

Математичка гимназија

**Матурски рад
из биологије**
Тема: Срце човека

Ментор:

Бранка Добрковић

Тамара Жегарац, IVб

Београд, јун 2011.

САДРЖАЈ

2. Еволутивни развој срца	3
2.1. Срца бескичмењака.....	3
2.2. Срце кичмењака.....	4
2.2.1. Срце риба.....	4
2.2.2. Срце водоземаца.....	4
2.2.3. Срце гмизаваца.....	5
2.2.4. Срце птица и сисара.....	5
3. Ембрионални развој срца	6
3.1. Формирање примарне срчане цеви	6
3.2. Подела преткоморе	7
3.3. Подела коморе	8
4. Анатомија срца	9
4.1. Спољашња грађа срца.....	9
4.2. Унутрашња грађа срца.....	9
4.3. Грађа срчаног зида и срчаног мишићног ткива	10
4.4. Срчани отвори и записци.....	11
4.5. Васкуларизација срца.....	13
5. Проток крви кроз срце.....	14
6. Физиологија срца	15
7. Контрола рада срца.....	18
8. Болести срца.....	19
8.1. Запаљења срца	19
8.1.1. Запаљење ендокарда (ендокардитис)	19
8.1.2. Запаљење миокарда (миокардитис).....	19
8.1.3. Запаљење перикарда (перикардитис).....	20
8.2. Дегенеративна обољења срца.....	20
8.2.1. Ишемијска болест срца	20
8.2.2. Кардиомиопатије.....	21
9. Превенција болести срца.....	22
10. Закључак.....	23
11. Литература.....	24

1. Увод

Овај рад је настао у циљу припреме за мој будући позив. Представља почетак дугогодишњег рада, мој увод у анатомију и физиологију, и први корак према храбром и хуманом послу лекара.

Први део садржи еволутивни развој срца, од чланковитих глиста, преко осталих бескичмењака, до кичмењака. Следи ембрионални развој срца човека у току првих осам недеља трудноће, током којих се срце највећим делом развија.

Главни део рада обухвата анатомију срца, путеве оксидоване и редуковане крви кроз срце и физиологију срца. Сазнаћете како је грађен овај витални орган, како настаје и како се преноси импулс заслужан за његово аутоматско контраховање. Иако срце самостално функционише, контролу рада врше нервни и ендокрини систем.

На самом крају описано је неколико клинички значајних болести срца и наведено пар савета за смањење ризика од обољења.

2. Еволутивни развој срца

Улога система за циркулацију бескичмењака је пренос хранљивих материја, а не гасова (кисеоника и угљен-диоксида), и потребе за енергијом су мање. Зато је срце бескичмењака слабо развијено, а оксидована и редукована крв у срцу нису раздвојене. Еволутивним развојем животиња потребе за енергијом расту, а тиме и потреба за бржим и ефикаснијим транспортом материја. Срце се диференцира, постаје сложеније и ефикасније, све до потпуне аутоматизације, поделе путева оксидоване и редуковане крви, и четворокоморног срца сисара.

Немертине су прве животиње код којих се јавља циркулаторни систем затвореног типа. До тада, животиње су имале само усни отвор и унета храна се кретала у оба смера, јер се осим уношења, избацивање хране вршило кроз усни отвор. Појавом аналног отвора код Немертина, храна се креће искључиво од усног отвора ка аналном. Тако се црево ослобађа улоге разношења хранљивих материја. Ту улогу преузима нови систем органа - транспортни систем.

Настанак срца као пумпе везано је за стварање секундарне телесне дупље - целома. То је потпуно нови простор који настаје размицањем ћелија средишњег ембрионалног слоја тела (мезодерма). Садржи омотач (перитонеум) који штити органе унутар целома од померања при раду телесне мускулатуре. Пошто су органи изоловани, у могућности су да се развијају, постају сложенији и ефикаснији.

Срце је настало као проширење крвног суда које се перисталтичким покретима контрахује и потискује крв. Први пут се развило код чланковитих глиста.

Подела срца према месту стварања импулса:

1. Неурогено (нервни центри су предводници срца)
2. Миогено (мишић ствара импулс који покреће срце)

Срце већине бескичмењака је неурогено, што значи да нервни систем одашиље команде срцу. Еволуцијом животиња, код кичмењака се развија посебан мишићни орган који садржи ћелије које покрећу рад срца (миогено срце).

2.1. Срца бескичмењака

Бескичмењаци, као што су плџоснате и ваљкасте глисте, немају специфично издиференцирану пумпу која покреће течност, него су покрети тела довољни да обезбеде циркулацију.

Чланковите глисте, мекушци, зглавкари и бодљокошци имају издиференциран пулсаторни орган - срце. Срце представља контрактилно проширење дорзалног (леђног) крвног суда које покреће течност на циркулацију. Углавном је у облику цеви или кесастог облика и често се назива дорзална цев. Крв која пролази кроз срце је најчешће редукована, зато што већина бескичмењака дише преко површине тела. Ипак, код неких група зглавкара (пауци, шкорпије, ракови) срце пумпа хемолимфу, која садржи протеин хемоцијанин, способан да веже кисеоник.

Функцију срца чланковитих глиста не врши само проширење леђног крвног суда. Бочни крвни судови такође имају способност контракције. Срца чланковитих глиста имају залиске који омогућавају проток крви у једном смеру.

Срце мекушаца је добро развијено, изграђено од једне или више преткомора и једне коморе. Кроз срце пролази само оксидована крв (из шкрга). Срце је неурогено.

Главоношци имају основно (системско) срце, као и два споредна, срца (bronхијална срца), што их разликује од осталих мекушаца. Системско срце је миогено, састоји се од мишићне коморе са залисцима. У близини шкрга налазе се неурогена бронхијална срца.

Код већине зглавкара срце је врећастог облика, састављено од једне коморе. Састоји се из једне или више комора, које су линеарно распоређене и имају бочне, парне отворе – остије, кроз које крв (хемолимфа) улази у срце. Срце зглавкара је неурогено.

2.2. Срце кичмењака

Крвни систем свих кичмењака је затвореног типа, тј. састоји се од затвореног система судова кроз које циркулише крв. Циркулација се остварује захваљујући раду срца. Срце лежи у перикарду, срчаној кеси која одваја срце од осталих органа грудне дупље. Крвни судови који доводе крв у срце су вене, а одводни крвни судови су артерије.

Срце функционише као пумпа за потискивање и усисавање крви. Срце је централни мишићни орган крвног система. Састоји се од шупљина (преткомора и комора).

Еволуцијом кичмењака венозни синус (у који се уливају основни венски судови) и артериозни конус (проширени артеријски суд) се редукују, а путеви оксидоване и редуковане крви се раздвајају.

2.2.1. Срце риба

Срце риба је најједноставније срце кичмењака. Састоји се од венозног синуса, који даје ритам рада срцу, танке преткоморе, мишићне коморе и булбуса (Слика 1а.). Преткомора пумпа крв у комору, а комора у булбус. Код риба са хрскавичавим скелетом (ајкуле, раже) и плућашица булбус се назива артеријски конус, снажан мишићни орган који се контрахује заједно са комором, и помаже пумпање крви. Код риба са коштаном скелетом булбус се назива артеријски булбус, састоји се од глатке мускулатуре и не контрахује се са осталим деловима срца. Вероватно функционише као еластична комора чија је примарна функција ублажавање осцилација у притиску.

Од конуса полази трбушна аорта која носи редуковану крв у шкрге где се крв оксидује. Шкрге се састоје од одводних и доводних артерија. Систем доводне и одводне шкржне артерије сваке шкрге претставља такозвани аортин лук. Код ембриона се јавља шест пари аортиних лукова, док код адулта остају само четири пара аортиних лукова.

Одводне шкржне артерије носе оксидовану крв, са сваке стране тела се уливају у леви и десни корен, који се спајају у леђну аорту. Леђна аорта разноси оксидовану крв по телу. Редукована крв се системом вена враћа у преткомору срца, дакле кроз срце пролази само редукована крв. Можемо рећи да рибе имају један крвоток, кроз који се крв транспортује уз помоћ једноставног срца са две шупљине. Код ларви водоземаца крвни систем је исти као код риба.

Преласком на копно редукују се шкрге и јавља плућно дисање па се, услед тога, мења и крвни систем. Те промене се највише огледају у следећем:

- број аортиних лукова се смањује, а остварује се веза са плућима;
- срце увек има две преткоморе и једну или две коморе;
- крв циркулише у два круга (велики и мали).

2.2.2. Срце водоземаца

Циркулаторни систем водоземаца има комплекснији склоп крвних судова, који формирају двокружну циркулацију. Срце водоземаца се састоји из десне и леве преткоморе и једне коморе (Слика 1б.). Оксидована и редукована крв су делимично раздвојене, као резултат временског распореда контракција леве и десне преткоморе. Прво се крв из десне преткоморе пумпа кроз комору до плућног циркулаторног круга. Након што је већина редуковане крви напустила комору, оксидована крв из плућа улази у исту, због чега долази до делимичног мешања. Код водоземаца се то надокнађује дисањем преко коже. Оксидована крв се затим пумпа кроз тело.

