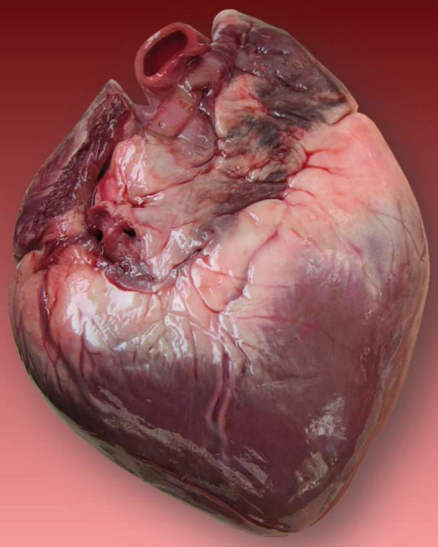
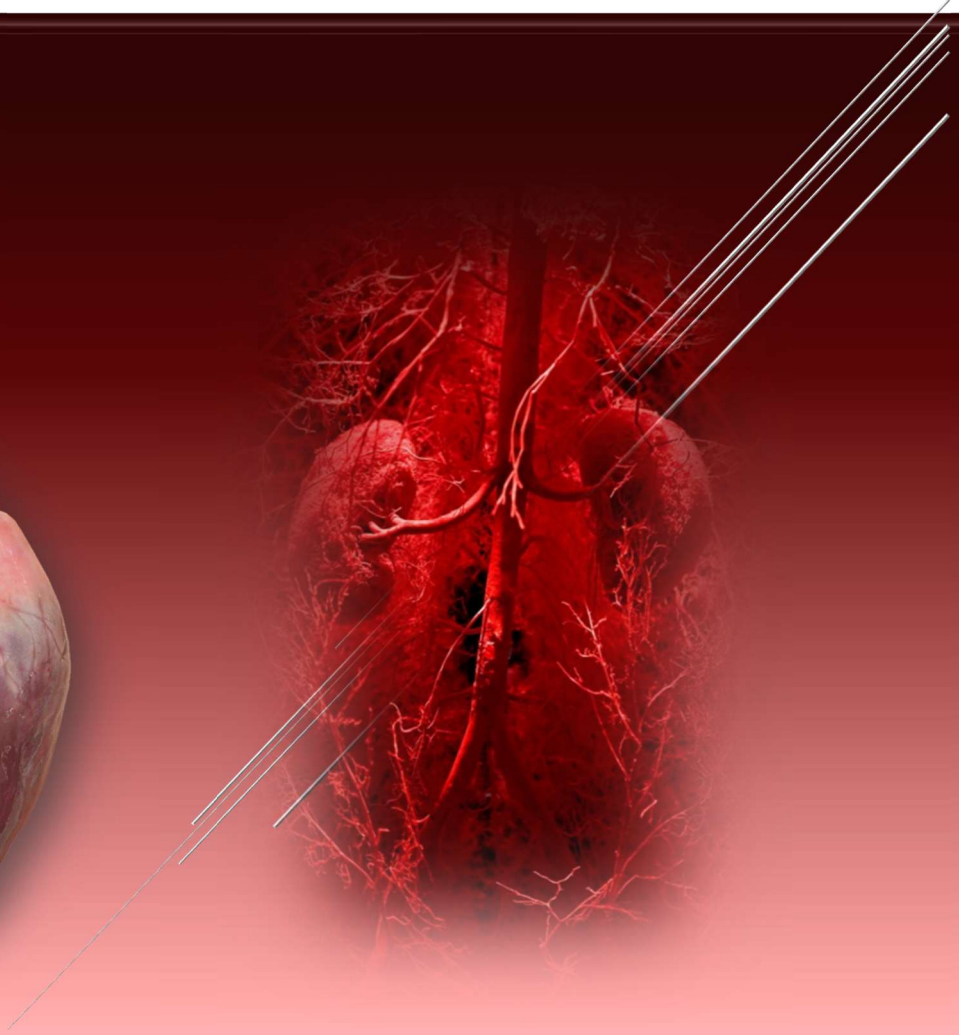
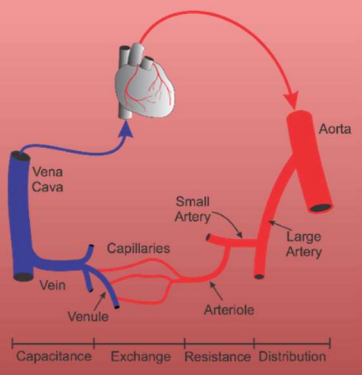
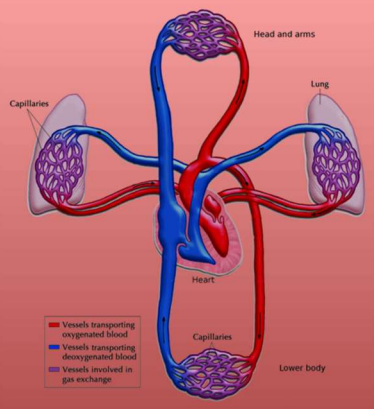
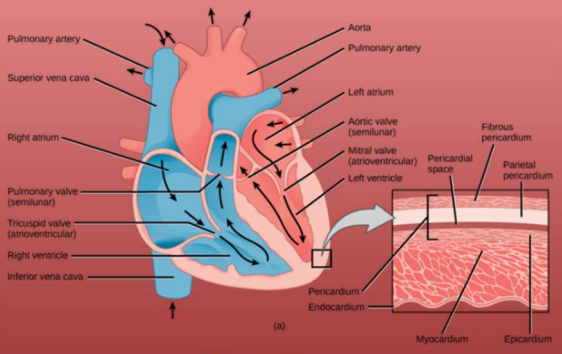


