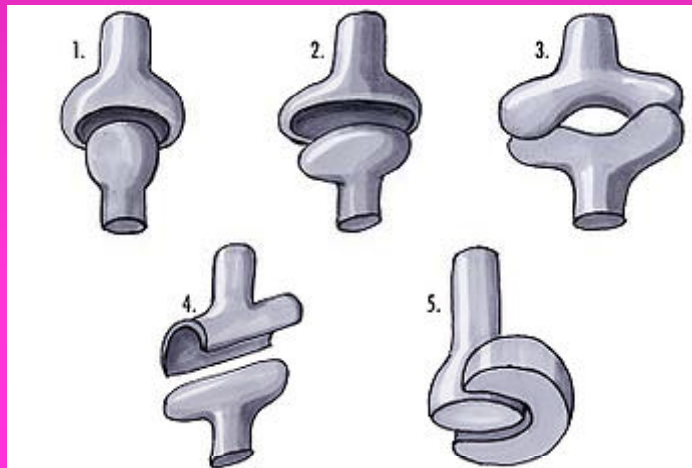




# *BIOMEHANIKA*

## BIOMEHANIKA LOKOMOTORNOG SISTEMA ČOVJEKA



## BIOMEHANIKA LOKOMOTORNOG SISTEMA ČOVJEKA

- ❑ Lokomotorni sistem čovjeka predstavlja čovjekov zglobno-koštano-mišićni sistem koji mu omogućuje promjenu položaja u prostoru i sve ostale voljno mehaničke pokrete.
- ❑ Iz čega se sastoji lokomotorni sistem ??
  - aktivni dio= mišići
  - pasivni dio=kosti i zglobovi
- ❑ Koje sile djeluju na čovjeka ??
  1. vanjske ( uglavnom gravitacione i druge),
  2. unutrašnje sile.

Unutrašnje sile su posljedica kontrakcije mišića i prenose se na kosti skeleta!!

- ❑ Kostii se ponašaju kao poluge, koje zglobovi povezuju u sistem poluga, omogućavajući im da vrše *rotaciona kretanja* !!!!!!!!

## ❑ kostur čovjeka

(40% tjelesne zapremine i 60% tjelesne mase)

200 kostiju – veza - zglobovi

izuzetak podjezična kost – jedina izolovana kost !!!!

## ❑ mišići

(60% tjelesne zapremine i 40 tjelesne mase)

“generisanje sila koje djeluju na kosti”

# KOSTI

Prema ostvarivanju svojih lokomotornih funkcija kosti se dijele:

- duge,
- kratke,
- pljosnate,
- nepravilne,
- pneumatične,
- sezamoidne.

## Duge kosti

Jedna dimenzija ovih kostiju je puno duža od druge dvije dimenzije.

- Primjeri: Kosti ruke i noge; Ramenica (humerus), butna kost (femur)
- Građa: Tijelo (dijafuzija) i dva okrajka ( epifize).
- Okrajci ulaze u sastav zgloba.
- Na dugim kostima postoje ispupčenja za koje se preko tetiva vežu mišići.

### **Kratke kosti**

- Sve tri dimenzije približno iste.
- U sklopu skeleta su relativno slabo pokretne.
- Primjer: Kičmeni pršljeni, kosti šake, kosti stopala.
- Imaju malu elastičnost.

### **Pljosnate kosti**

- Dvije dimenzije puno veće nego treća ( karlica, lobanja).
- Štite meke i osjetljive organe.
- Služe kao oslonac nekoj drugoj kosti ( lopatica oslonac ramenici)

## **Nepravilne kosti**

- Nemaju niti jedan parametar korišten u prethodnoj podjeli.
- Primjer: Kosti lica i kičmeni pršljenovi.

## **Pneumatične kosti**

- Struktura: šupljine ispunjene vazduhom

## **Sezamoidne kosti**

- Oblik: sjeme susama; mjesto: tetive mišića; predio zglobova; čašica-patela

## FUNKCIJA KOSTIJU

- održavanje organizma u određenom položaju,
- razne vrste kretanja,
- zaštita osjetljivih dijelova i vitalnih organa (mozak, srce, pluća),
- skladište za određene hemijske materijale,
- stvaranje krvnih ćelija,
- ishrana organizma (zubi),
- transmisija zvuka !!! (kosti srednjeg uha)

## Sastav i struktura kostiju

- kolagen – organski materijal (V=60% i m = 40%), elastičnost,
- minerali – neorganski materijali (V=40% i m=60%), čvrstoća,

### **Koštana depozicija i apsorpcija**

✓ Koštano tkivo čine koštane ćelije koje su na površini kosti zbijenije, a u unutrašnjosti razrjeđenije.

✓ Kost je pokrivena pokosnicom (periostom), u kojoj se nalazi najveći dio mladih koštanih ćelija (osteoblasta).