Водоземци имају леви и десни аортин лук, и два циркулаторна круга.

Срце човека

2.2.3. Срце гмизаваца

Мишљења су подељена о броју шупљина срца гмизаваца. Неки кажу да их има три, две преткоморе и једна комора, делимично подељена. Други мисле да се срце гмизаваца састоји од четири шупљине, две преткоморе и две коморе, између којих зид није потпун (Слика 1ц.). Заправо, обе интерпретације су тачне. Непотпуна преграда коморе само у извесној мери спречава мешање оксидоване и редуковане крви.

Постоје два аортна лука (леви и десни), који се иза срца спајају и граде аорту. Из леве половине коморе полази десни лук који носи претежно оксидовану крв, а из десне половине коморе полази леви лук са претежно редукованом крви. Према томе, у аорти се налази мешовита крв. Из десне половине коморе, полази плућна артерија која носи редуковану крв у плућа на оксидацију. Из плућа се оксидована крв враћа у леву преткомору.

2.2.4. Срце птица и сисара

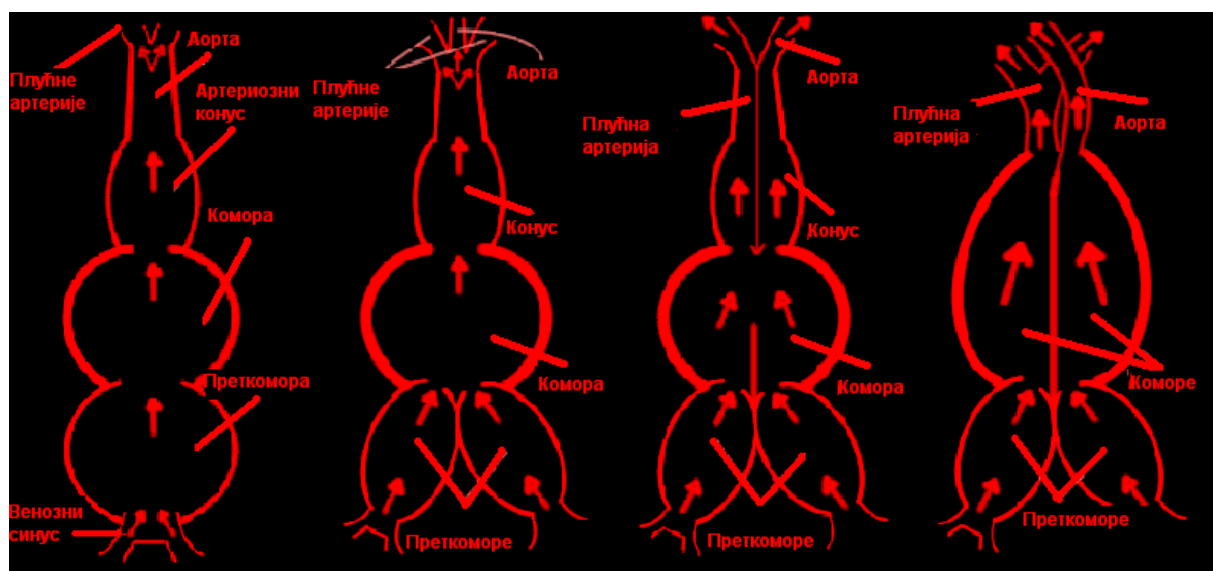
Топлокрвне животиње, као што су птице и сисари имају високу метаболичку активност и ефикасну двокружну циркулацију - плућну и системску, које су потпуно одвојене, као и оксидована и редукована крв, што резултира већом ефикасношћу.

Срце има четири шупљине (Слика 1д.).

Птице имају само један аортин лук и то десни који полази из леве коморе и наставља се у аорту.

Крв код сисара циркулише кроз велики и мали крвоток. Велики крвоток почиње у левој комори из које полази аорта (леви аортин лук). Она разноси оксидовану крв по читавом организму. У ткивима се ћелијама предаје кисеоник, а у крв улази угљен-диоксид. Редукована крв се шупљим венама враћа у десну преткомору срца, а одатле иде у десну комору.

Мали крвоток почиње у десној комори из које полази плућна артерија која се затим грана на леву и десну артерију које редуковану крв односе у плућа. У плућима се крв оксидује (отпушта се угљен-диоксид, а прима кисеоник) и враћа плућним венама у леву преткомору.



Слика 1. а) Срце риба

б) Срце водоземаца

ц) Срце гмизаваца

д) Срце птица и сисара

3. Ембрионални развој срца

Мезодерм је средњи клицин лист ембриона смештен између ектодерма и ендодерма. Мезодерм садржи ангиобласте, ћелије изведене из мезодерма, које се гомилају, диференцирају и формирају нове примитивне крвне судове, у процесу васкулогенезе. Развој срца почиње око 16-19 дана после оплодње. Скупови ангиобласта постављају се у облику потковице и образују кардиогени мезодерм (Слика 2.). Диференцијацијом ових ћелија настаје ендокардијум, који формира срчане шупљине и записке.

3.1. Формирање примарне срчане цеви

Васкулогенезом се из мезодерма развијају две бочне ендокардијалне цеви. Ендокардијалне цеви се спајају дуж средине ембриона, формирајући јединствену срчану цев (Слика 3.). Срчана цев се у почетку налази испод доње вилице, а касније се спушта у грудну дупљу. Крајем првог месеца срчана цев се састоји из четири дела (Слика 3.; Слика 8.1.):

1. Венозни синус (у који се уливају вене)
2. Првобитна преткомора
3. Првобитна комора
4. *Vulbus cordis* (излазни део срчане цеви на који се надовезује артеријско стабло)

Срчана цев расте великом брзином у дужину, почиње да се бразда и засебне шупљине почињу да се развијају. Срце почиње да куца 22. дана, али циркулација не почиње све до 27-29. дана.



Слика 2. Форма потковице скупа ангиобласта

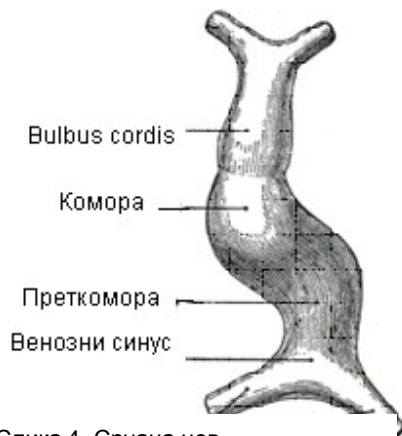
Артеријски крај срца



Венозни крај срца

Слика 3. Спајање ендокардијалних цеви

Увијањем срчане цеви, од 23. дана, формирају се одвојене компоненте срца (*Vulbus Cordis*, комора, преткомора и венозни синус (Слика 4.). Примитивна преткомора је још увек спојена са венозним синусом десном аурикулом.

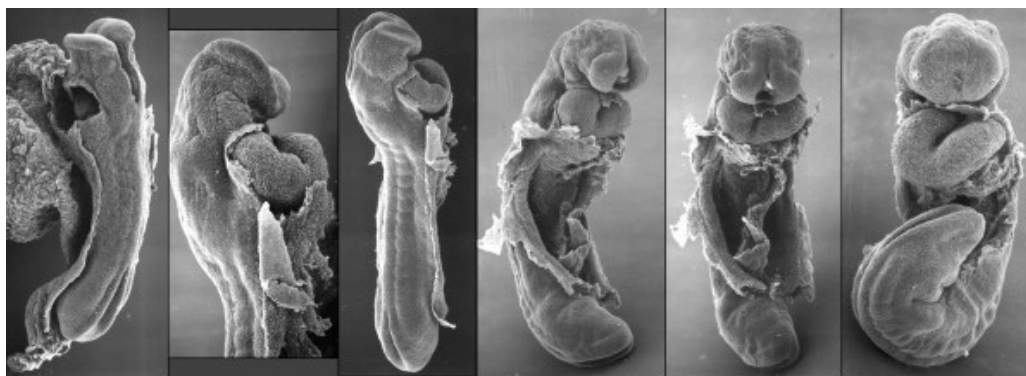


Слика 4. Срчана цев

Јединствена срчана цев се налази у шупљини перикарда (срчана овојница). Зид примарне срчане цеви састоји се од четири слоја - ендокард, миокард, срчана желатинаста маса и епикард. Желатинаста маса раздваја миокард и ендокард.

Венозни синус се састоји од левог и десног синусног рога у који се уливају вене. Комора је одвојена од преткоморе атривентрикуларном преградом, и касније ће од ње настати лева комора (Слика 8.2.). *Vulbus cordis*, раздвојен од коморе интравентрикуларном преградом, поделиће се на булбус (који ће формирати десну комору - Слика 8.2.), конус и артеријско стабло.