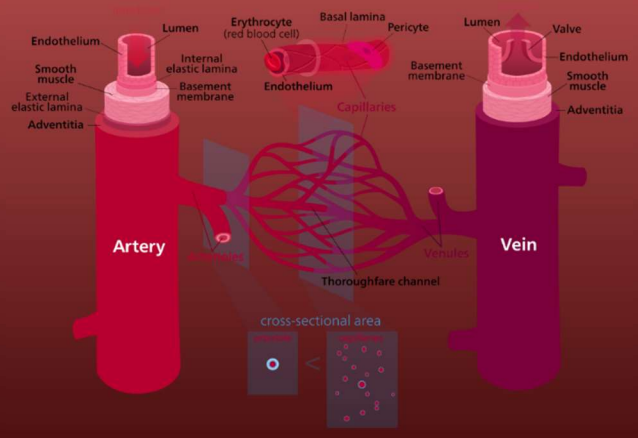


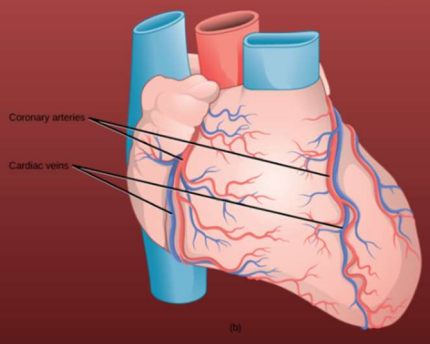
A SZÍV ÉS AZ EREK









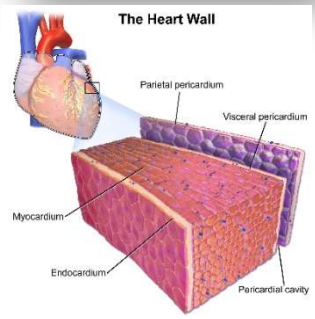


A szív és az erek

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



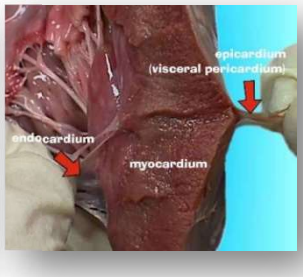
A szív falát **három réteg** alkotja (a vererekét szintén).

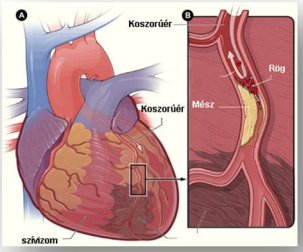
1. **Külső réteg: a szívburok** (pericardium).

