

БИОЛОГИЈА ЧОВЕКА

СКЕЛЕТНИ И МИШИЋНИ СИСТЕМ

ИЗБОРНИ ПРЕДМЕТ

2. предавање

XXIX X MMXXIV

Проф. др Данијела Петровић

Педагошки факултет Сомбор
Универзитет у Новом Саду

СКЕЛЕТНИ СИСТЕМ

- Овај систем чине најчвршћи делови организма – кости, хрскавице и лигаменти, који су повезани у јединствену целину означену као костур (скелет).
- У скелету човека има (приближно) 206 костију: 170 парних и 36 непарних, и на њега отпада око 20% укупне масе тела.
- Кост (lat. os) је најчвршћи део костура и грађена је углавном од коштаног ткива.
- Хрскавица је мекши део и састоји се од хрскавичавог ткива.
- Лигаменти су најмекши део скелета и углавном их гради чврсто везивно ткиво са додатком еластичних влакана.
- Кости су према облику подељене на:
 - **дуге** или **цевасте** (екстремитети, прсти)
 - **кратке** или **кубичне** (шака, стопало)
 - **пљоснате** или **широке** (лопатица, карлица, грудна кост, кости лобање)
 - **неправилне** или **ирегуларне** (кичмени стуб, вилица)



- Скелет човека подељен је на:

1) кости главе

- кости лобање
- кости лица

2) кости тупа

- кости кичме
- кости грудног коша
- кости карлице

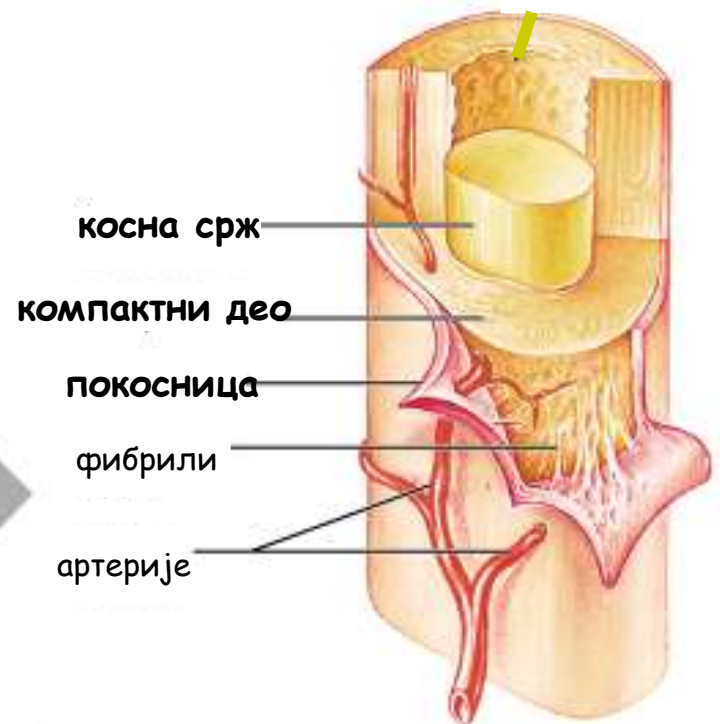
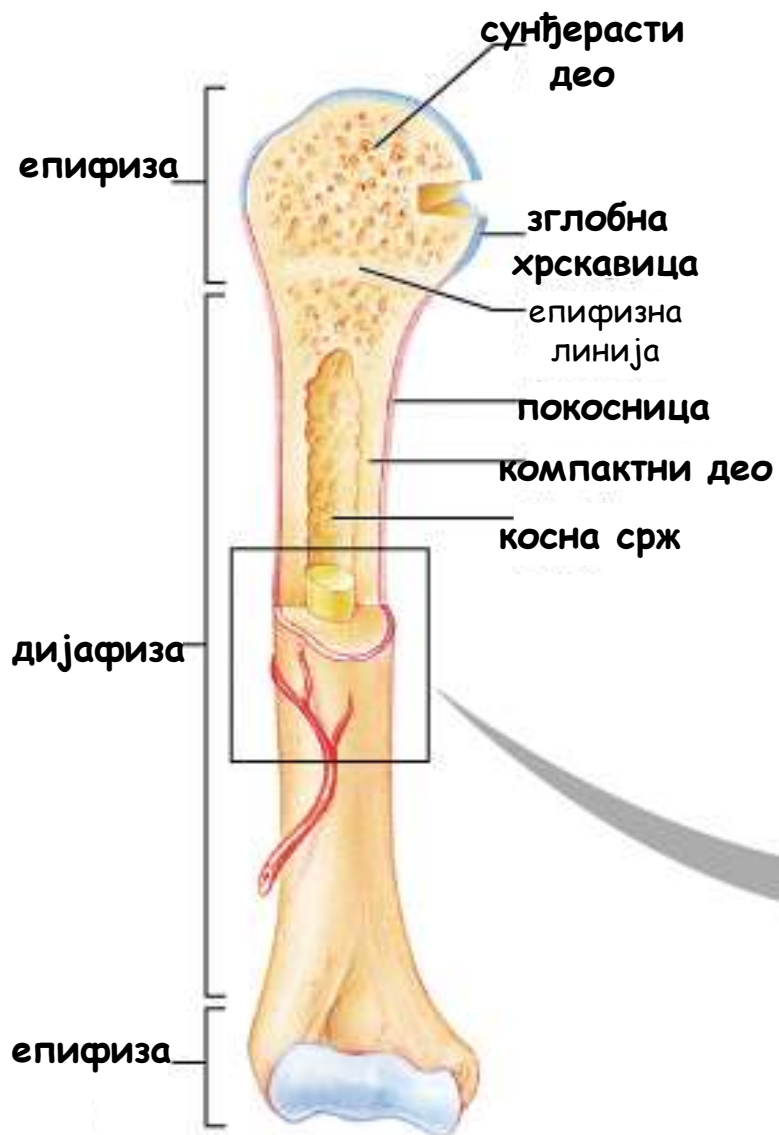
3) кости удова