✓ **Koja je uloga osteoblasta ???**

stvaranje koštanog tkiva

rast kostiju u širinu i dužinu.

Ovaj proces se naziva koštana depozicija.



Suprotan proces depoziciji, jeste koštana apsorpcija koja se ostvaruje putem krupnih ćelija “osteoklasti”:

- ✓ Oblast: (granične oblasti mnogih šupljih kostiju)
- ✓ Funkcija: razaranje i apsorbovanje unutrašnjih djelova koštanog tkiva.
- ❑ Koja je onda funkcija i uloga dva navedena procesa ??
- ✓ omogućavanje neprekidne promjene u strukturi i formi kostiju tokom života

### ***FUNKCIONALNA ADAPTACIJA KOSTIJU***

- ❑ Kosti su stalno izložene dejstvu sila

***Osteogeneza omogućava da se kost funkcionalno adaptira na sile koje na nju djeluju.***

❑ Kako se odvija ova adaptacija??

✓ promjena strukture;

✓ promjena forme.

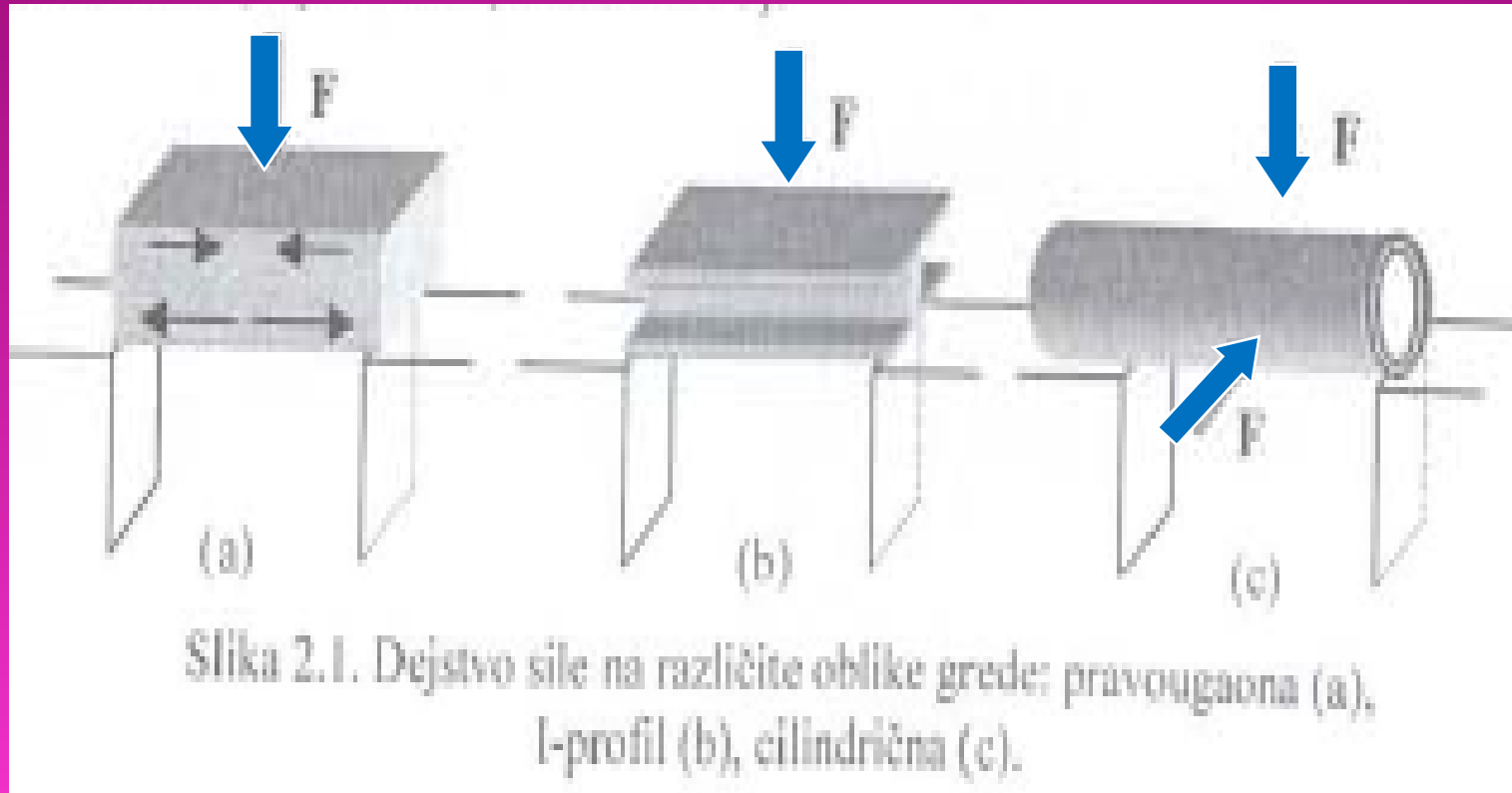
❑ Zakon transformacije kostiju (1892. Julius Wolff)