Срце човека

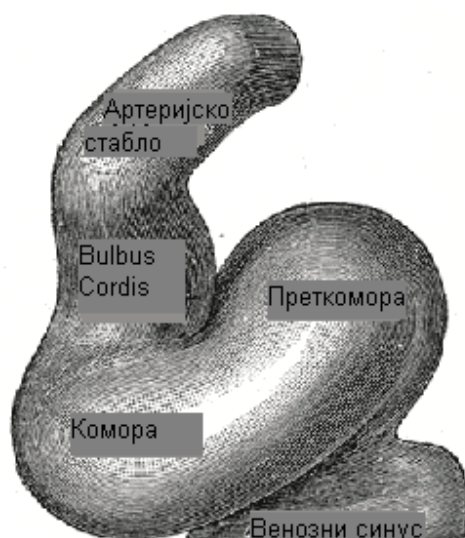


Слика 5. Увијање срца

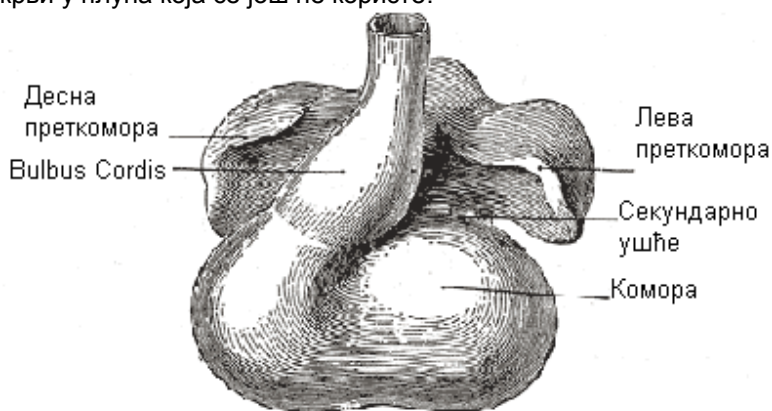
3.2. Подела преткоморе

Од 25-28. дана срце се увија (Слика 5.), формирајући булбовентрикуларну петљу (Слика 6.). Артеријско стабло се налази на врху, и касније ће узроковати формирање леве и десне преткоморе. Раздвајање преткомора почиње појавом примарне преграде око 28. дана. Примарна преграда расте и на крају се спаја са ендокардом. Док преграда расте између ње и кардиогених јастучића постоји отвор, примарно ушће, који се затвара када се ове две структуре споје. Пре потпуног затварања, у примарној прегради се ствара мали отвор, секундарно ушће.

Крајем пете недеље ембрионалног живота почиње друга фаза развоја, када се у преткомори обликује секундарна преграда. За разлику од примарне, секундарна преграда се не спаја са ендокардом, већ остаје непотпуна. Завршна фаза процеса почиње када горњи део секундарне преграде нестане. Потпуно обликована преткомора сада има две непотпуне преграде, које се преклапају. Горњи део секундарне преграде прекрива секундарно ушће и обликује једносмерни вентил који дозвољава проток крви из десна у лево. Све док је дете у материци, између две преткоморе постоји овај овални отвор који скреће крв из десног у лево срце (Слика 7.). На овај начин се спречава одлазак велике количине крви у плућа која се још не користе.



Слика 6. Булбовентрикуларна петља



Слика 7. Подела преткоморе

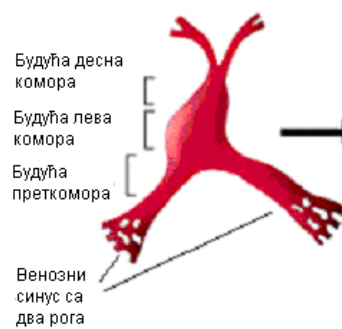
Срце човека

3.3. Подела коморе

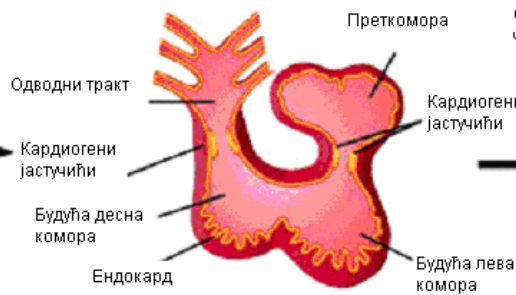
Крајем 4. недеље мишићна вентрикуларна преграда се појављује између примитивних комора, али их не раздваја потпуно. Након формирања булбовентрикуларне петље булбус расте и формира десну комору. Лева комора настаје од примитивне коморе. Лева и десна комора настављају раст до касне 7. и ране 8. недеље, захваљујући расту миокарда. Мишићна интравентрикуларна преграда се формира као резултат развијања комора. Зидови десне и леве коморе расту супротно један другом, формирајући мишићну преграду. До седме недеље трудноће, срце је са своје четири шупљине највећим делом развијено (Слика 8.3.). У просеку куца 167 пута у минути.

Осма недеља означава крај ембрионалног периода. У том периоду, људски ембрион је из једне ћелије израстао у тело од готово милијарде ћелија. Ембрион сада већ поседује више од 90% структура одраслог човека.

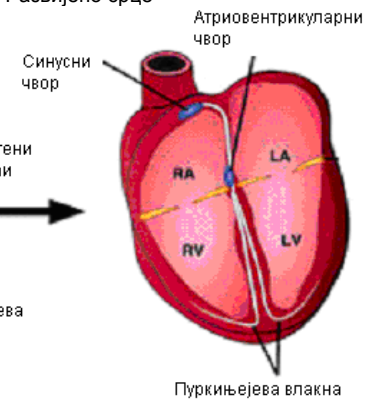
8.1. Примарна срчана цев



8.2. Увијена срчана цев



8.3. Развијено срце



Слика 8. Ембрионални развој срца

4. Анатомија срца



Слика 9. Срце човека

Срце (латински *cor*) је шупљи мишићни орган који пумпа крв кроз крвне судове помоћу сталних ритмичких контракција. Локализовано је у средини грудног коша, између плућних крила, иза грудне кости. Тешко је између 200 и 450 грама и нешто је веће од величине песнице. Својом контракцијом испумпава крв у систем артерија, који је разноси до ткива и органа. У току једног минута овај процес се понови од 60 до 100 пута, у стању мировања. То су откуцаји које можемо осетити као пулс на нашој руци. Код човека просечне тежине (75 kg.), срце испумпа око 5l крви у минути, док се при напору количина крви вишеструко повећава. Просечан број откуцаја срца у току дана је око 100.000 пута. За то време испумпа око 7.500 литара крви.

4.1. Спољашња грађа срца

Срце човека (Слика 9.) има облик конуса, односно троугластог пирамиде, која има врх, базу и три стране. Врх срца је усмерен улево. Једна страна је прислоњена уз предњи зид грудног коша - стернокостална плоча, друга је окренута на доле и лежи на дијафрагми - дијафрагмална плоча, а трећа лежи у удубљењу левог плућног крила - тупи руб срца. На прелазу стернокосталне плоче у дијафрагмалну налази се оштри руб срца. Велике артерије излазе из комора и формирају такозвану срчану круну. Спољашње стране преткоморе су одвојене од комора браздом на предњој страни срца у којој леже коронарне артерије.

4.2. Унутрашња грађа срца

Мишићна влакна срца се савијају у облику осмице и разликујемо четири шупљине (две преткоморе и две коморе), базу и врх срца.

Шупљине срца (Слика 10.):

1. Десна преткомора (*atrium dextrum*)
2. Лева преткомора (*atrium sinistrum*)
3. Десна комора (*ventriculus dexter*)
4. Лева комора (*ventriculus sinister*)

Лева комора је највећа и најснажнија срчана шупљина, која ствара крвни притисак. Лева и десна половина срца су међусобно подељене преткоморном и коморном преградом (интератријални и интервентрикулни септум) тако да се крв десног и левог срца, за разлику од водоземаца и гмизаваца, не меша. Зидови преткомора су тањи од зидова комора.

У десну преткомору улази крв преко горње и доње шупље вене (Слика 10.) и коронарног венозног синуса који скупља венозну крв из зидова самог срца. У леву комору улазе четири плућне вене (Слика 10.) које доводе крв из плућа. Из десне коморе полази плућна артерија, а из леве аорта, највећи крвни суд у телу (Слика 10.).

Преткоморе су подељене на примарну шупљину и аурикулу - конусно мишићно проширење.

