

Predavanje i prezentaciju pripremio:  
prof. dr Stevo Popović  
stevop@ucg.ac.me  
doc. dr Bojan Mašanović  
bojanma@ucg.ac.me



## **NASTAVNA JEDINICA: Sastav tijela – promjene tokom rasta i sazrijevanja**

**ANTROPOLOGIJA SPORTA  
I TJELESNOG VJEŽBANJA**





## Naziv poglavlja

- Kvantitativna **analiza sastava tijela istražuje se** od druge polovine dvadesetog vijeka
  - **Posebno posljednjih 30-ak godina**





## ➤ Naziv poglavlja

- Ovo područje osobito je **podstaklo istraživanja**:
  - **Izvora**
  - **Uzroka**
  - **razvoja varijabilnosti** sastava tijela
- **Uticalo je na proširenje praktične primjenjivosti saznanja** antropologije u medicini i kineziologiji.



## » Naziv poglavlja

- Zanimanje za analizu tijela razvijalo se **sa većom primjenom naučnih metoda** u
  - medicini i
  - kineziologiji
- Utvrđivanje sastava tijela, **posebno** količine **tjelesne masti**, neizostavno je u istraživanjima:
  - **gojaznosti** i njenog liječenja
  - **nutritivnog statusa**



## ➤ Naziv poglavlja

- Imajući na umu **povezanosti gojaznosti i:**
  - Hipertenzije
  - Dislipoproteinemije
  - poremećenog metabolizma glukoze
  - rizika za razvoj kardiovaskularnih bolesti
  - važnost hiperalimentacije u preživljavanju velikih hirurških zahvata
- **nije potrebno posebno naglašavati primjenjivost analize sastava tijela u medicini**





## ➤ Naziv poglavlja

- Tjelesna **masa** često **nije dobar pokazatelj** gojaznosti
  - Kod osoba **iste tjelesne mase i visine** tijela često nalazimo **razlicit sastav tijela**
    - odnosno **različite udjele**
      - tjelesne masti i
      - **nemasne mase** tijela



## » Naziv poglavlja

- Primjer - osoba "prekomjerne tjelesne mase" u odnosu na svoju visinu ne mora nužno biti gojazna osoba
  - (imati prekomjernu količinu tjelesne masti)
- "višak" tjelesne mase je možda rezultat veće razvijenosti
  - skeletne muskulature i
  - skeleta





# Naziv poglavlja

ANTROPOLOGIJA





# Naziv poglavlja

ANTROPOLOGIJA





## ➤ Naziv poglavlja

- **Vitke osobe**, mogu imati "normalnu" tjelesnu masu uz **prekomjernu količinu tjelesne masti**





## Naziv poglavlja

- najčešće se za procjenu gojaznosti koristi:
  - indeks tjelesne mase
    - kao mjeru procjene gojaznosti i njenih stupnjeva prihvatila ga je Svjetska zdravstvena organizacija
    - i neke institucije - The Royal College of Physicians





## Naziv poglavlja

- Još se koriste
  - indeks za procjenu vrste gojaznosti - razlika obima trbuha (cm) i obima kukova (cm);
  - obim trbuha (cm)
  - neke mjere debljine kožnih nabora (najčešće na nadlaktici)





## ➤ Naziv poglavlja

- Medutim, **procjenat tjelesne masti glavni je parametar u dijagnostici gojaznosti**





## Naziv poglavlja

- **Gojaznost** se može definisati:
  - **prekomjerno nakupljanje masti u odnosu na ukupnu tjelesnu masu**



## ➤ Naziv poglavlja

- Tradicionalne metoda određivanja sastava tijela zasnivaju se na dvokomponentnom modelu, prema kojem se **ukupna tijelesna** masa sastoji **od dva dijela:**
  - masne
  - nemasne mase
- **Tjelesna masa = nemasna masa + masna masa**