***Svaka sila koja trajno ili veoma često djeluje na određenu kost muskuloskeletnog sistema dovodi do očvršćavanja te kosti, odnosno dovodi do povećanja gustine koštanih ćelija i debljine kosti.***

✓ *Kost prilagođava svoju čvrstinu stepenu opterećenja !!!*

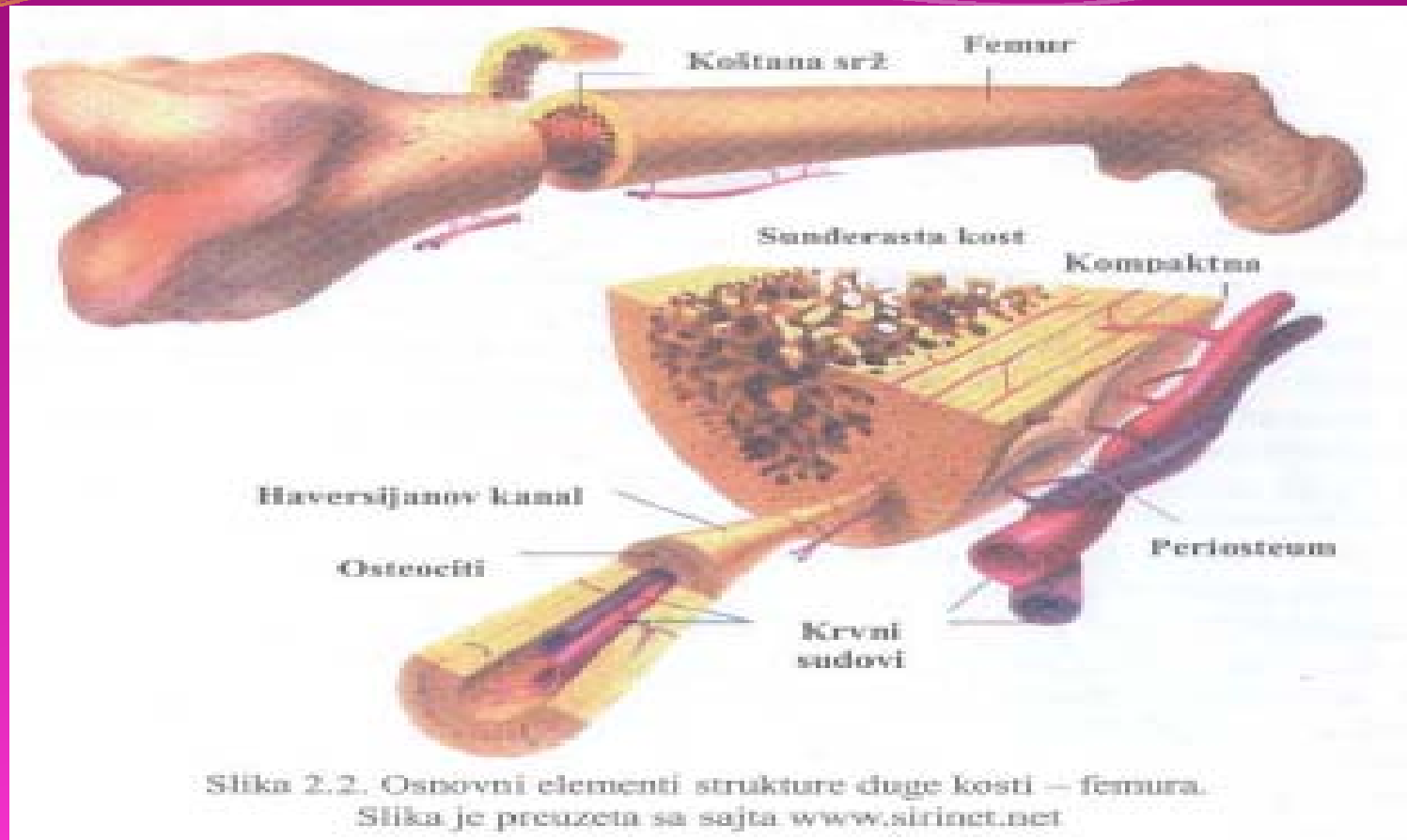
✓ *Koštana depozicija se uvećava na mjestima izloženim većoj sili !!!*