- кости горњих екстремитета
- кости доњих екстремитета



Грађа костију

- Кости су грађене од коштаног ткива сачињеног од матрикса и коштаних ћелија. Матрикс чине протеинска влакна, вода и минерали. Коштано ткиво садржи око 30% органске материје (протеин **осеин**) која костима даје еластичност и гipкост, и око 70% неорганске материје, коју у великом делу чине минерали (предоминантно калцијум и фосфор) и веома мали део воде
- Од коштаних ћелија предоминантне су:
 - остеобласти - формирају коштани матрикс, започињу минерализацију тј. изграђују кост
 - остеокласти - ресорбују и деградирају коштани матрикс, тј. разграђују кост
- Процес **осификације** (формирања коштаног ткива) почиње око 3. месеца ембрионалног развића (и то у дугим костима) и траје до око 25. године живота.
- На свакој дугој кости разликујемо два краја које називамо **епифизе** и средишњи део означен као **дијафиза**.
- На уздужном пресеку дуге кости се разликују: **зглобна хрскавица** (у нивоу епифиза), **покосница** (у нивоу дијафизе), **компактни део** кости и **средишњи део** кости, који је у нивоу епифизе означен као **сунђерасти (спонгиозни) део**, а у нивоу дијафизе као **коштана (косна) срж**.



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Грађа дугих костију

КОСТИ ГЛАВЕ

- Кости главе представљају најкомпликованији део скелета у којем је смештен мозак и скоро сви чулни органи.
- Овај део чине 22 кости, од чега 8 граде лобању (cranium) а 14 лице.
- Све кости, осим мандибуле, спојене су чврстим, непокретним везама – шавовима.

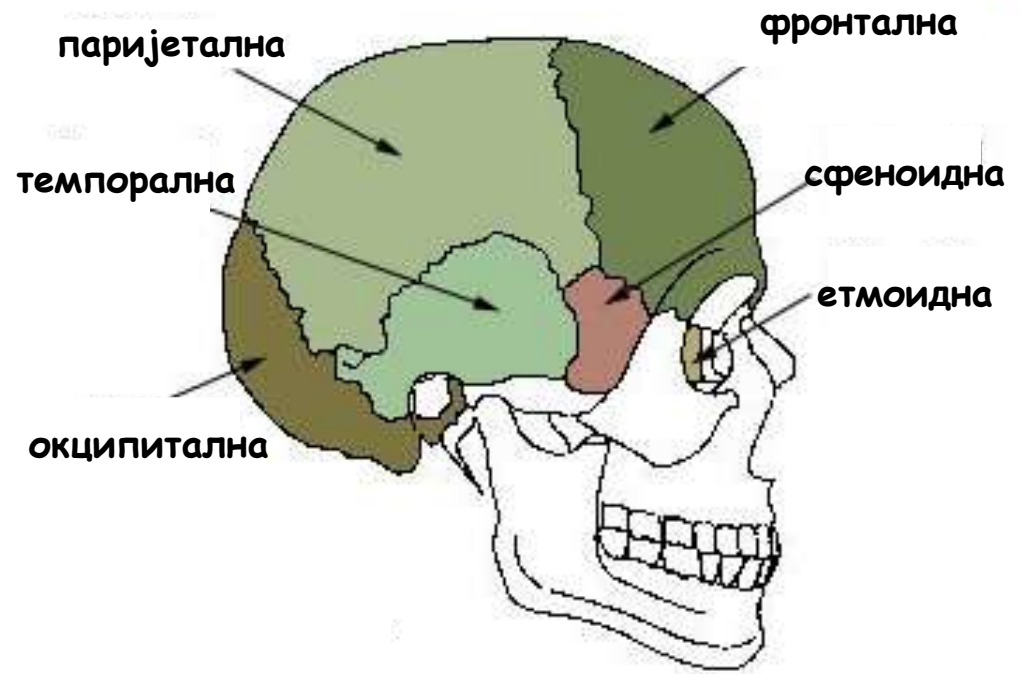
■ Кранијум чине:

• Парне кости

- **темена** (os parietale)
- **слепоочна** (os temporale)

• Непарне кости

- **чеона** (os frontale)
- **потиљачна** (os occipitale)
- **клинаста** (os sphenoidale)
- **ситаста** (os ethmoidale)