Десна аурикула се простире од венозног синуса, преко леве стране срца, преклапајући се са кореном аорте. Одвојена је од венозног синуса терминалним жлебом који се простире од предње стране горње шупље вене до предње стране доње шупље вене. Од преткоморе је одвојена

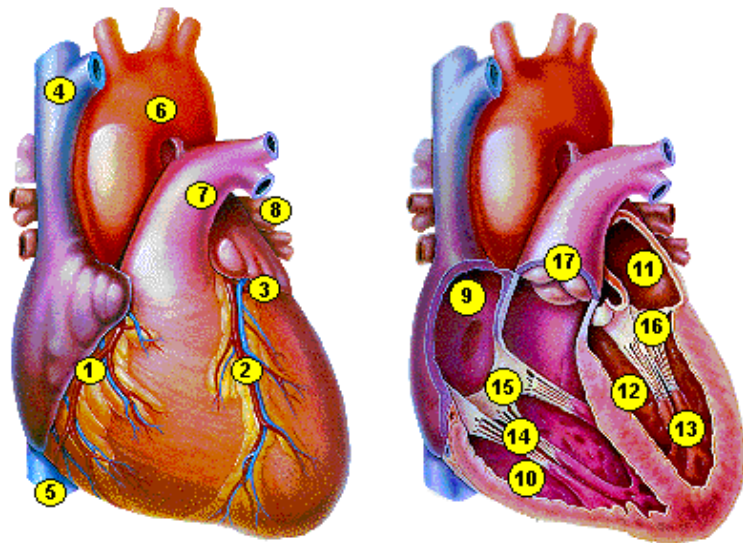
Срце човека

терминалним гребеном. Лева аурикула је дужа, ужа и више закривљена него десна, а рубови су дубоко увучени у срце. Усмерена је ка десној страни и преклапа се са кореном плућне артерије.

4.3. Грађа срчаног зида и срчаног мишићног ткива

У грађи срчаног зида разликујемо три слоја - перикард, миокард и ендокард (Слика 11.).

Перикард (срчана марамица) обавија срце. Састоји се од двоструке опне, чији унутрашњи део пријања на миокард, а спољашњи је фиксиран за фиброзне вене, од којих две иду до грудне кости, три до дијафрагме и две до кичменог стуба. Танак слој течности раздваја ова два слоја, смањује трење при срчаним контракцијама, и омогућава срцу да се помера, иако је везано за тело.



- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Десна коронарна артерија | 9. Десна преткомора |
| 2. Лева коронарна артерија | 10. Десна комора |
| 3. Лева циркумфлексна артерија | 11. Лева преткомора |
| 4. Горња шупља вена | 12. Лева комора |
| 5. Доња шупља вена | 13. Папиларни мишићи |
| 6. Аорта | 14. Chordae Tendineae |
| 7. Плућна артерија | 15. Трикуспидални залистак |
| 8. Плућна вена | 16. Митрални залистак |
| | 17. Пулмонални залистак |

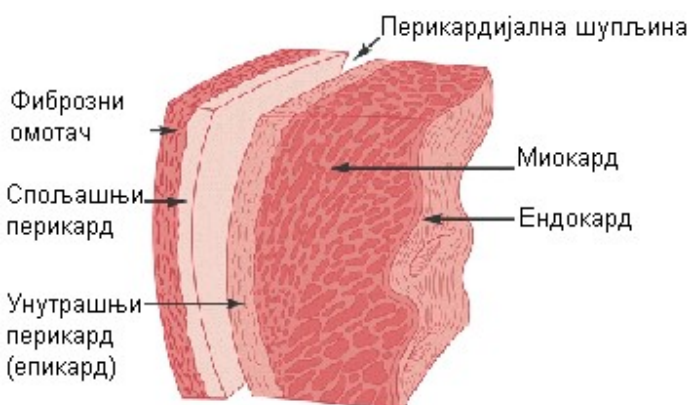
Слика 10. Анатомија срца

Перикард се састоји од фиброзног везивног ткива. Унутрашњи зид перикарда је епикард.

Ендокард (Слика 12.) је унутрашњи танак слој који облаже срчане коморе и преткоморе, прелазећи и на записке. Испод ендокарда налази се везивно ткиво са еластичним влакнима и глатким мишићним нитима које спречавају набирање ендокарда у систоли (грчење срца).

Миокард чини највећу масу срца. Састоји се од попречно-пругастих мишића чија су влакна међусобно повезана наставцима и граде мрежасту творевину. Мускулатура миокарда је дебља у подручју комора, а тања у подручју преткомора, и везана је за срчани скелет.

Срчано мишићно ткиво је састављено од две врсте попречно-пругастих влакана. Једна

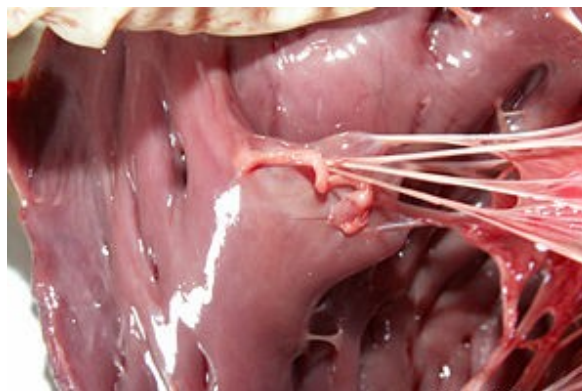


Слика 11. Попречни пресек срца

врста изграђује радну мускулатуру срца одговорну за контракције, а друга спроводну мускулатуру која садржи мало контрактилних влакана и одговорна је за стварање и спровођење импулса до контрактилних влакана. Срчана мишићна влакна су састављена од серијски везаних ћелија (кардиомиоцита) које садрже актинске и миозинске филаменте и велики број митохондрија, неопходних за сталну производњу енергије. Између суседних ћелија налазе се прелазне плоче (интеркалатни дискови).

Срце човека

Радна мускулатура преткомора је тања и састоји се од кратких мишићних нити, које припадају само једној преткомори, и дужих нити које су заједничке за обе преткоморе. Радна мускулатура комора је снажнија и формира дебљи слој. Свака комора има своју мускулатуру, а изнад ње се налазе заједничке мишићне нити, које почињу и завршавају се на фиброзном скелету срца. Подела срчане мускулатуре на два одвојена функционална дела омогућава преткоморама да се контрахују кратко време пре комора, што је важно за ефикасност срца као пумпе.



Слика 12. Део ендокарда

4.4. Срчани отвори и залисци

Отвори на којима крв улази у срчану шупљину називају се атрио-вентрикуларни (AV) отвори, и затварају их AV залисци, а излазни отвори су семилунарни отвори, са семилунарним залисцима.

Фиброзни скелет срца, чине:

1. Четири фиброзна прстена
2. Два фиброзна троугла - десни и леви
3. Фиброзна основа мембранског дела срчане преграде

Два већа фиброзна прстена налазе се на месту атрио-вентрикуларних (AV) отвора, и за њих се причвршћују AV залисци, десни и леви. Нешто мањи фиброзни прстен окружује аорту и налази се између два поменута фиброзна прстена. Четврти фиброзни прстен лежи у области плућних артерија и нешто више од претходна три. Између фиброзног прстена аорте и оба прстена у подручју AV отвора налазе се фиброзни троуглови.

Табела 1. Срчане шупљине и њихови отвори

Atrium dextrum	Ventriculus dexter	Atrium sinistrum	Ventriculus sinister
Отвор горње шупље вене - vena cava superior (VCS)*	Отвор плућне артерије (apertura Pulmonaris)	Четири отвора плућних вена (Vv. pulmonales)*	Отвор Аорте
Отвор доње шупље вене - vena cava inferior (VCI)*		Леви преткоморско-коморски отвор (apertura atrioventricularis sinister)	
Десни преткоморско-коморски отвор (apertura atrioventricularis dexter)			

*нема залистака, крв слободно прелази у шупљину срца

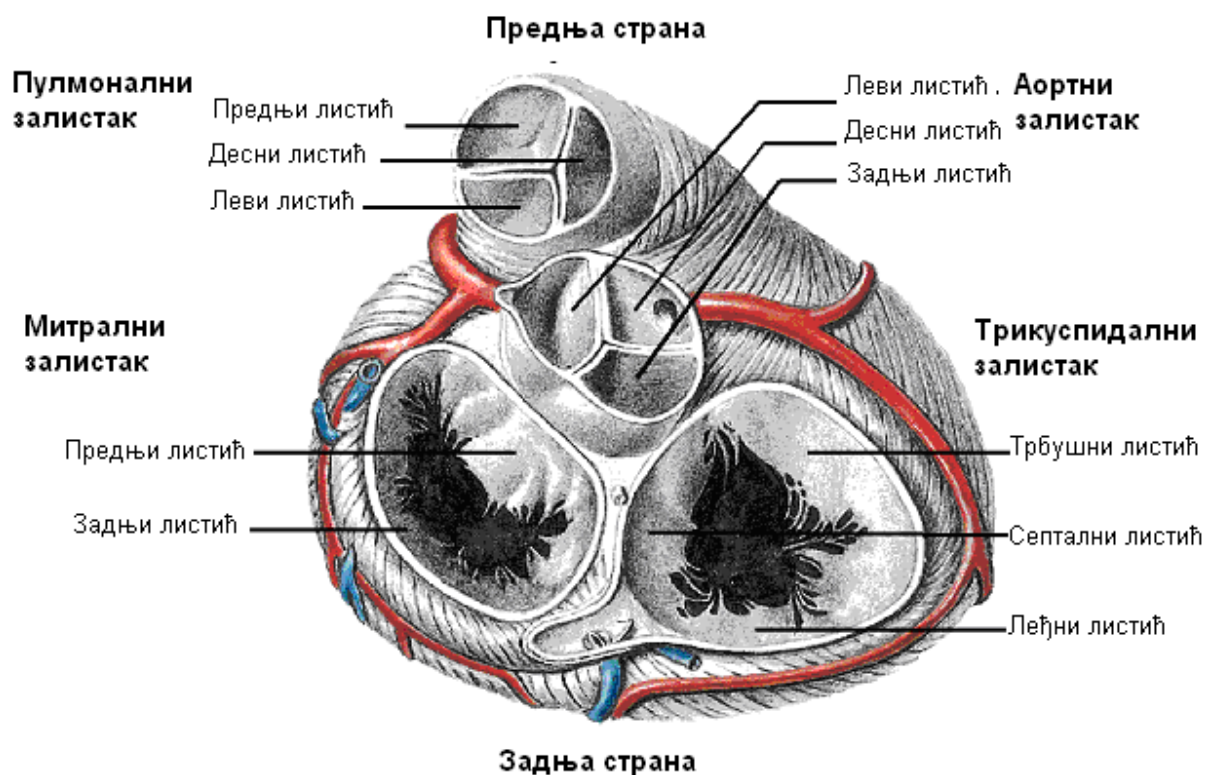
Срце човека

Залисци (валвуле) обезбеђују једносмеран ток крви (Слика 10.). Они функционишу по принципу вентила, на основу разлике у притисцима који делују са обе стране залистака. Наизменично се отварају и затварају и тако спречавају да се крв враћа уназад током срчаног циклуса.