➤ svaka kost izgrađena od dvije strukture: kompaktna i sponđerasta

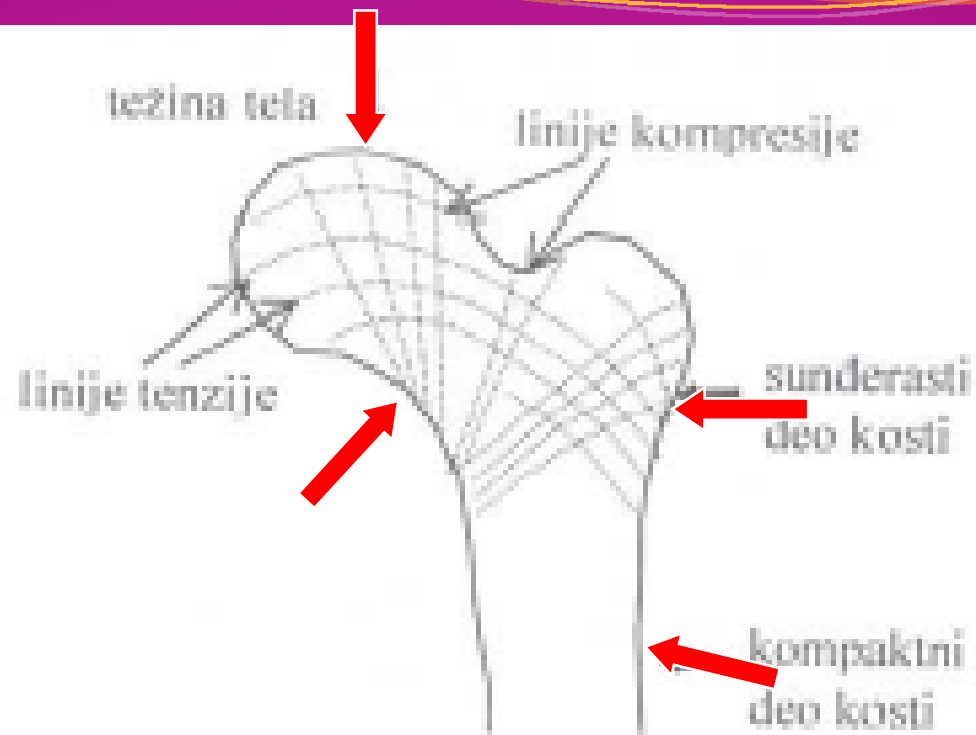


Slika 2.1. Dejstvo sile na različite oblike grede: pravougaona (a), I-profil (b), cilindrična (c).

➤ Sundežasta struktura kosti karakteristična za dijelove koji ulaze u sastav zglobova



➤ snažan otpor i apsorbovanje viška energije - kompenzacija djelovanju sile



Slika 2.3. Trakasta struktura sunderastog dela kosti koji ulazi u sastav zgloba.

# ZGLOBOVI

Podjela zglobova prema pokretljivosti:

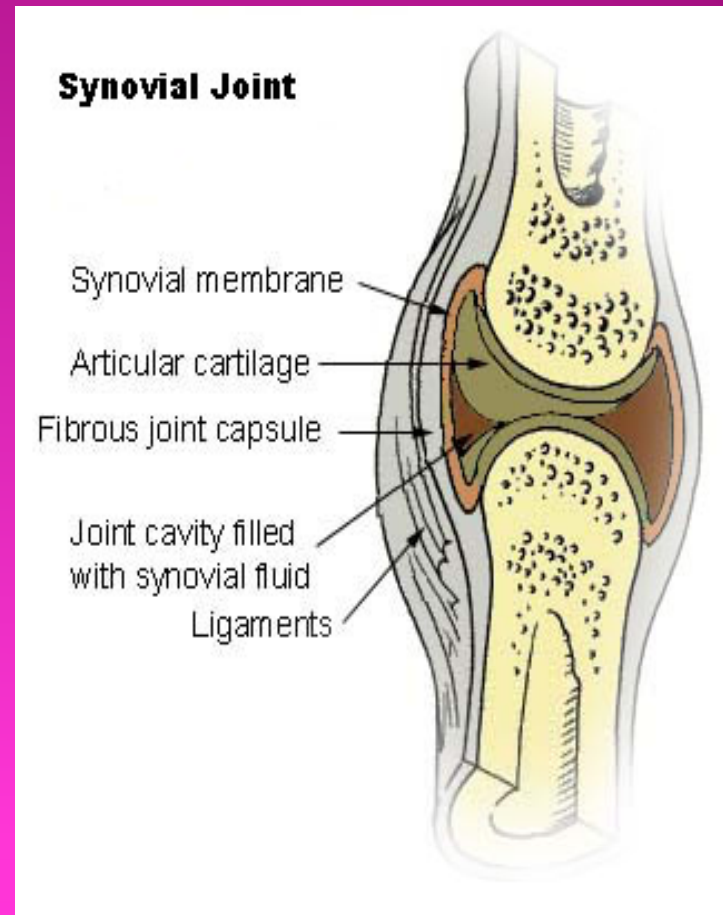
- Pokretni,
- Polupokretni,
- Nepokretni.

## Pokretni zglobovi

❑ U pokretnim zglobovima između okrajaka dvije susjedne kosti nalazi se zglobna šupljina ipunjena viskoznom tekućinom ( sinovijalna tekućina).