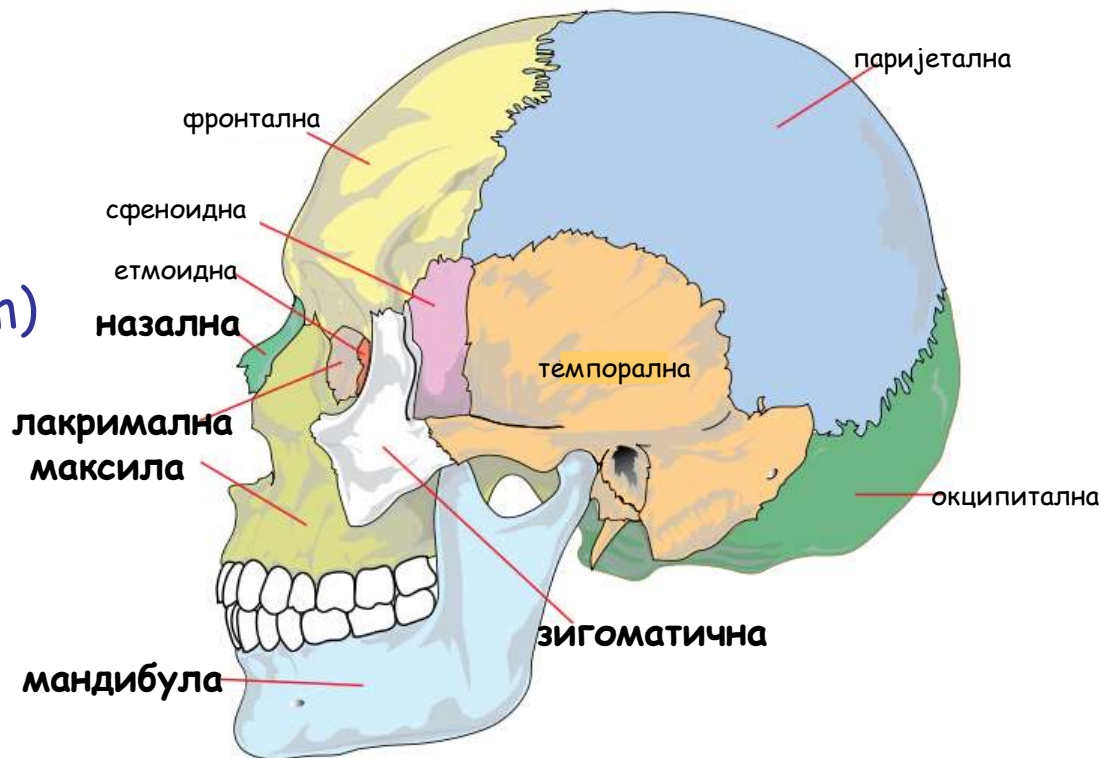
■ Кости лица

• Парне кости

- горња вилица (maxilla)
- сузна (os lacrimale)
- носна (os nasale)
- јагодична (os zygomaticum)
- доња носна шкољка (concha nasalis inferior)
- непчана (os palatinum)

• Непарне кости

- доња вилица (mandibula)
- рало (vomer)



<http://diversityofsystems.wikispaces.com>

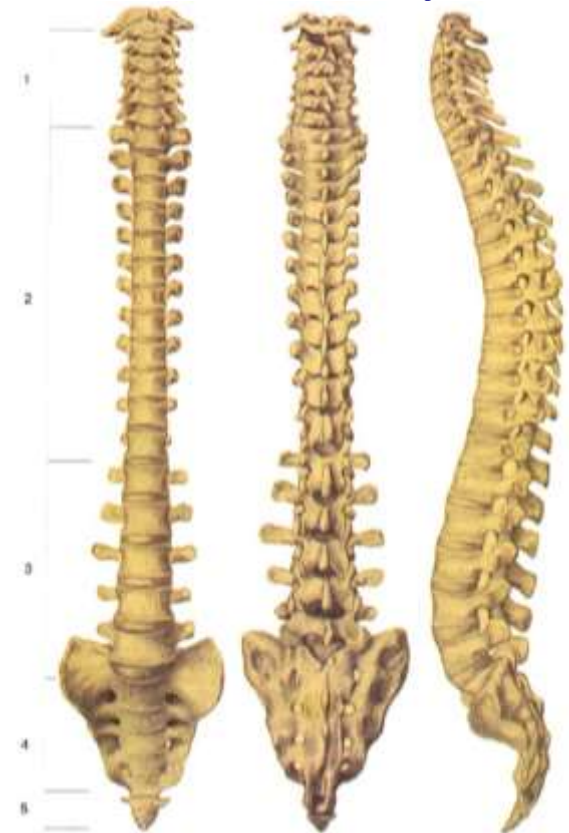
- Слушне кошчице такође могу бити убројане у кости главе. Има их три пара: чекић, наковањ и узенгија.
- Хиоидна (подјезична кост) кост обично не улази у састав костију главе, пошто није у директној вези ни са једном од костију главе или врата.

КОСТИ ТРУПА

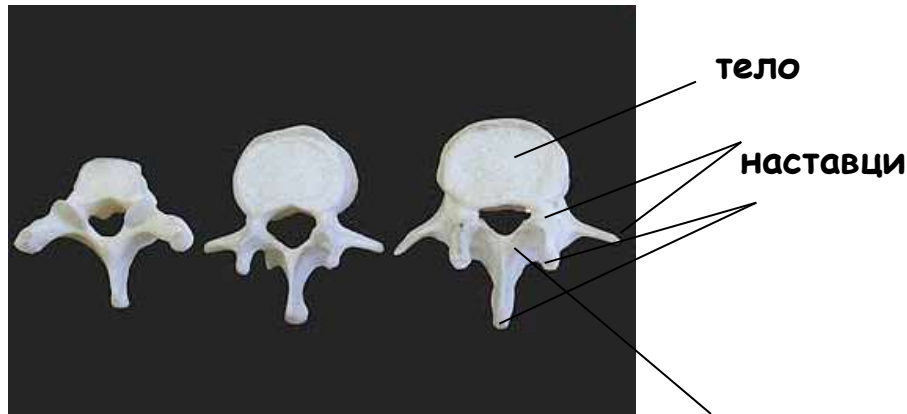
- Представљају директан наставак костију главе.
- Свака од три групе које чине кости трупа су међусобно повезане.