Листићи су танке мембране које затварају AV отворе и међусобно су приљубљени када су залисци затворени. Сваком листићу одговара један папиларни мишић (Слика 10.) који се завршава на доњем делу зида комора. Папиларни мишићи се везују за chordae tendineae које су спојене са трикуспидалним залиском у десној комори и митралним залиском у левој комори. Chordae tendineae (Слика 10.), или срчане жице, су чврсти везивни снопићи пресвучени ендокардом. Папиларни мишићи се могу контраховати док је chordae tendineae нееластична. Контракцијом папиларних мишића трикуспидални и митрални залисци се отварају. Када се папиларни мишићи релаксирају, залисци се затварају.

Проток крви кроз срце регулишу четири залиска (Слика 13.):

1. Трикуспидални залистак - AV залистак који регулише проток крви између десне преткоморе и коморе; састоји се од три листића - трбушни, леђни и септални, тиме и три папиларна мишића;
2. Пулмонални залистак - семилунарни залистак који контролише проток крви из десне коморе у плућну артерију која односи крв до плућа; састоји се од три полумесечаста листића грађена од везивног и епителног ткива;
3. Митрални - AV залистак који регулише проток крви између леве преткоморе и леве коморе; изграђен је од два листића и два папиларна мишића;
4. Аортни залистак - семилунарни залистак контролише проток крви из леве коморе у аорту; састоји се од три полумесечаста листића;



Слика 13. Срчани залисци

Срце човека

4.5. Васкуларизација срца

Пошто се срце претежно састоји од мишићног ткива које се континуирано грчи и релаксира, оно мора бити константно снабдевано кисеоником и хранљивим материјама.

То му обезбеђују две коронарне артерије (Слика 14.):

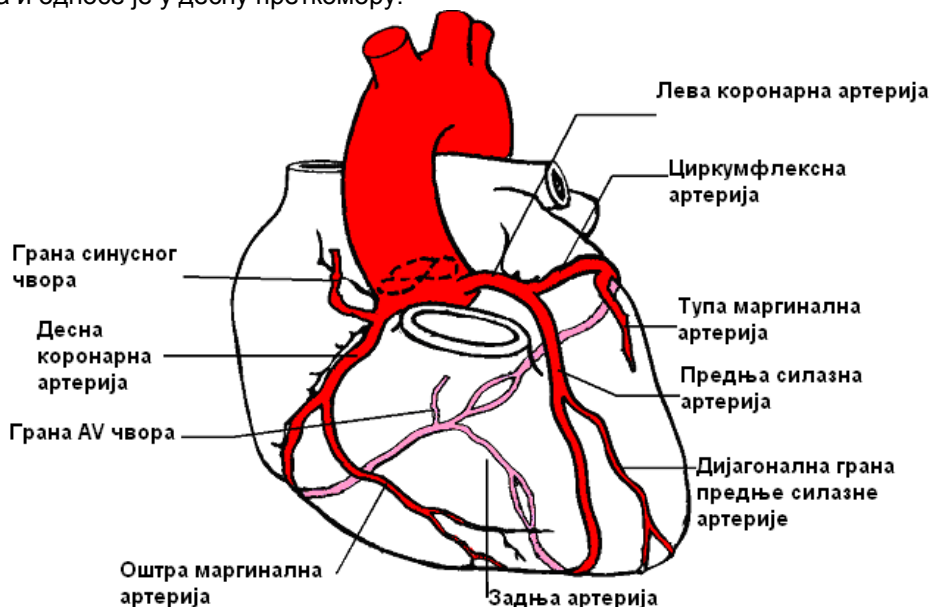
1. Десна коронарна артерија (*arteria coronaria cordis dextra*)
2. Лева коронарна артерија (*arteria coronaria cordis sinistra*)

Коронарне артерије се одвајају од корена аорте, почетног проширеног дела, који се назива булбус и који са одговарајућим левим и десним полумесечастим залиском формира Валсалвеов синус аорте. Коронарне артерије су мрежа крвних судова која се пружа дуж површине срца, обезбеђујући оксигенисану крв срчаном мишићу. Обе коронарне артерије су покривене танким листом срчане марамице и налазе се у такозваном коронарним жлебовима.

Почетни сегмент леве коронарне артерије се назива лево главно стабло, а од њега се одвајају две гране: предња силазна и циркумфлексна грана. Лева коронарна артерија снабдева леву половину срца. Предња силазна грана леве коронарне артерије се спушта предњом страном срца, обезбеђује крв предњем делу септума септалним гранама, и предњем зиду леве коморе дијагоналним гранама. Циркумфлекса се налази између леве преткоморе и коморе, пружа се дуж леве стране према задњој страни срца, и снабдева крвљу зидове комора и леву преткомору са задње стране. Наставља се у тупе маргиналне гране, које снабдевају крвљу бочне стране леве коморе.

Десна коронарна артерија се налази између десне преткоморе и коморе, спушта се уз задњи зид срца (задња силазна артерија), доводећи крв у десну половину срца. Грана се у акутну оштру маргиналну грану, која снабдева бочне зидове десне коморе, грану AV чвора и задњу силазну грану.

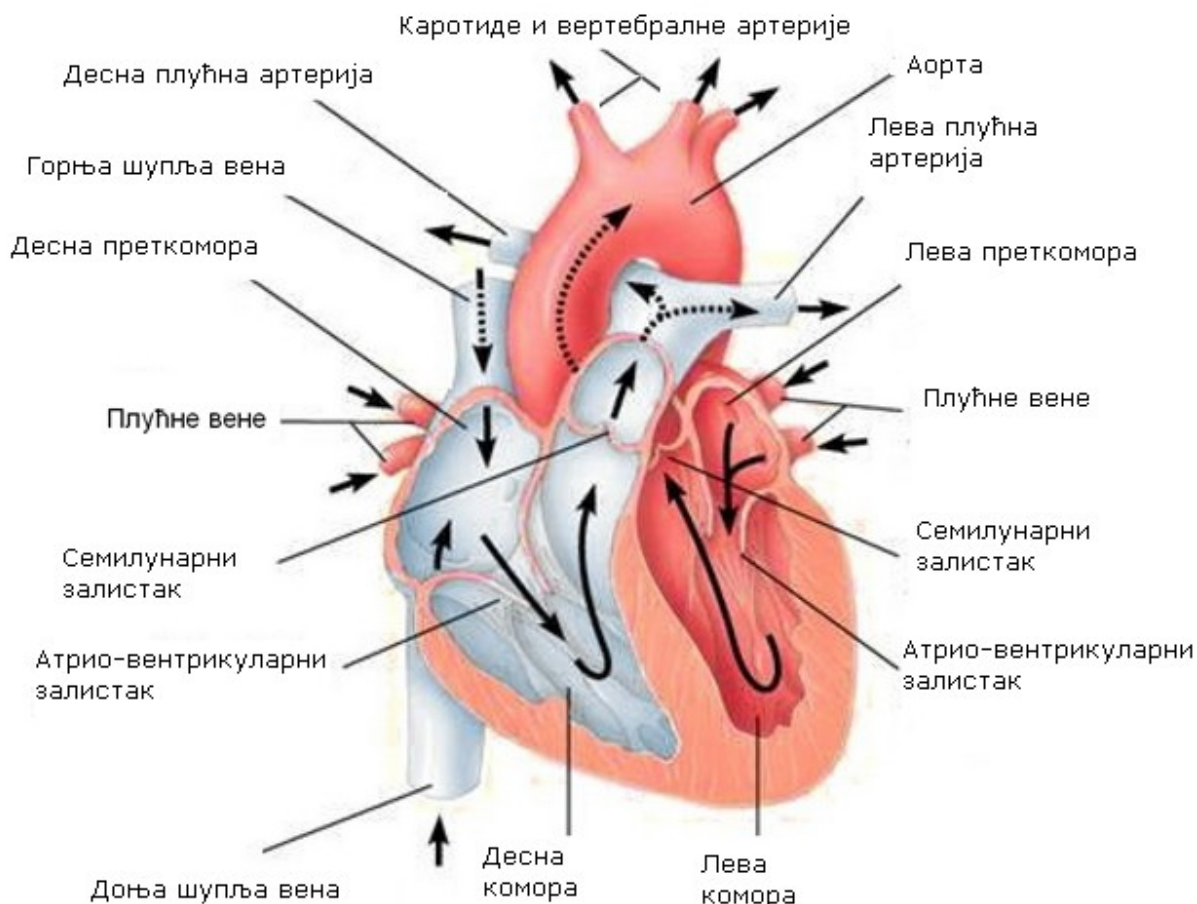
Све ове срчане артерије гранају се у мање крвне судове које прекривају цело срце, а неке улазе дубље у сам срчани мишић. Најмање гране се зову капилари, и у њима еритроцити предају кисеоник срчаном мишићном ткиву, и везују се за угљен-диоксид и остале непотребне продукте метаболизма које одводе из срца. Коронарне вене прикупљају крв сиромашну кисеоником из ћелија срца и односе је у десну преткомору.