❑ Zglob je omotan zglobnom čahurom koja obuhvata okrajke kostiju i dio zglobnih veza ( ligamenti).

❑ Čvrstinu zgloba pored čahure i ligamenata obezbjeđuju i mišići koji ga spolja obuhvaćaju.



$$\mu < 0,01$$



Slika 2.6. Šematski prikaz veštačkog kolena.

## Polupokretni zglobovi

- Kod polupokretnih zglobova kosti su spojene hrskavičavim tkivom.
- Spoj kičmenih pršljnova.

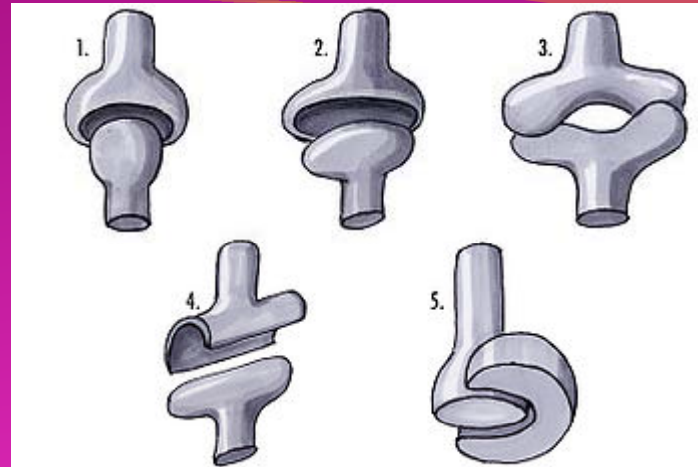
Nepomični zglobovi nisu od velikog značaja za realizaciju lokomotornih funkcija!!

## Vrste zglobova prema obliku zglobnog tijela

Zglobovi se mogu podijeliti i prema obliku zglobnih ploha i pokretu koji su u njima mogući.

- Pokretljivost zavisi o građi kostiju koje čine zglob.
- Kosti u zglobovima mogu rotirati oko osa zgloba.
- Osa zgloba je zamišljen pravac koji prolazi kroz centar zakrivljenosti zglobnog tijela i oko kojega se obavlja kretanje u određenom smjeru.





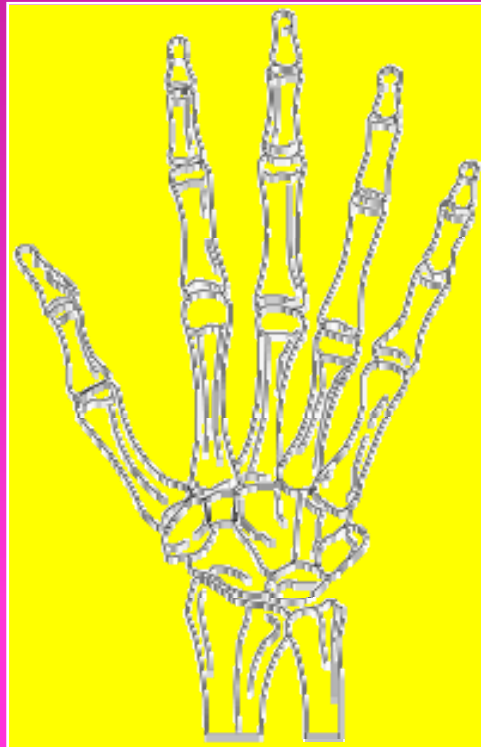
1-Kuglasti zglob; 2-Elipsoidni zglob; 3-Sedlasti zglob; 4-Valjkasti zglob; 5-Obrtni zglob

**Pokretne zglobove dijelimo na tri vrste:**

- Jednoosni (cilindrični)
- Dvoosni (elipsoidni)
- Višeosni (kuglasti)

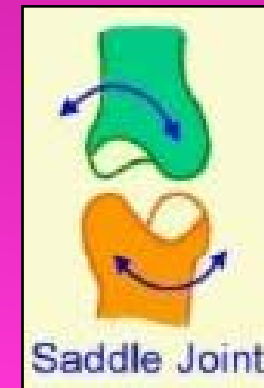
## Jednoosni zglobovi ( uniaksijalni, cilindrični)

- Oblik šarke na vratima
- Primjeri u ljudskom tijelu: zglob koljena, zglobovi prstiju.