■ Кичмени стуб – кичма (columna vertebralis)

- Кичма је основа целог скелета.
- Окружује и штити деликатну кичмену мождину.
- Кичма је лучно савијена, у облику “S” слова, чиме је наглашена њена снага и флексибилност.
- Грађена је од кратких, међусобно сличних костију који се називају **пршљенови** (vertebrae).
- Пршљенови су међусобно зглобно спојени, а простори између њих су испуњени **интервертебралним дисковима**, који ублажавају потресе пршљенова услед ходања, скакања или трчања.

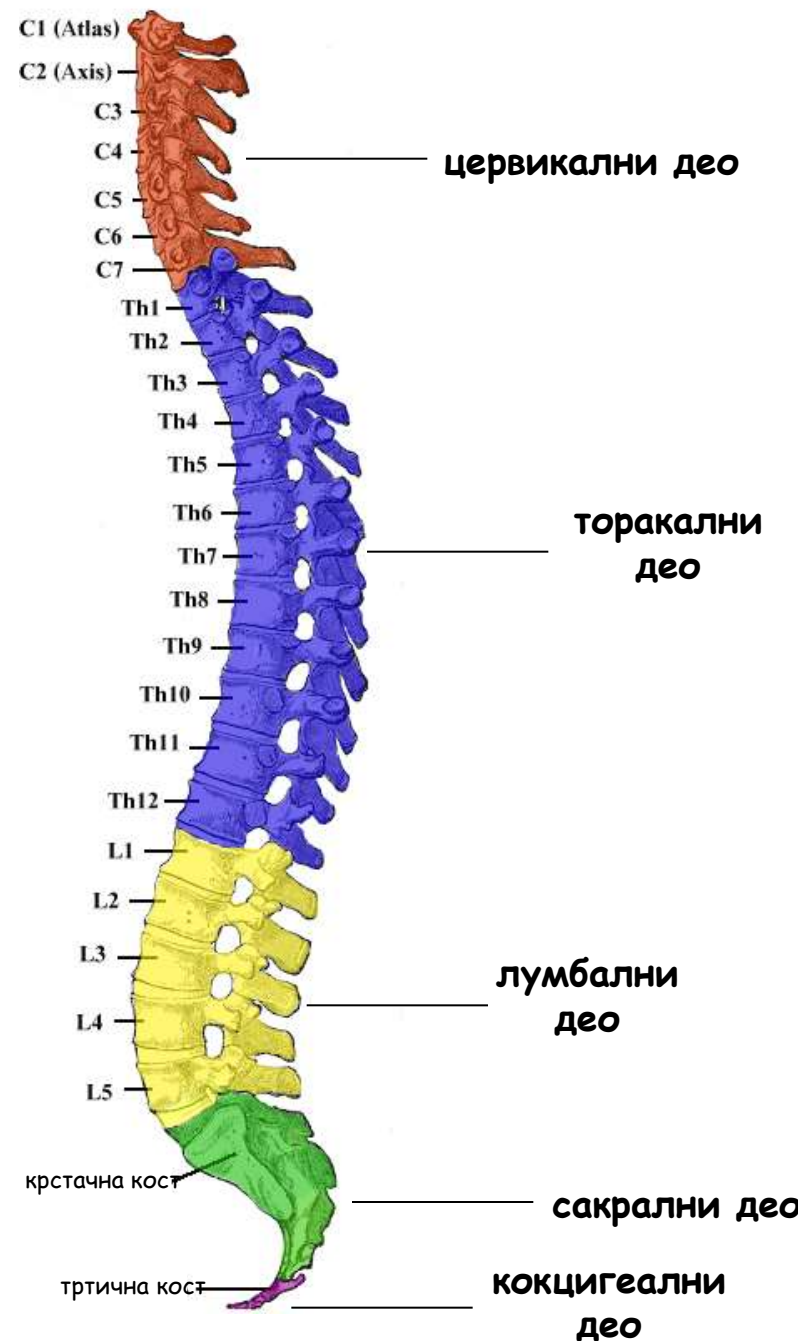


- Број пршљенова варира од 33-34, од чега су 24 покретна а 9-10 су срасли
- Разликујемо:
 - **7 вратних** (v. cervicales)
 - **12 леђних** (грудних) (v. thoracales)
 - **5 слабинских** (v. lumbales)
 - **5 крстачних** (v. sacrales)
 - **4-5 тртичних** (v. coccygeales)
- На сваком пршљену разликујемо:
 - **тело** - **труп** (corpus)
 - **лук** (arcus)
 - **7 наставка** (procesus)