Kétrétegű 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 **folyadék** tölt ki.

A szív felszínén futnak zsírszövettel körülvéve a **szívet tápláló** ún. **koszorúerek**. A zsírszövet túltápláltság esetén felszaporodhat, amely nehezíti a szív mozgását. A koszorúerek 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** (miocardium).
3. **A szív legbelső rétege: a szívbelhártya** (endocardium).

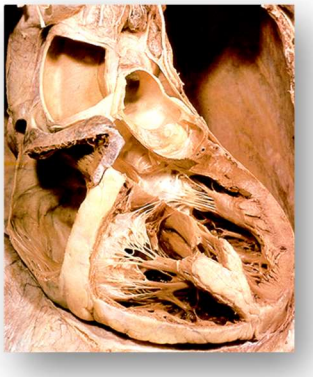


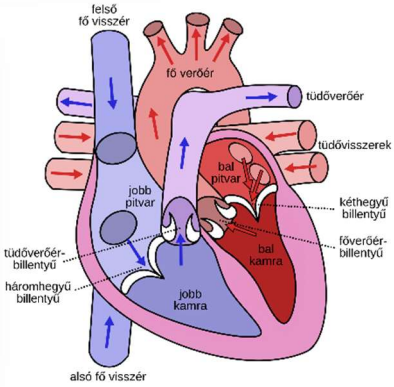


A szív felépítése

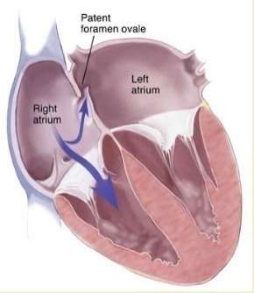
A szívben **négy üreg** **található**:

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



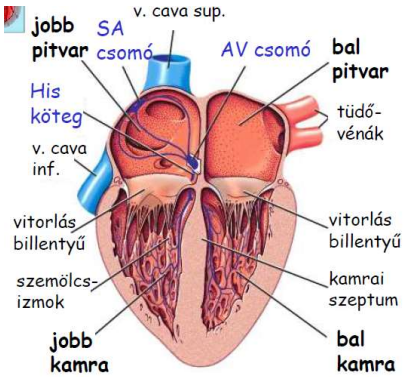


A szívet egy függőleges válaszfal **jobb-, ill. baloldali** részre osztja. Embrionális korban a két pitvar között nyílás található, amely azonban a születés után bezáródik, eltűnik.



A magzat vérének 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 **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).

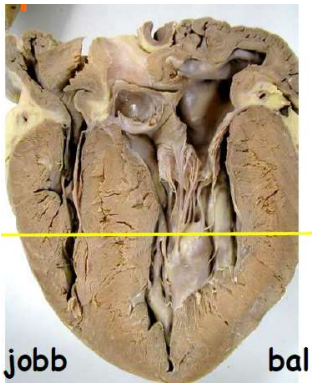


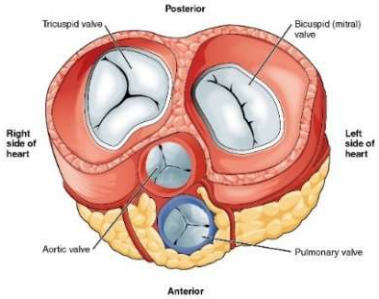
A belépő (vénák) és a kilépő (artériák) erek a szív felső részén találhatók.

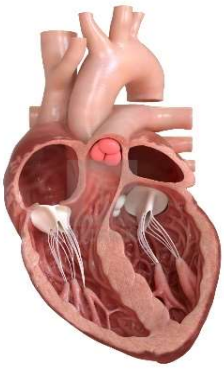
A **vér áramlása egyirányú**, a **pitvaroktól a kamrák felé történik.** A vér mozgásának irányítását a szelepszerűen működő **szívbillentyűk** biztosítják.