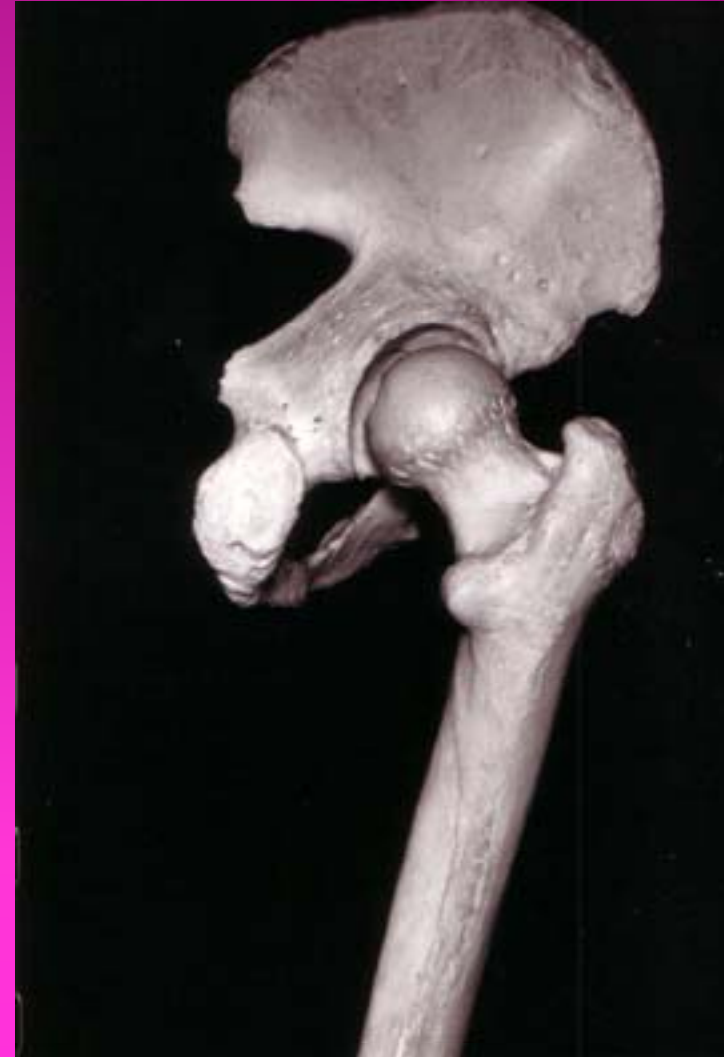
## Dvoosni zglobovi ( biaksijalni)

- ❑ Površine imaju obično oblik elipsoida ili sedla
- ❑ Pokretni u dva smijera u jednom smijeru pokretljivost obično veća.
- ❑ Primjeri: skočni zglob (elipsoidalni), zglob između korijena prsta i korijena šake ( metakarpalna kost i karpus)