www.oum.ox.ac.uk

лук

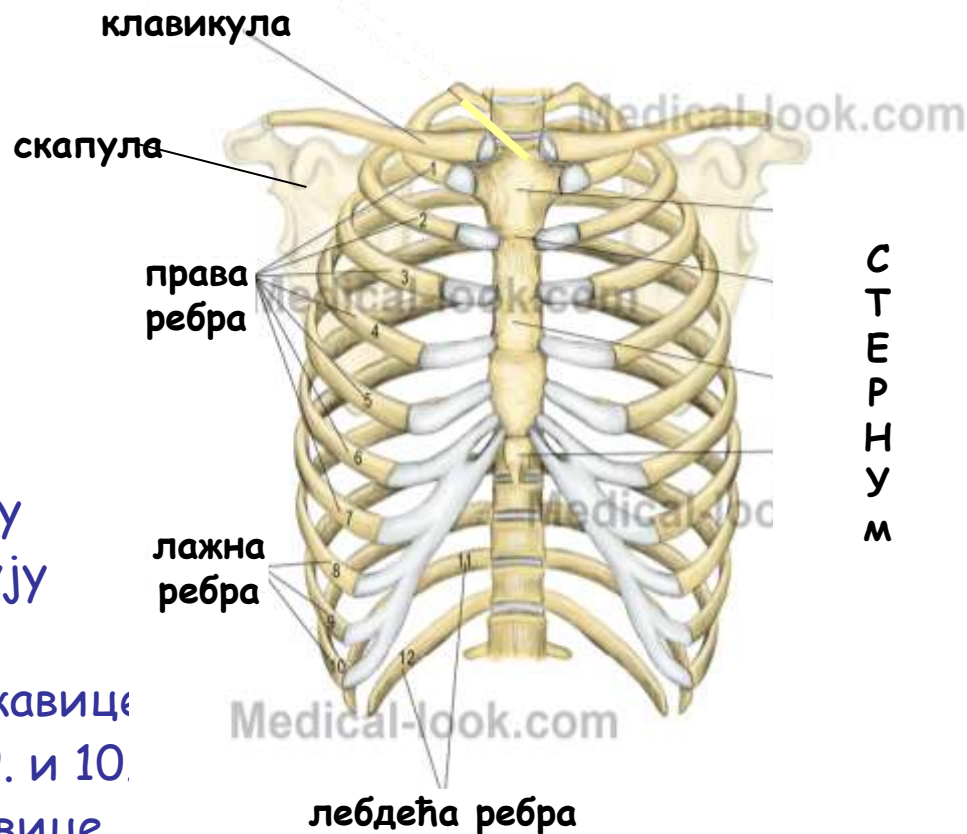


<http://de.academic.ru>

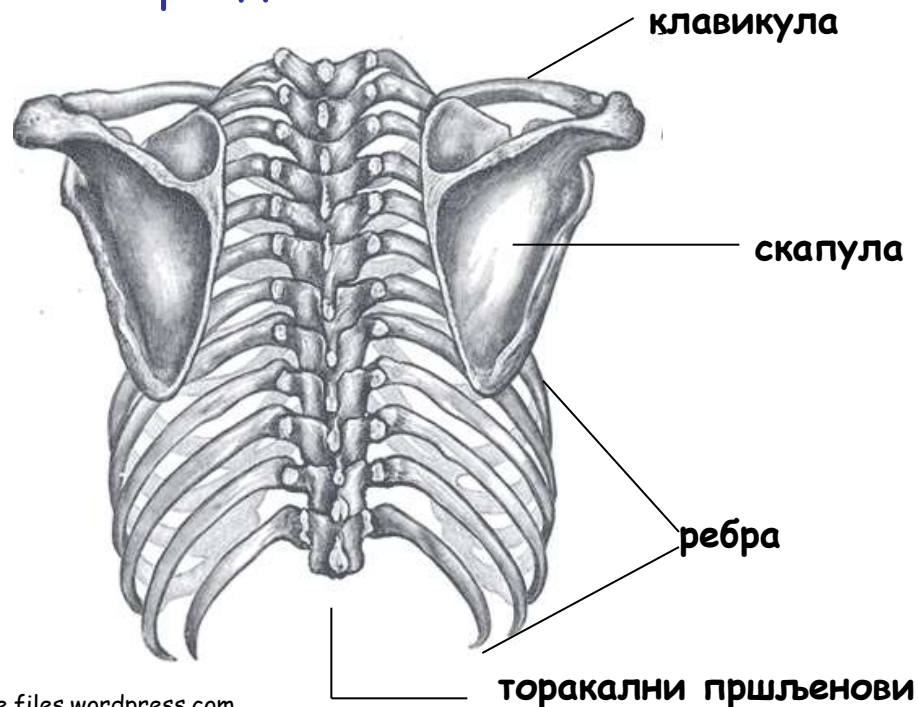
- Цервикални пршљенови образују флексибилни врат. Први пршљен - **атлас** зглобљен је са лобањом и омогућава потврдно климање главом, док други - **аксис (епистрофеус)** омогућава одрично климање главом.
- Торакални пршљенови чине централни део леђа и сваки је спојен са једним паром ребара.
- Лумбални пршљенови су најмасивнији, чине мали део леђа и носе највећи део тежине трупа и главе.
- Свих пет крстачни пршљенова су међусобно срасли и формирају кост троугластог облика - **сакрум**, који је спојен са костима кука.
- Тртични пршљенови су такође међусобно срасли у једну кост - **тртичну** (репну) кост, али је она мања и скоро закржљала.
- Формација коју чине сакрум и тртица је код жена краћа, шира и мање повијена него код мушкараца.

■ Кости грудног коша (thorax)

- Торакс има облик кавеза који затвара шупљину, у којој штити срце и плућа као и органе у горњем делу абдомену.
- Торакс чини:
 - **12 пари ребара** (costae)
 - **грудна кост** (sternum)
 - **кључне кости** (claviculae)
 - **лопатице** (scapulae)
- Ребра су пљоснате кости, лучно савијене, које су на дорзалном делу причвршћене за торакалне пршљенове, а на вентралном делу се директно или индиректно везују за стернум. Првих седам пари се називају **права ребра** (преко хрскавице директна веза са стернумом); 8. 9. и 10. пар су **лажна ребра** (преко хрскавице везана за ребро изнад себе); а 11. и 12. пар су **лебдећа ребра**.