Слика 14. Коронарне артерије

5. Проток крви кроз срце

Срце има улогу двоструке пумпе: десна преткомора истискује крв у десну комору а лева преткомора у леву комору. Атерије су крвни судови који одводе крв од срца, из десне и леве коморе. Вене доводе крв у преткоморе срца (Слика 15).



Слика 15. Пресек срца

Десно срце проводи редуковану крв (не садржи кисеоник, већ угљен-диоксид), а лево оксидовану (садржи кисеоник). Редукована крв из тела дотиче венама у десну преткомору. Горња шупља вена доводи крв из главе и горњег дела трупа, а доња шупља вена из ногу и доњег дела трупа. Мишићно ткиво десне преткоморе се контрахује, трикуспидални залистак се отвара и редукована крв улази у десну комору. Пулмонални залистак је затворен, и десна комора се пуни крвљу. Када се напуни, десна комора се контрахује, трикуспидални залистак се затвара, а пулмонални се отвара. Крв одлази плућним артеријама у плућа (мали крвоток - од десне коморе до леве преткоморе).

У плућима се крв оксидује а затим преко система плућних вена утиче у лево срце, леву преткомору која се контрахује. Митрални залистак се отвара и крв прелази у леву комору. Аортни залистак је отворен док се комора пуни крвљу. Када се напуни, контрахује се, митрални залистак се затвара а аортни отвара. Крв истиче у аорту, главни и највећи артеријски суд у телу, и у све остале делове тела (велики крвоток - од леве коморе до десне преткоморе).

6. Физиологија срца

У склопу циркулаторног система срце је једина моторна снага која покреће крв. Сви други фактори су у погледу ове функције од релативно малог значаја. За разлику од других органа, срце се налази у непрестаној ритмичкој активности, те изузевши дијастоличке фазе, нема могућности да се одмара. Јачина рада који срце обавља није константна, него се мења зависно од потреба организма. Срце, према томе, мора имати високо развијену способност адаптације. Постоји још једна карактеристика срца по којој се оно на јединствен начин разликује од других органа. То је висок степен аутоматизације, који омогућава његову трајну активност и без екстракардијалних импулса, нервних или хуморалних.

Импулс који настаје у центру аутомације шири се кроз срчани мишић захваљујући његовој способности проводљивости. Проводљивост је способност целог срчаног мишића, али је особито развијена у специфичном спроводном систему срца. Спроводни систем срца чине специјализоване ћелије које могу да генеришу и спроводе импулсе. Оне се не контрахују, мање су диференциране и отпорније. Спроводни систем срца је одговоран за срчани аутоматизам (способност срца да се контрахује под утицајем импулса насталих у самом срцу).

Функција спроводног система срца:

1. Настанак импулса
2. Контрола настанка импулса
3. Спровођење импулса до радне мускулатуре

Спроводни систем срца чине (Слика 16.):

1. SA чвор (сино-атријални чвор - преводник срчаног рада)
2. AV чвор (атриовентрикуларни чвор)
3. Хисов сноп
4. Лева и десна грана Хисовог снопа
5. Пуркињејева влакна



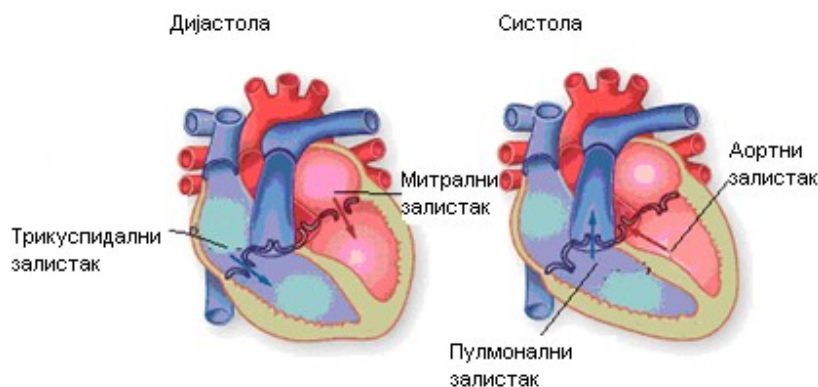
Слика 16. Спроводни систем срца

Импулси се прво генеришу у SA чвору а затим се, са задршком, преносе на AV чвор. Смисао постојања задршке је да се прво контрахују преткоморе па онда коморе. AV задржавање траје 0,11 s што одговара контракцији преткоморе. SA и AV чвор су примарни и секундарни центри аутомације. Радна мускулатура срца је фиброзним прстеном подељена на преткоморску и коморску и функција јој је контракција под дејством импулса из спроводног система. Импулс се шири у миокарду у нормалним условима без губитка на интензитету. Ако се смањи виталност миокарда (због притиска, упале, интоксикације...), импулс ће се проводити смањеном брзином, а у крајњем случају провођење ће бити онемогућено, тј. настаће срчани блок. Брзина провођења импулса није у свим деловима срца једнака. У радној мускулатури преткомора износи 0,8 m/s; у радној мускулатури комора 0,4 m/s; у Хисовом снопу, његовим гранама, и Пуркињејевим влакнима 1-2 m/s. Већа брзина провођења у специфичној мускулатури омогућава брже довођење импулса у мускулатуру комора него што би то било кад би се импулси ширили радном мускулатуром. Ова чињеница има велико функционално значење. Да би срце радило као ефикасна пумпа, сви делови комора морају се синхронизовано контраховати. Велика брзина провођења импулса омогућује да импулси стигну у различите делове мускулатуре комора у веома кратким временским интервалима.

Срце човека

Две фазе рада срца су систола и дијастола (Слика 17.). Систола је испумпавање, а дијастола пуњење крвљу. Срчани циклус (срчана револуција) представља раздобље од почетка једне до почетка друге контракције и обухвата једну систолу (контракцију) и једну дијастолу (деконтракцију) преткомора и комора (Табела 2.) и кратку паузу срчаног рада. Сваки циклус почиње генерисањем акционог потенцијала у синусном чвору. Постојање срчаног циклуса

условљено је постојањем електричне и механичке активности срца.



Слика 17. Фазе рада срца

Табела 2. Фазе срчаног циклуса

Фазе систоле комора	Трајање 0,3 s	Фазе дијастоле комора	Трајање 0,5 s
1. изоволуметријска фаза - контракција мишића коморе без промене запремине; комора је пуна крви; AV записци затворени, семилунарни записци затворени; нагли пораст притиска у комори и појава првог срчаног тона - систолног	0,03 s	1. изоволуметријска релаксација - семилунарни записци затворени; AV записци затворени; смањење напона у коморана; волумен исти; притисак крви у коморама нагло опада близу нуле (најмањи притисак у току срчаног циклуса)	0,08 s
2. фаза наглог избацавања крви - притисак у коморама расте изнад притиска у аорти и плућним артеријама; AV записци затворени; семилунарни записци отворени; крв улази у аорту и плућне артерије	0,11 s	2. фаза наглог пуњења - отварање AV залистака; крв из преткомора улази у релаксиране коморе; пад притиска у преткоморама и нагло повећање коморског волумена; настанак трећег срчаног тона	0,11 s
3. фаза редуционог избацавања крви - пад притиска у коморама испод аортног; крв наставља споро да истиче из леве коморе у аорту	0,14 s	3. фаза редуционог пуњења - крв споро истиче из преткомора у коморе; AV записци отворени; семилунарни записци затворени	0,2 s
4. протодијастола - крај систоле; мишићи комора су контраховани; крв из комора не тече; семилунарни записци и даље отворени; AV записци затворени; настанак другог срчаног тона - дијастолног	0,02 s	4. дијастола - поклапа се са систолом преткомора; у коморе долази још додатних 30% дијастолног волумена; настаје четврти срчани тон	0,1 s

Срце човека

Систолни волумен је количина крви коју лева комора убаца у циркулацију у току сваке систоле - 75 ml.