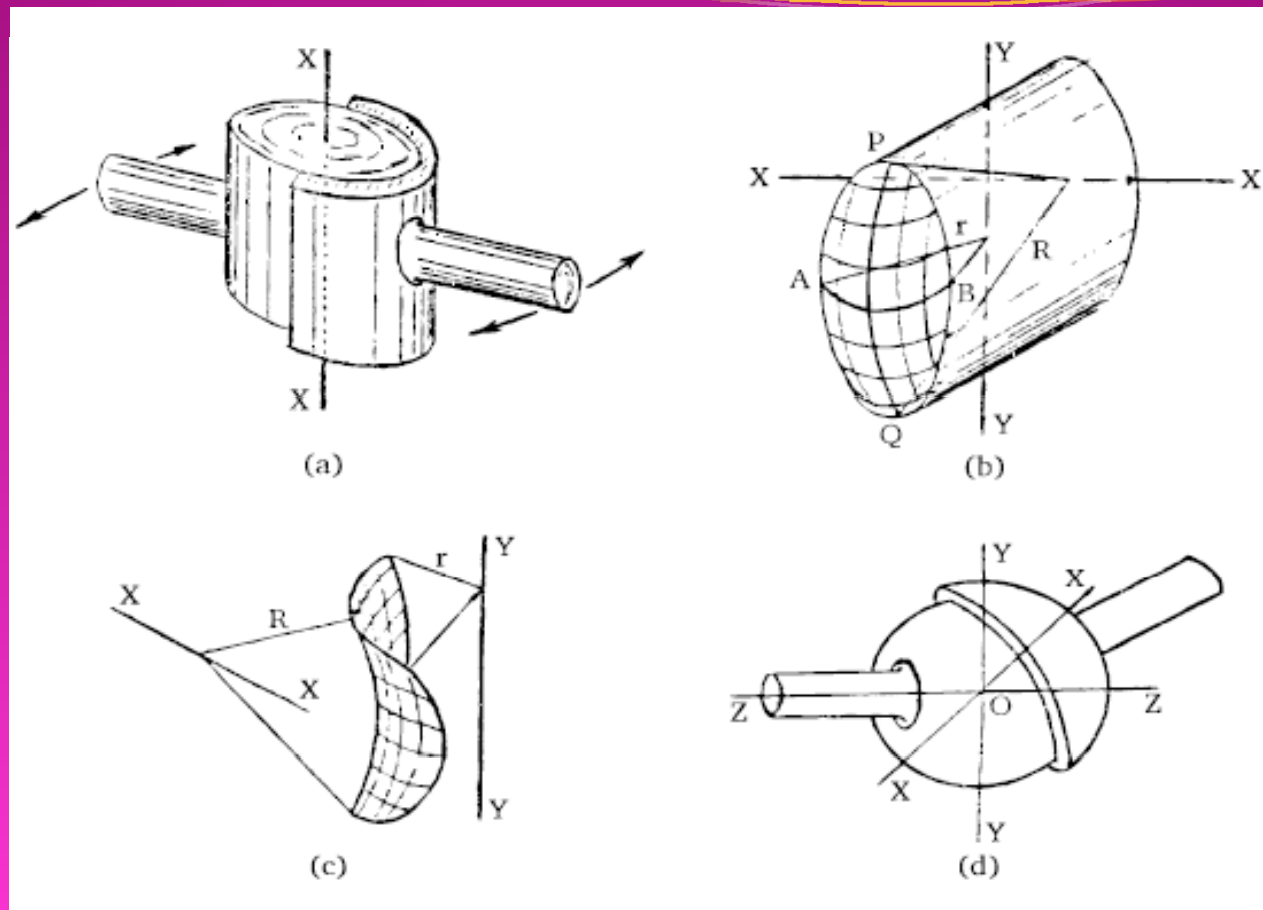


## Višeosni zglobovi (kuglasti)

- ❑ Okrajci imaju kuglast oblik pa je moguća rotacija oko svih osa koje prolaze kroz centar kugle.
- ❑ Pokretljivost veća nego kod dvoosnih zglobova
- ❑ Primjer: Zglob ramena, zglob kuka.
- ❑ Kada se pri kretanju zgloba pređu njegove dozvoljene granice slobode dolazi do iščašenja!



## REZIME



Šematski prikaz tipova pokretnih zglobova, prema karakteru rotacije: (a) **jednoosni cilindrični**; (b) **dvoosni elipsoidni**; (c) **dvoosni sedlasti**; (d) **troosni kuglasti**.

# MIŠIĆI

Mišići se dele na:

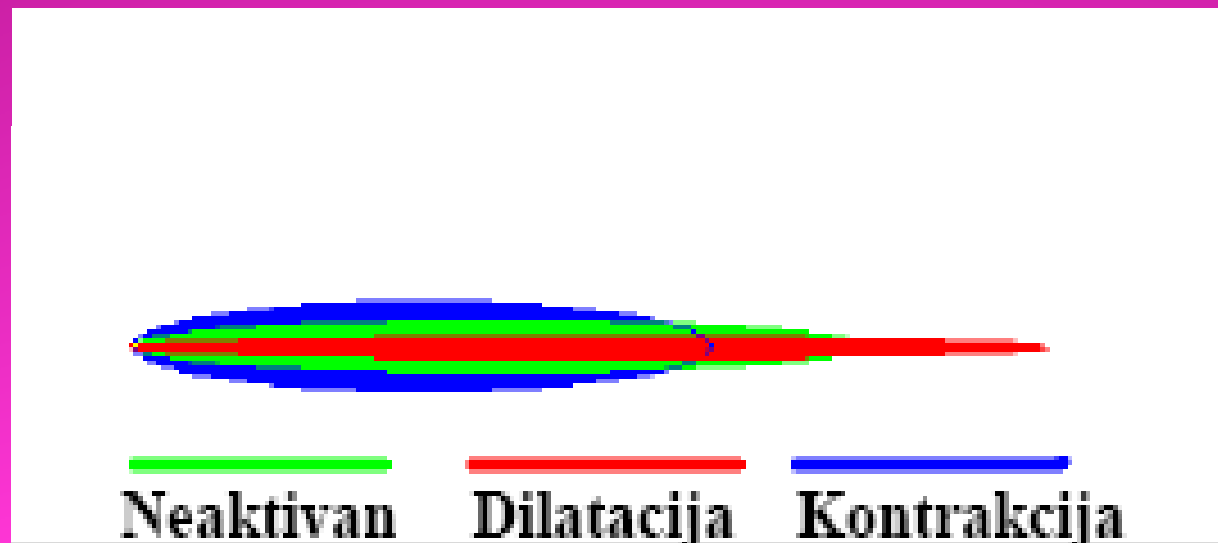
- ❑ *poprečno-prugaste skeletne,*
- ❑ *poprečno-prugaste srčane,*
- ❑ *glatke mišiće unutrašnjih organa.*