A szívben kétféle billentyű található, amelyek a szívbelhártya származékai:

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



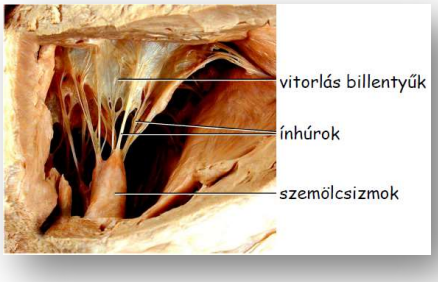




A vitorlás billentyűk

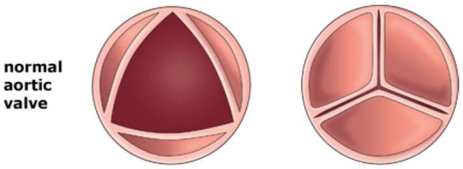
A vitorlás billentyűkhöz a kamra felől **ínhúrok** kapcsolódnak, amelyek a kamra falából kiemelkedő **szemölcsizmokról** erednek.

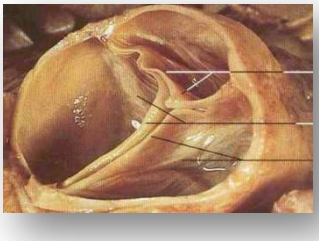
A **vitorlás billentyűk akkor nyílnak meg, ha a pitvarban nagyobb a nyomás, mint a kamrában**, ekkor a vér a pitvarokból a kamrákba áramlik. Ellenkező esetben a billentyűk bezáródnak.

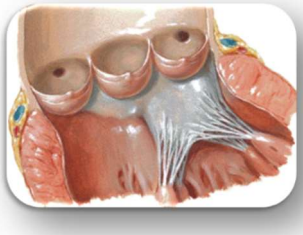


A zsebes billentyűk

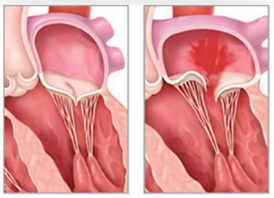
A szív **zsebes billentyűi** a kamrák és az artériák határán találhatók (zsebes billentyűk még a végtagok és a nyaki vénák falában is előfordulnak). Ha a kamrákban nagyobb a nyomás, mint az artériákban, akkor összelapulva megnyílnak. Ellenkező esetben a három hártyás zseb megtelik vérrel, kidomborodik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







Szívhangok



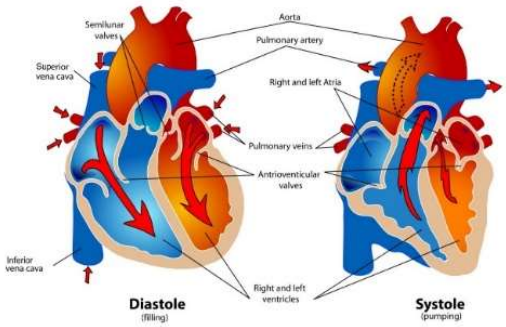
A billentyűk záródásakor jönnek létre.

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

„Ha a szív bal kamrájába nyíló, úgynevezett kéthegyű vitorlás 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 szükségessé."

Emelt szintű érettségi feladat

A szívműködés folyamata



A szívműködés folyamatában alapvetően két fázist különböztetünk meg:

- **A szív elernyedt 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 vitorlásbillentyűk megnyílnak, s a **vér az ernyedt kamrákba áramlik**.
- 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 vitorlás billentyűk becsapódnak (első szívhang).

- A **kamra sistole fokozódik**, s mikor a vérnyomás eléri, ill. meghaladja a nagyartériákban mért nyomást, az eddig zárt zsebes billentyűk megnyílnak, s **a kamrák vértartalmukat az artériákba öntik**.
- A **kamrák elernyednek** és amikor a kamrai nyomás az artériákban mért nyomás alá esik, a zsebes billentyűk becsapódnak.

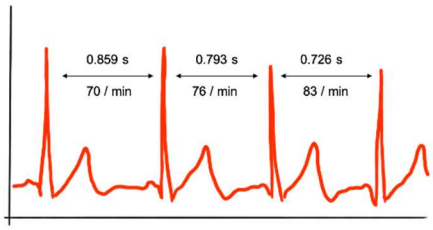
Tehát a pitvarok összehúzódásakor a kamrák elernyedt állapotban vannak, illetve fordítva.