- **Стернум** је непарна пљосната кост, смештена на медијалној линији вентралне стране торакса.
- **Клавикула** је парна, дугуљаста кост, облика слова "S". Налази се у горњем делу вентралне стране торакса и део је раменог појаса.
- **Скапула** је парна, танка, пљосната кост троугластог облика. И ове кости улазе у састав раменог појаса, али се налазе са дорзалне стране горњег дела торакса, готово припијене уз ребра по којима клизе горе-доле .



■ Кости карлице (pelvis)

- Кости пелвиса су чврсто срасле и уређене су у облику прстенасте структуре, која пружа снажну основу горњим деловима тела и штити делове дигестивног, репродуктивног и уринарног система.
- Са сваке стране сакрума (крстачна кост) налази се широка, пљосната **кост кука** (os coxae), састављена заправо од три кости:
 - **бедрена** (цревна) кост (os ilium)
 - **седална кост** (os ischii)
 - **стидна** (препонска) кост (os pubis)
- Оба **кука**, **сакрум** и **птична** кост заједно формирају **карлицу**.



КОСТИ ЕКСТРЕМИТЕТА

- Ове су кости подељене на кости руку, повезаних с трупом преко раменог појаса и кости ногу, које су преко карличног појаса у вези са остатком скелета.

■ Кости горњих екстремитета

- **рамена кост** (humerus) надлактица
- **жбица (палчана кост)** (radius) подлактица
- **лакатна кост** (ulna) подлактица
- **кости шаке** (manus)

- Хумерус, радијус и улна спадају у дуге цевасте кости, на којима разликујемо две епифизе и дијафизу. Хумерус формира рамени и лакатни зглоб, радијус лакатни и зглоб са костима шаке, док улна улази у састав лакатног региона али не остварује контакт са костима карпуса шаке.

- Кости шаке чине кости **корена шаке - карпуса** (има 2 реда по 4 костију), **кости средњег дела** - **метакарпуса** (5 костију) и **кости прстију - фаланге** (има их 14).
- Главна улога руку је манипулација - хватање, што је одиграло велику еволутивну улогу.



■ Кости доњих екстремитета

- **бутна кост** (femur)
 - **чашица** (patella)
 - **голењача** (tibia)
 - **лисњача** (fibula)
 - **кости стопала** (pes)
- Фемур је једина кост натколенице и спада у дуге, цевасте и најкрупније и најснажније кости (може бити дуга и до 0.5 м и тешка око 0.5 кг).
 - Патела је мала, пљосната кост, смештена у тетиви четвороглавог мишића бутине. Има заштитну улогу, и нема аналогну кост на рукама.
 - Тибиа и фибула чине потколеницу. Тибиа је такође снажна кост, смештена је на медијалној страни и улази у зглоб са фемуром. Фибула је уска кост, смештена са латералне стране и не улази у зглоб са фемуром.
 - Стопало се састоји од **тарзуса** (7 костију), **метатарзуса** (5 костију) и **прстију** (14 костију).



<http://images-mediawiki-sites>

ЗГЛОБОВИ

- Спој између две или више кости назива се зглоб (lat. articulus, gr. arthros).
- Зглобови имају различит степен покретљивости и на основу тога се грубо деле на:
 - **посве непокретни**
 - **делимично покретни (полупокретни)**
 - **потпуно покретни (прави зглобови)**
- Имају огромну улогу у целом животињском свету, јер су једна од компоненти која им омогућава кретање. Та кретања у разним зглобовима веома су разнолика али се могу свести на неколико типичних, основних покрета:
 - 1) флексија (прегибање, савијање)
 - 2) екстензија (испружање)
 - 3) адукција (примицање)
 - 4) абдукција (одмицање)
 - 5) циркумдукција (кружење)
 - 6) ротација (унутрашња, спољашња - окретање око осе)
- У зглобу главе са кичмом (C1, C2) могући су покрети ротације, екстензије, флексије, у рамену и куку могући су сви покрети. У лакту флексија, екстензија, супинација и пронација, у колену, скочном з. као и зглобовима фаланги могуће су само ротација, флексија и екстензија. Уз флексију и екстензију, у ручном и палчаном зглобу могуће су и абдукција и адукција, и делимично циркумдукција.

- **Анатомија зглоба**

Кости које улазе у састав зглоба увек се додирују, и те додирне површине обично су прекривене зглобном хрскавицом. Сам зглоб је затворен и обавијен еластичном, везивном опном (капсулом) која је често појачана лигаментима. У великим зглобовима обично постоје и **везивно-**

хрскавичави пufferи (дискуси, менискуси) који ублажавају притиске на зглобне површине. Унутар зглобне чауре се налази и **синовијална течност**, која стално влажи површине у контакту. Непосредно уз зглобне чауре могу се наћи и **масни или слузни (бурзе) јастучићи**.



www.jeffersonhospital.org/images

- Коштани систем функција

- Цео скелет се развија из мезодермалног клициног листића и почиње да се формира око трећег месеца ембрионалног живота.
- Пре рођења грађен је од везивног и хрскавичавог ткива, које касније постепено замењује коштаном ткивом. Неки делови скелета никада у потпуности не окоштају.
- Скелет је чврст, али динамичан и флексибилан оквир који носи и обликује тело, упориште је за скелетне мишиће и штити унутрашње органе.
- Коштано ткиво производи ћелије крви (стернум, карлица, фемур, лопатица) и служи као депо неопходних минерала (нпр. 99% депоа калцијума је у костима, а он костима и зубима даје чврстину, и неопходан је за контракцију мишића, згрушавање крви, преношење нервног импулса итд.).
- Зглобови, као део коштаног система, омогућавају локомоцију.