Минутни волумен срца је количина крви коју лева комора убаца у аорту за 1 минут. То је истовремено и укупни проток кроз циркулацију у току 1 минута.

Срчани индекс је количина крви коју срце испумпа за 1 минут, на 1 m² површине тела, и износи око 3 литара.

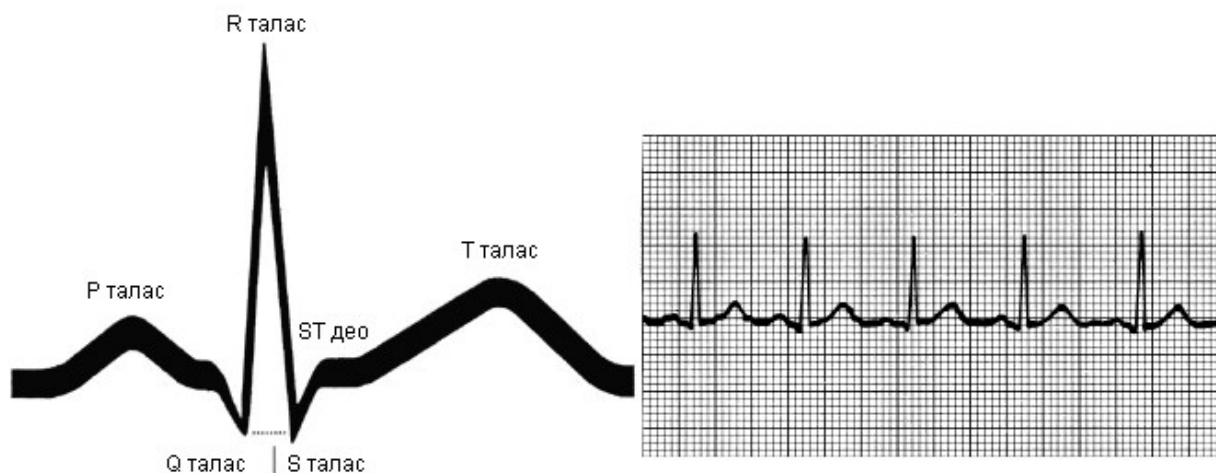
Електрокардиограм

Срчани циклус започиње електричним импулсима који се преносе путем специфичног проводног система до миокарда. Ове манифестације се могу регистровати на ЕКГ-у. Електрокардиограм (ЕКГ) представља графички приказ различитих електричних потенцијала изазваних активацијом срчаног мишића, који се детектују на површини тела. ЕКГ омогућава детекцију широког спектра физиолошких и анатомских промена срца. ЕКГ је најчешће коришћена дијагностичка метода. Електрокардиограм производи електрокардиограф, уређај који бележи електричну активност срца у времену.

Под нормалним условима, сваки електрични циклус је исти и чине га три компоненте: (Слика 18.)

1. Преткоморска деполаризација (P-талас) - одраз преткоморске контракције
2. Коморска деполаризација (QRS-талас) - одраз коморске контракције
3. Реполаризација (ST део и T-талас) - електрична надокнада срчаних комора

Фреквенцијски опсег ЕКГ сигнала је 0.05-100 Hz, а амплитуде су од 1-10 mV.



Слика 18. Компоненте електричног таласа

7. Контрола рада срца

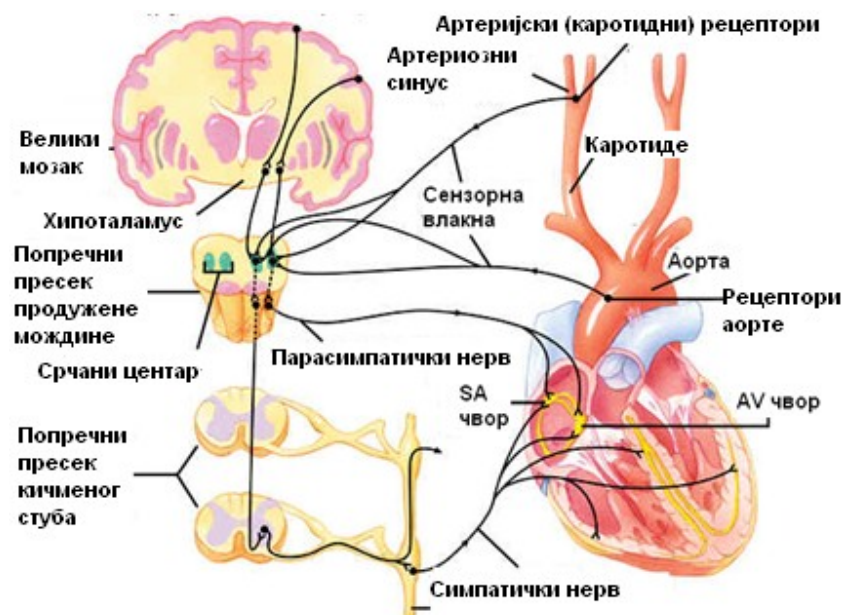
Рад срца се не контролише вољно и свесно, али контрола нервног система свакако постоји. Само срце садржи аутоматске центре за рад, посебне механизме који одржавају срчани ритам и преносе кроз срчани мишић акционе потенцијале који изазивају ритмичне контракције срца. Поред тога, део можданог стабла, продужена мождина, садржи нервне центре који регулишу рад срца.

Осим централног нервног система, за регулацију рада срца везан је аутономни нервни систем, симпатикус и парасимпатикус (Слика 19.). Јака симпатичка стимулација може да повећа учесталост рада срца код човека чак до 200 пута. Симпатичка стимулација такође повећа снагу којом се мишић контрахује. У нормалним условима симпатичка нервна влакна стимулишу срце непрекидно електричним импулсима мале фреквенције. Смањењем активности симпатичких нерава смањује се активност срца.

Парасимпатичка стимулација смањује снагу срчане контракције.

Неуротрансмитер ацетилхолин се ослобађа на симпатичким и парасимпатичким нервним влакнима и учествује у процесу преноса нервног импулса и стимулације рада срца. Адреналин и норадреналин су неуротрансмитери који се синтетишу у симпатичким нервним влакнима и убрзавају рад срца.

Ако екстрацелуларна течност садржи превише калијума фреквенција рада срца опада. Може доћи и до блокаде преноса импулса из преткоморе у коморе. Виши ниво калцијума доводи до супротног ефекта од калијума, јер директно стимулише контракцију. Тироксин повећава потрошњу кисеоника у миокарду, и убрзава његов рад.



Слика 19. Симпатичка и парасимпатичка контрола рада срца

8. Болести срца

Болести срца и крвних судова представљају најчешћи узрок смртности пацијената у Србији (преко 51%). Најважнији узроци настанка кардиоваскуларних болести су стрес, претерана гојазност, неправилна исхрана намирницама богатим холестеролом и zasiћеним масним киселинама, недовољна физичка активност, конзумирање алкохолних пића и пушење.

Болести срца се деле у две групе:

1. Запаљења (најчешћи узроци су бактеријске и вирусне инфекције)
2. Дегенеративна обољења (најчешћи узрок је артериосклероза - дисфункција ендотела крвних судова)

У зависности од тога који део срца захватају болести срца се деле на:

1. Запаљења ендокарда (последике - срчане мане)
2. Запаљења и дегенеративна обољења миокарда
3. Обољења перикарда

8.1. Запаљења срца

8.1.1. Запаљење ендокарда (ендокардитис)



Нормални
аортни
залистак

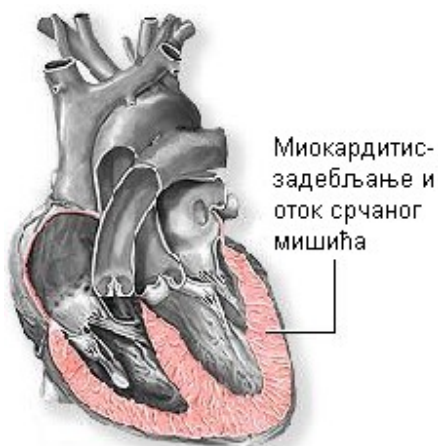
Аортни залистак
са бактеријским
ендокардитисом

Ендокардитис је инфекција ендокарда која настаје када бактерије, гљивице или други микроорганизми, са једног места у телу, преко крвотока, нападају делове срца (Слика 20.). Ако се не лечи, може оштетити или уништити срчане залиске. Повишен ризик за развој ендокардитиса имају особе са вештачким или оштећеним срчаним залисцима, урођеним срчаним манама и особе са трансплантираним срцем.

Слика 20. Нормални залистак и
залистак са ендокрадитисом

8.1.2. Запаљење миокарда (миокардитис)

Миокардитис је запаљење миокарда које доводи до слабљења срца због отока и оштећења мишићних ћелија (Слика 21.). Запаљење је узроковано вирусима, бактеријама, токсинима, или настаје као аутоимуни процес (имуне ћелије уништавају сопствене ћелије срца). У току вирусне инфекције мође доћи до трајног поремећаја функције коморе и дилатативне кардиомиопатије.