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

A **szív ritmusos 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

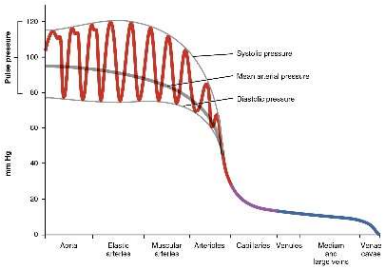
- a felnőtteknél 72,
- 12 éves kor körül kb. 80,
- újszülötteknek 140.



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 ml x 72 = 5040 ml. Az érték azonban függ:

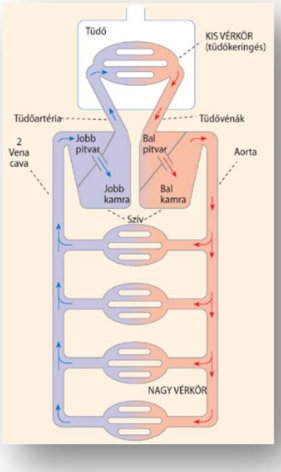
- az életkortól,
- a nemtől (nőknél alacsonyabb),
- a testsúlytól.

A két kamra által továbbított vér mennyisége természetesen azonos.

A vererek felépítése és működése

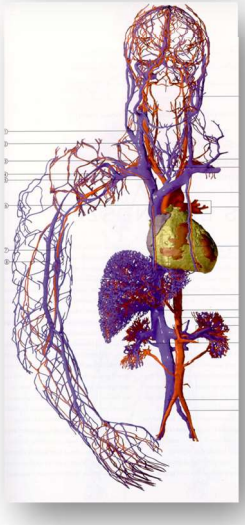
A gerincesek - így az ember - **keringési rendszere zárt.** A vérkeringés **központja, motorja a szív**.

- **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 vérrel, 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.



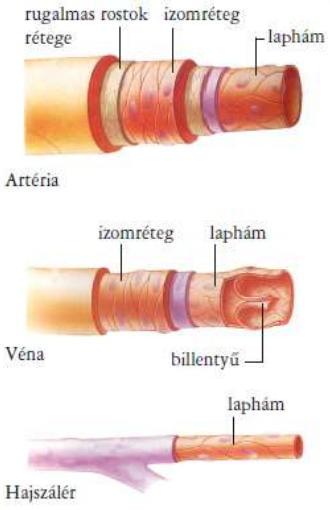
Az **aorta** rövid felszálló ág után **ívben visszahajlik**, s érintve a nyelőcsövet és a légcsövet a szív mögött kissé balra a **leszálló aortában folytatódik**, amely oldalágakat ad le a különféle belső szervek felé, mint pl. máj, bélcső, vese stb. majd a 4. ágyékcsigolya magasságában kettéágazik az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

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

Az erek falának szerkezete

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

a) külső réteg (kötőszövet),
b) középső réteg (simaizomszövet),
c) belső réteg (egyrétegű laphám).



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

Az artériák

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

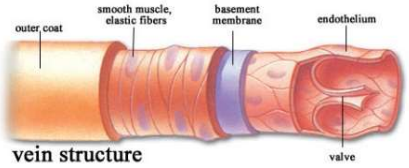
A középső simaizomréteg fejlettsége miatt vastag falúak.

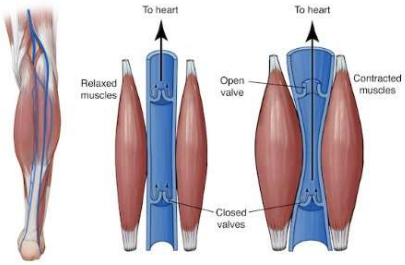
Az egyes **artériák átmérője a szívtől távolodva egyre csökken**, ami alapján megkülönböztetünk **nagy, közép, kis artériákat** és a legkisebb **arteriolákat**.

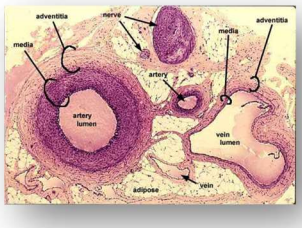
A vénák

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**.