МИШИЋНИ СИСТЕМ

- Мишићни (мускуларни) систем покреће тело.
- Развија се из мезодермалног клициног листића.
- Највећи део чини скелетна мускулатура, мали део висцерална а минимални део срчана.
- Мишићни систем у ужем смислу подразумева скелетну мускулатуру, која чини и до 40% укупне тежине тела и броји преко 640 скелетних мишића.
- Мишићно ткиво садржи у великом делу неорганске материје, воду (око 80%) као и минерале (предоминантно калцијум, једињења калијума итд.) и око 20% органске материје (углавном протеине и угљене хидрате али и минорни део других једињења).
- Ово ткиво је црвене боје због присуства миоглобина у мишићним ћелијама.
- Фузијом више мишићних ћелија формира се **мишићно влакно**, скуп мишићних влакана међусобно повезаних чине **мишићни снопић** (фасцикула), а више снопића мишићни сноп тј. **мишић** (musculus) (скелетна мускулатура).

- Дебљина мишићног влакна износи од 40 до 80 микрона, а дужина је врло варијабилна и иде и до 15 cm.
- Мишићно влакно је заштићено везивном овојницом названом **ендомизијум**, мишићни снопићи обавијени су **перимизијумом**, док су сами мишићи заштићени овојницом означеном као **фасција (епимизијум)**.



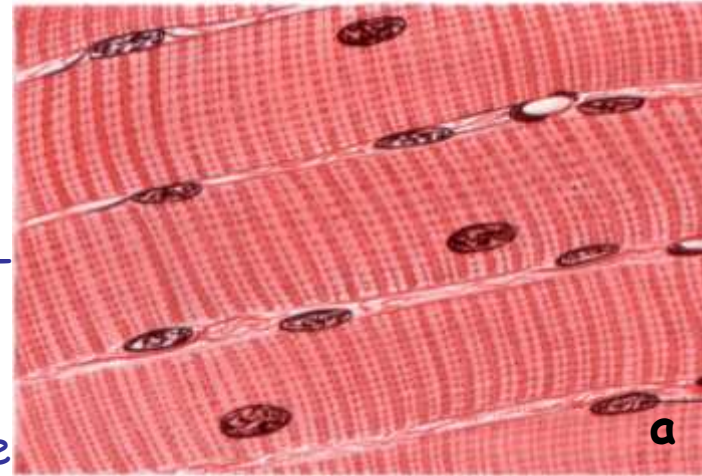
www.sport-fitness-advisor.com/muscle-anatomy.html

- Према функцији, мишићи се могу сврстати у следеће групе:
 - 1) флексори - прегибачи
 - 2) екстензори - испружачи
 - 3) адуктори - примицачи
 - 4) абдуктори - одмицачи
 - 5) елеватори - подизачи
 - 6) депресори - спуштачи
 - 7) супинатори - обртачи ка горе
 - 8) пронатори - обртачи ка доле
 - 9) ротатори - окретачи

- **Мишићна ткива**

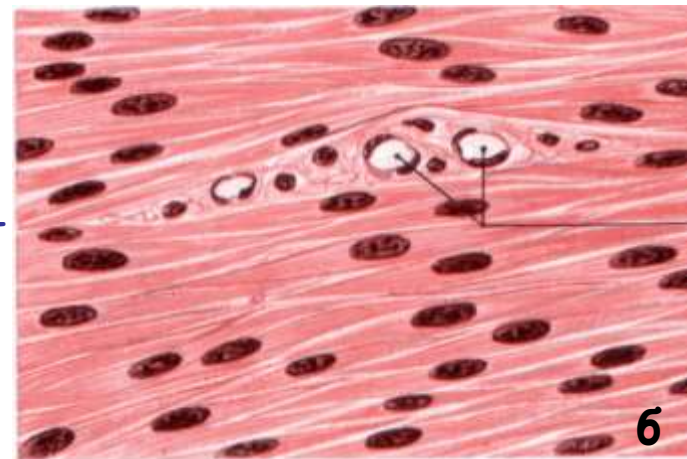
- **Попречно пругасто (а)**

Имају попречно пругаст изглед због распореда влакана у њима, која различито преламају поларизовану светлост. Чине скелетну мускулатуру, која је под свесном контролом воље, па отуда и други назив - **вољна мускулатура**. Ова влакна се брзо и снажно грче, али се лако замарају. Ова мускулатура облаже скелет и даје облик телу. Скраћивање мишића даје снагу која повлачи кости и производи све покрете тела, од трчања до смејања. Ови мишићи учествују и у одржавању тела, стабилизацији зглобова, као и производњи топлоте.



- **Глатко (б)**

Ово ткиво је смештено на зидовима шупљих органа, као што су: црево, крвни судови, бешика желудац итд. Контракција ових мишића је несвесна и под контролом је аутономног нервног система. Стога, без утицаја наше воље, ова мускулатура врши споре, одрживе контракције и тако нпр. одржава циркулацију, или пак покреће храну дуж дигестивног тракта. Глатка мишићна влакна су кратка, са зашиљеним крајевима, обично распоређена у слојевима и граде висцералну мускулатуру.