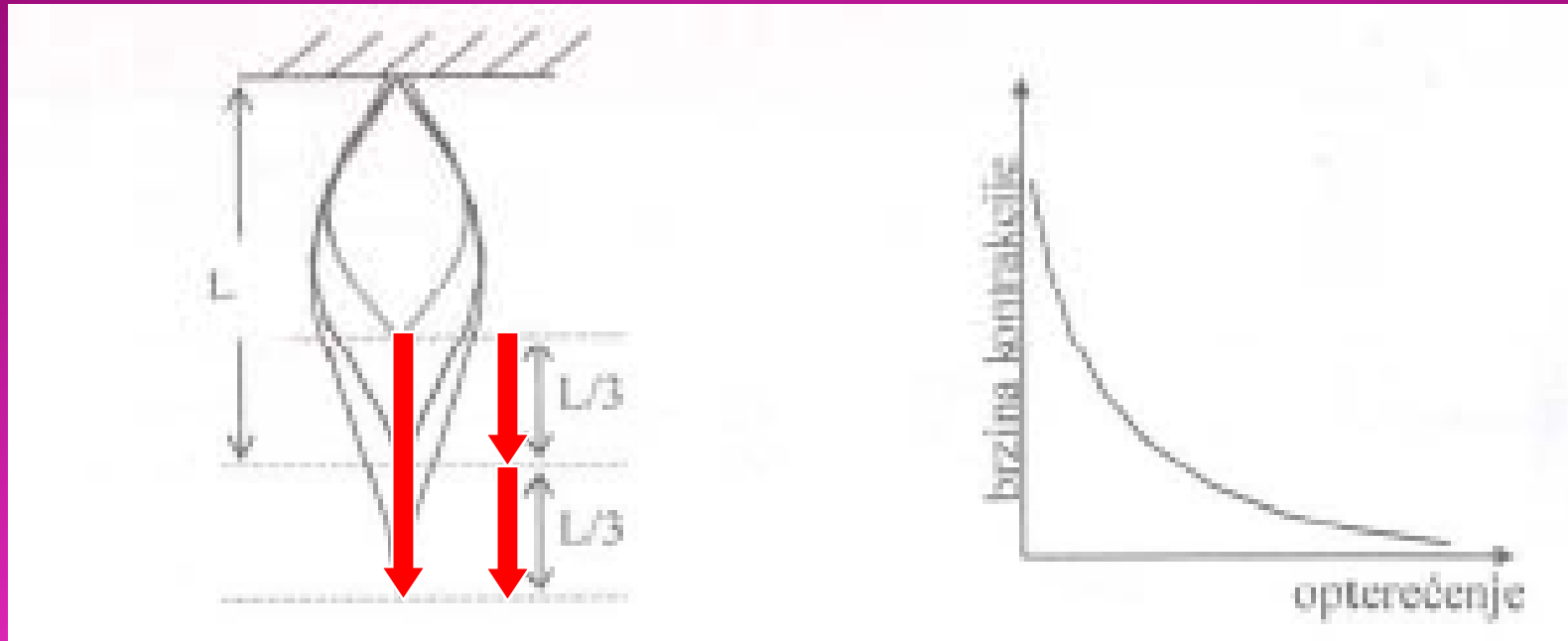
## Građa

- Mišiće se sastoje iz velikog broja na više načina grupisanih mišićnih vlakana.
- Kod vretenastih mišića mišićna vlakna grade snopove koji se na oba kraja sužavaju i prelaze u tetive. Tetive srastaju za kost i tako za nju pripajaju mišić.
- Većina mišića ima jednu tetivu, mada neki imaju i dvije (dvoglavi mišići) ili tri tetive (troglavi mišići).

## Kontrakcija i dilatacija mišića

- Mišić može delovati na kosti *statički ili dinamički*, pri čemu *statičko delovanje* može biti *aktivno* (*suprotstavlja se spoljašnjoj sili aktivnim delovanjem*) ili *pasivno* (maksimalno istegnut, suprotstavlja se spoljašnjoj sili elastičnom silom tkiva).
- Mišići se mogu skratiti ili izdužiti maksimalno 50% u odnosu na neaktivno stanje!





- Dvije vrste kontrakcija mišića:
- izometrička (statička); dužina se ne mijenja; hemijska energija-toplotna energija
- izotonička (dinamična) ; mišić se skraćuje; hemijska energija=  $A+Q$



## INTENZITET DJELOVANJA MIŠIĆA

Za mišiće se definiše i *intenzitet mišićnog delovanja*, kao sila koju ispoljava jedinična površina fiziološkog preseka mišića (za vretenaste mišiće to je poprečni presjek na najširem delu) u maksimalno skupljenom stanju.

$$I = \frac{F}{S}$$

$$\left(\frac{N}{m^2} = Pa\right)$$

Primjer:

Najveći prečnik bicepsa dobro treniranog sportiste je 8 cm. Ako je intenzitet njegovog mišićnog djelovanja  $10^6$  Pa, odredi maksimalnu silu kojom može djelovati biceps ovog sportiste, te masu koju može podići.

$$I = \frac{F}{S}, F = I \cdot S, S = r^2 \cdot \pi = \frac{d^2}{4} \cdot \pi$$

Uvrštavajući zadane vrijednosti dobije se:

$$S = 5.024 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$F = 5.024 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 = 5024 \text{ N.}$$

$$F = m g$$

$$m = F/g$$

$$m = 502.4 \text{ kg}$$