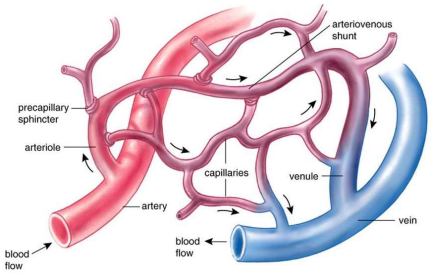




A **végtagok** és a **nyak vénáiban** a vér áramlását **zsebes billentyűk** segítik, amelyek **megakadályozzák a vér visszaáramlását**. A vénás vér áramlását a vázizmok ritmikus összehúzódása az **izompumpa** is segíti, úgy, hogy az izmok összehúzódásakor a bennük átmenő ereket összenyomják, azonban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



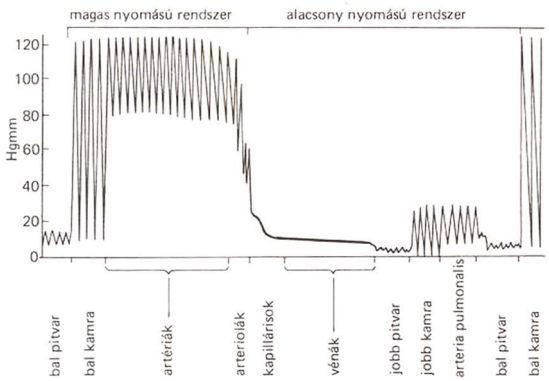
A legkisebb artériákat az arteriolákat és a legkisebb vénákat a venulákat a kapillárisok hálózata kapcsolja össze.

A **kapillárisok fala igen vékony, területükön zajlik az anyagok kicserélődése a vér és a szövetek között.**

A vérnyomás

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

1. **Magasnyomású rendszerre**
2. **Alacsonynyomású rendszerre**



A magas nyomású rendszer a bal kamrával kezdődik, a nagy vérkör artériás rendszerével folytatódik és az arteriolák rendszeréig tart.

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 elernyedésekor jön létre.**

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

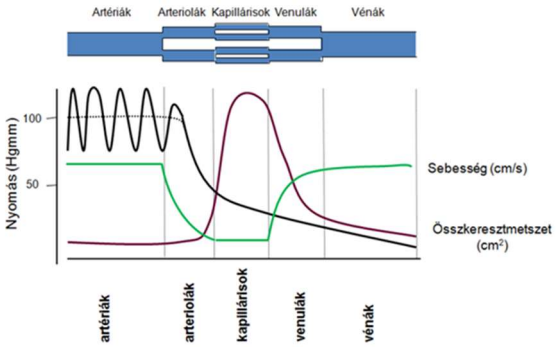
Alacsony nyomású rendszer

- **A legnagyobb nyomásesés az artériás rendszerben az arteriolák területén történik,** így ez a szakasz már az alacsony nyomású rendszer kezdete.
- A nagy vérkör kapillárisai és a vénásrendszere, továbbá az **egész kis vérkör az alacsony nyomású rendszerhez tartozik**.

A véráramlás fizikai jellemzői, vérnyomás, véráramlási sebesség

A **véráramlás egyirányúságát, ill. a folyamatosságát** 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**.

A vér áramlási sebessége a kapillárisok területén a legkisebb, ami kedvez a kapillárisok területén bekövetkező anyagforgalomnak.



Összefoglalva a **véráramlás egyirányúságát biztosítja**:

- a **vérnyomásesés** a kamráktól a pitvarokig,
- a végtagok **vénáinak billentyűi**, melyek a gravitáció ellenében megakadályozzák a vér visszaáramlását,
- az **izompumpa.**