Слика 21. Запаљење срчаног мишића

8.1.3. Запаљење перикарда (перикардитис)



Слика 22. Нормални и отечени перикард

Перикардитис подразумева оток и иритацију перикарда (Слика 22.). У току запаљења долази до нагомилавања леукоцита и накупљања течности између два слоја перикарда. Узрок могу бити вируси, бактерије (нпр. узрочник лајмске болести и туберкулозе), инфаркт, тумори, хируршке процедуре итд.

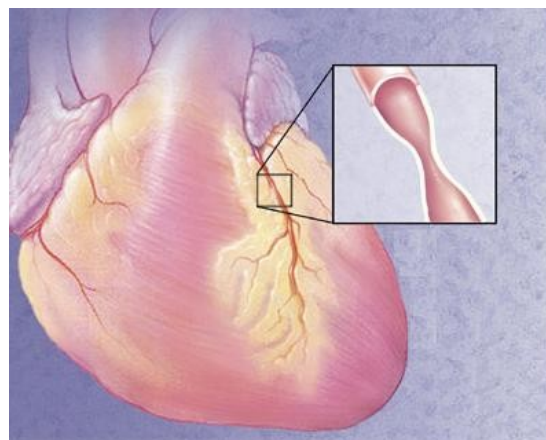
8.2. Дегенеративна обољења срца

8.2.1. Ишемијска болест срца

Ишемијска болест срца је назив за групу болести срца које настају услед смањеног протока крви кроз коронарне артерије (Слика 23.). Најчешћи узрок је атеросклероза (стварање наслага масти у крвним судовима).

Манифестовање ишемијске болести срца:

1. Стабилна *angina pectoris*
2. Акутни коронарни синдром
3. Поремећаји срчаног ритма и провођења
4. Асимптоматска коронарна болест срца
5. Срчана инсуфицијенција
6. Изненадна срчана смрт



Слика 23. Суужење коронарне артерије

Angina pectoris

Angina pectoris је синдром које се састоји од напада болова иза грудне кости са ширењем на леву руку или врат и гушења. Може да се јави у напору или у мировању, па се према томе дели на стабилну и нестабилну *angina pectoris*.

Стабилна *angina pectoris* настаје у току физичког или психичког оптерећења, промене температуре или полног односа када су потребе миокарда за кисеоником повећане, а испорука од стране срчаних крвних судова мала. Нестабилна *angina pectoris* настаје код високог суужења срчаних крвних судова и јавља се најчешће у мировању. Често претходи акутном инфаркту миокарда.

У току напада *angine pectoris*, настаје ишемија срца, тј. један део срца добија мање кисеоника. То може проузроковати појаву аритмија, од безазлених до опасних по живот које могу бити узрок изненадне срчане смрти.

Срце човека

Акутни коронарни синдром

Акутни коронарни синдром обухвата нестабилну *anginu pectoris* и акутни инфаркт миокарда.

Акутни инфаркт миокарда је поремећај равнотеже снабдевања и потребе миокарда за кисеоником. Услед инфаркта миокарда настаје оштећење и евентуална смрт срчаних ћелија - миоцита и прекид снабдевања крвљу срчаног ткива.

Поремећаји срчаног ритма (аритмије)

Аритмија је поремећај брзине или ритма срчаног рада. Убрзан срчани рад се назива тахикардија, а успорен брадикардија.

Тахикардија је убрзани срчани ритам до којег долази услед повећаног аутоматизма (појачана надражљивост у SA чвору или Пуркињеовим влакнима) или настајања спонтаног надражаја у преткоморским и коморским структурама.

Брадикардија је успорење срчаног рада испод 60 откуцаја у минути, услед промена у провођењу кроз AV чвор и Хисов сноп.

Срчана инсуфицијенција

Срчана инсуфицијенција (срчана слабост) је патофизиолошко стање у коме постоји поремећај срчаног пумпања што доводи до накупљања течности у плућима. Абнормална срчана функција онемогућава да се обезбеди довољна количина крви за метаболизам периферних ткива. Узроци срчане инсуфицијенције могу бити инфаркт миокарда, кардиомиопатија или миокардитис, урођене срчане мане, аритмије, интоксикације, анемија итд.

Срчана слабост може бити хронична и акутна (едем плућа и кардиогени шок).

Едем плућа настаје услед затајивања леве половине срца. Крв се задржава у плућима, а због повишења притиска у плућним крилима долази до изласка крви у међуваскуларни простор и алвеоле.

Кардиогени шок је стање у којем срце не може да испумпа довољну количину крви која је потребна за снабдевање свих органа кисеоником и хранљивим материјама. Најчешће настаје услед акутног инфаркта миокарда.

Изненадна срчана смрт

Изненадна срчана смрт је неочекивана смрт из срчаних узрока у временском размаку од једног сата, од почетка тегоба до смрти. Најчешћи узрок су срчане аритмије до којих коронарна болест може довести.

8.2.2. Кардиомиопатије

Кардиомиопатија је болест која захвата срчани мишић а доводи до увећања, истањења или ригидности срчаног мишића.

Постоје четири типа кардиомиопатија

1. Дилатативна (увећање комора)
2. Хипертрофична (задебљали и ригидни зидови комора)
3. Рестриктивна (ригидни, али не и обавезно задебљали зидови комора)
4. Аритмогена дисплазија десне коморе (болест десне коморе срца коју карактерише замена срчаног ткива са масним везивним ткивом)

9. Превенција болести срца

Данашња истраживања се углавном баве смањењем ризика од болести срца. Доказано је да емотивни живот у великој мери утиче на стање срца и крвних судова. Смех, задовољство и срећа имају благотворно дејство на срчани мишић и проток крви кроз крвне судове, док стрес, туга и бес имају супротни ефекат.

Веза између љубави и срца није само мит. Осим што осећамо убрзане откуцаје срца када смо заљубљени, срећа којом нас љубав испуњава има позитивно дејство на срчани мишић, побољшава његов рад и смањује ризик од обољења. Истраживања показују да заљубљене особе имају здравије срце и ређе оболевају од болести срца и крвних судова, док осећај одбачености доводи до прескакања откуцаја срца, и успоравања рада. Према холандским истраживачима може чак и да заустави срце.

Сваки стрес негативно утиче на кардиоваскуларни систем и представља фактор ризика када су у питању болести срца. Претерана компетитивност и амбициозност такође имају негативни утицај.

На многе узроке срчаних обољења можемо утицати променом начина живота и променом начина исхране. Стручњаци препоручују: престати са пушењем и смањити количину алкохолних пића, повећати физичке активности, пити веће количине течности у току дана, јести црну чоколаду и пити црно вино у мањим количинама, смањити стрес и ускладити амбиције и могућности.

10. Закључак

Срце је витални орган, један од најважнијих органа људског организма који током читавог живота, без престанка, покреће крв кроз крвне судове и тако снабдева кисеоником и хранљивим материјама све органе и ћелије организма. Састоји се од четири шупљине – две преткоморе и две коморе. Лева и десна половина срца подељене су септумом, преградом која спречава мешање оксидоване и редуковане крви. Срчани зид је изграђен од три слоја – перикард (срчана марамица), миокард и ендокард.

Између преткомора, комора и артерија које полазе из срца постоје отвори са записцима, који омогућавају проток крви у једном смеру. Због сталних контракција срце мора бити снабдевенем великом количином кисеоника које обезбеђују коронарне артерије.

Радна мускулатура срца се контрахује под утицајем импулса насталих у самом срцу – спроводном систему срца, који се састоји из сино-атријалног чвора (у коме настаје импулс), атриовентрикуларног чвора, Хисовог снопа и Пуркињејевих влакана. Висок степен аутоматизације разликује физиологију срца од физиологије осталих органа. Две фазе рада срца су систола (испумпавање крви) и дијастола (пуњење крвљу). Срчана револуција представља раздобље од почетка једне до почетка друге контракције и обухвата једну систолу и једну дијастолу преткомора и комора.

Срце је аутономни, мишићни орган, који обједињује две пумпе - десна преткомора истискује крв у десну комору а лева преткомора у леву комору.

11. Литература

1. Бригита Петров, Милош Калезић, Биологија за други разред гимназије природно - математичког смера и други разред пољопривредне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2003.
2. Радомир Коњевић, Гордана Цвијић, Јелена Ђорђевић, Надежда Недељковић, Биологија за трећи разред гимназије природно - математичког смера, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2004.
3. Др. Владимир Р. Пантић, Ембриологија, Научна књига, Београд, 1990.
4. Др. Стеван Поповић, Ембриологија човека, Дечије новине, Београд, 1990.
5. Божидар М. Ћурђић, Развиће животиња, Научна књига, Београд, 1990.
6. Др. Драгослав Богдановић, Анатомија грудног коша – Thorax, Савремена администрација, Београд, 2010
7. Arthur Guyton, Медицинска физиологија, Медицинска књига, Београд, 1973.
8. Медицинска енциклопедија, Југословенски Лексикографски завод, Загреб, 1965.