Az egyes erek átmérője jelentősen csökken ezen a szakaszon.
- D) E szakaszon történik a légzési gázok diffúziója.
- E) Az erek falát egyrétegű laphám alkotja ezen a szakaszon.

Amennyiben az állítás igaz, I betűt, ha pedig hamis, H betűt írjon!

5. A feladat elején szereplő táblázatban látható adatok magasvérnyomásbetegségben szenvedő felnőtt adatai.

6. A táblázat adatai alapján kimondható, hogy a nagyvérkörben az erek átmérője a véráramlási sebességgel fordítottan arányos.

7. A nagyvérkörben a legvastagabb oxigéndús vért szállító ér átlagos átmérője nagyobb, mint a legvastagabb oxigénszegény vért szállító ér átlagos átmérője.

8. Ha a szív bal kamrájában a nyomás kisebb, mint 12 kPa, az aorta billentyűje zárva van.

Megoldás

- 1. D
- 2. C
- 3. D
- 4. A
- 5. H
- 6. H
- 7. H
- 8. I