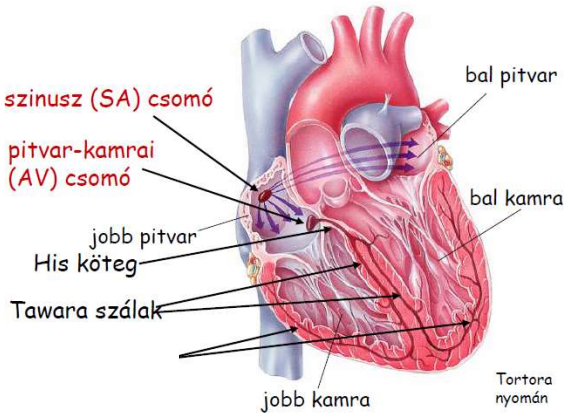
Szabályozás

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-szárak
- Purkinje-rostok



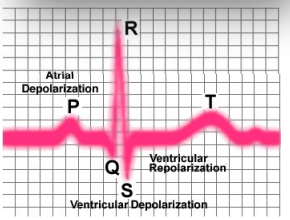
A **szinuszcsomó** az **elsődleges ingerképző központ**, a **jobb pitvar falában található**. **Percenként 72 impulzust generál nyugalomban**. A pitvar izomzata összehúzódik, és a pitvar-kamrai csomóhoz vezeti az impulzusokat.

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

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

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 szívműködésre az **idegrendszer** és a **hormonális rendszer gátló, ill. serkentő hatást** gyakorolhat.

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 **szinuszcsomó** működésére gyakorolt serkentő, ill. gátló hatások révén történik.

A hormonok – pl. adrenalin - vérnyomásemelő hatásúak.

Az idegi szabályozás

Központok

Az elsődleges központok a nyúltvelőben helyezkednek el. Itt kétféle, ellentétes hatású központ van.

- **A pressor** központ **érszűkítő hatású, növeli a vérnyomást és a szívfrekvenciát.**
- **A depressor** központ **gátolja a pressor kp-ot,** továbbá **közvetlenül a szívet, aktiválódása a vérnyomás csökkenését eredményezi.**

A **magasabb agyi központokból** származó ingerületek **pl. izgalom, düh, félelmek, szorongások** az elsődleges központokon keresztül fokozó hatást – **vérnyomás emelkedést, szívfrekvencia növekedést** - gyakorolnak a keringésre.

Aortaív reflex

A legfontosabb vérnyomás szabályozó a mindennapi életben!

- Inger: **vérnyomás emelkedés.**
- **Receptor, ami a vérnyomás emelkedést érzékeli az aortaív falában van**,
- **depressor kp. aktiválás, pressor kp. gátlás**,
- **vérnyomás csökken**, **szívfrekvencia csökken.**

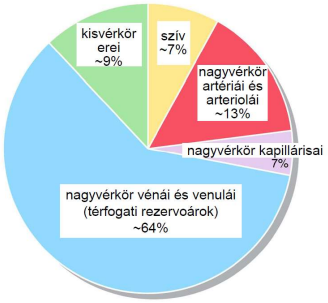
Véreloszlás

A nagyvérkör kapillárisainak becsült összfelülete kb. 6300 m^2. 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		Könnyű munka		Közepes munka		Nehéz munka	
	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 a **kevésbé működő szervek vérellátása csökken.**

A keringési szervrendszer alkalmazkodása a fizikai munkavégzéshez

Fokozott terhelés esetén mind a **szívfrekvencia**, mind a **pulzustérfogat megnő**, így egy **átlagember estén** a **perctérfogat** elérheti akár a **21 dm^3/perc** értéket is (120 cm^3 x 180/perc).

Fizikai aktivitás közben **nő a verőtérfogat**, amíg a szív el nem éri a 120/perces szívfrekvenciát. Ezt követően a szívfrekvencia tovább nőhet a terhelés folytatása esetén, azonban a verőtérfogat a frekvencia növekedésével már nem nő párhuzamosan (annyira lecsökken a kamratelítődés ideje). 1 ml = 1 cm^3

Edzés hatására nő a szívizom összehúzódó képessége, a **szív bal kamrája több vért képes befogadni**, mindennek következményeként **megnő a verőtérfogat** (az edzetlen ember szívének akár 1.5 x-ére, 170 cm^3-re).

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

Edzett egyén a fizikai munkához tehát elsősorban a **pulzustérfogat 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	Pulzustérfogat	Perctérfogat
Edzett terheléses	180 /p	160-180 ml	32-34 l
Nem edzett Terheléses	180 /p.	100-120 ml	20-22 l