- Срчано (в)

Ово се мишићно ткиво налази само у срцу. Влакна овог ткива су попречно пругаста и разграната, и грче се по сопственом аутоматизму срчаног мишића. Ова се мускулатура никада не умара, јер врши функцију контракције зида срца и пумпа крв кроз цело тело доживотно.

Према потребама тела, ове се контракције успоравају или убрзавају аутономним нервним системом.



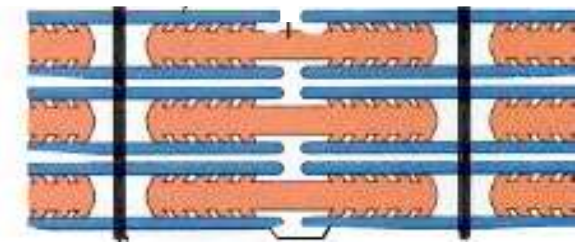
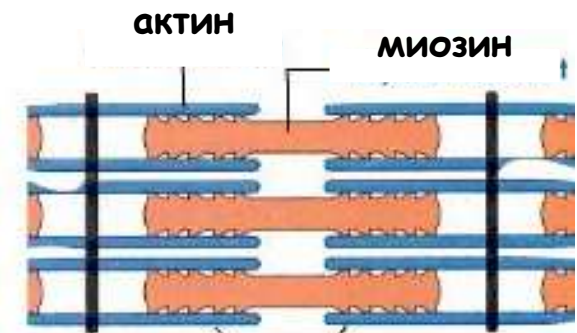
www.arthursclipart.org

- **Физиологија мишићног система**

- Контракцијом својих влакана мишић обавља радњу (која према законима физике представља савладавање отпора на неком путу).
- Целокупна радња коју обавља мишић дели се у две фазе:
 - 1) **сама контракција** - у хемијском смислу представља **процес разградње гликогена** преко **глукозе до млечне киселине**, и то без присуства кисеоника
 - 2) **опоравак** - представља **процес разградње млечне киселине** до крајњих продуката, **воде и угљен диоксида**, уз помоћ кисеоника из крвотока
- Док су ова два процеса у равнотежи, тј. докле се ефикасно разлаже млечна киселина, мишићно влакно успешно иде кроз фазу опоравка и бива спремно за нову контракцију.
- Када се ствара више млечне киселине него што се успе разложити, она се сакупља у мишићу и он није способан да ради истим темпом и интензитетом као пре и кажемо да се мишић заморио. Да би се одморио, потребно је време које служи за разлагање вишка млечне киселине (појачава се циркулација, већи доток O_2 и ефикасније преузимање продуката разлагања).

- Контракција настаје након што мишић прими наддражај донет инервацијом (попречно пругаста и глатка мускулатура).
- Контракција је омогућена присуством различитих мишићних филамената (vlakana) који се налазе у свакој мишићној ћелији. Ови филаменти се деле на **дебеле** (15 nm - грађени од **миозина**) и на **танке** (5 nm - грађене од **актина** и мале количине **тропона** и **тропомиозина**). Када је мишић релаксиран, ови филаменти се само мало преклапају, а кад се контрахује, дебела vlakna клизе између танких и интеркалирају се између њих. Овом акцијом, скраћује се цело мишићно vlakно а самим тим и мишић. Само се онолико vlakana контрахује колико је потребно да би се извршила одређена радња
- Мишићи имају четири основне особине: **надражљивост**, **проводљивост**, **контрактилност** и **контракција** **еластичност**.

релаксација



- Подела мишића:

- 1) **мишићи главе**

- жвакаћа мускулатура (учествују у померању доње вилице)
 - мимичка мускулатура (својим радом учествују у креирању израза лица тј. мимике)

- 2) **мишићи врата**

- мишићи развијени из шкржних лукова (m. sternocleidomastoideus – савија врат на лево или десно у зависности да ли се контрахује леви или десни мишић, а ако оба истовремено, савија се глава напред)
 - мишићи предње групе (учествују при говору, гутању, кијању, кашљу и дубоком дисању)
 - мишићи бочне групе (савијају главу и на тој страни подижу ребра)
 - мишићи задње групе (савијају главу уназад)

3) **мишићи тупа**

- грудни мишићи (*m. pectoralis major* - леватор ребара и адуктор и ротатор надлактице; интеркостални - међуребарни мишићи учествују у дисању на тај начин што контрахујући се скупљају ребра)
- мишићи предњег трбушног зида (јака мускулатура која са предње и бочне стране затвара трбушну шупљину)
- мишићи леђа (*m. latissimus dorsi* - спушта и повлачи руку према назад, *m. trapezius* - бацају главу према назад, повлачи лопатицу медијално и доле а раме назад и горе)
- мишићи стражњице (*m. gluteus maximus* - екстензор кука и ротатор према споља)
- мишићи дијафрагме (деле торакалну од абдоминалне шупљине; дијафрагма је помоћни дисајни мишић, нарочито код мушкараца, и приликом дисања се помера у смеру горе доле)
- мишићи међице (сфинктери за мокраћну цев и анални отвор)

4) **мишићи екстремитета**

- мишићи горњих екстремитета (*m. biceps brachii* - флексор и супинатор подлактице; *m. triceps brachii* - екстензор подлактице)
- мишићи доњих екстремитета (*m. quadriceps femoris* - четвороглави екстензор потколенице; *m. gastrocnemius* - формира Ахилову тетиву, флексор стопала)

Мишићи људског тела