## Naziv poglavlja

- **Nemasnu** masu tijela čine:
  - Mišići
  - Skelet
  - unutarnji organi
  
- **Masnu** masu tijela čine:
  - "bitna,,
  - "nebitna" mast



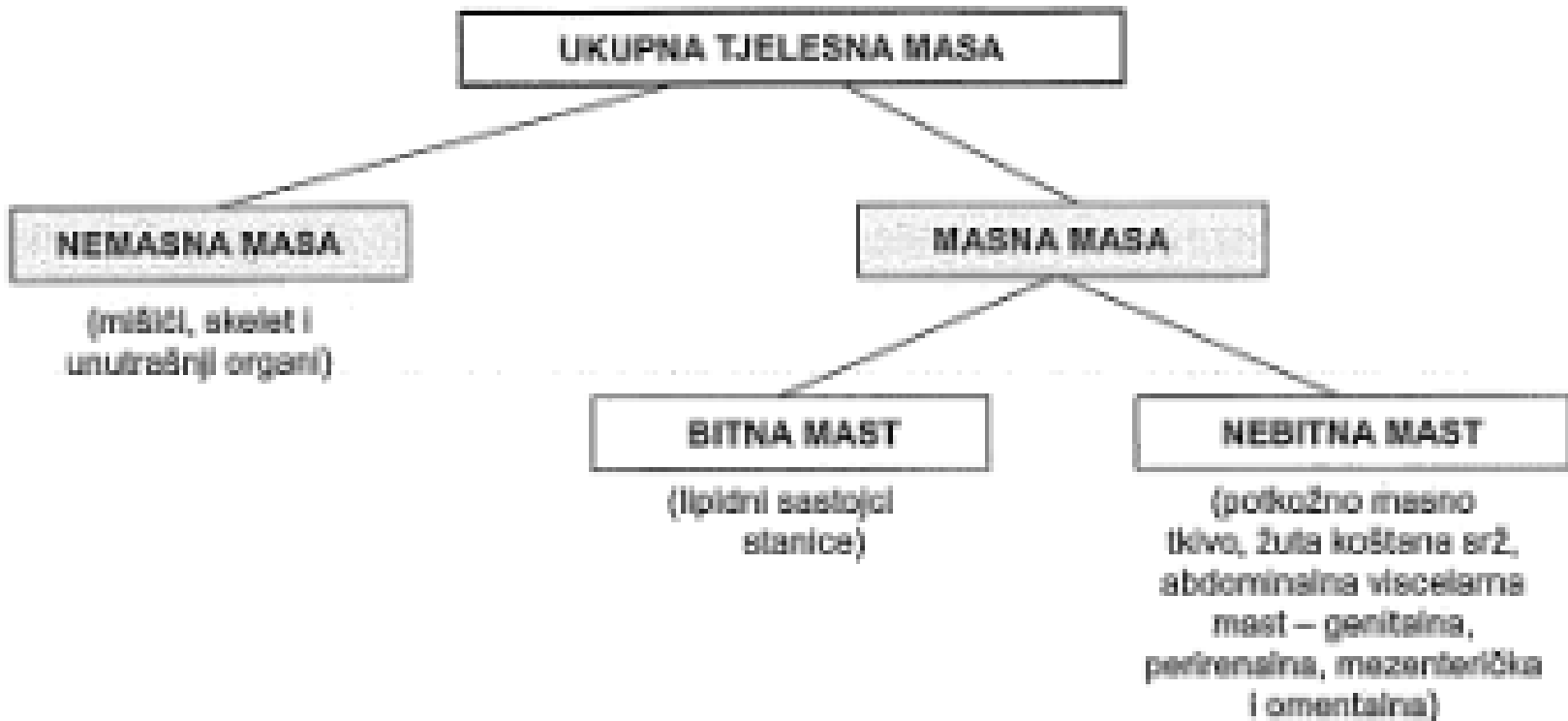


## ➤ Naziv poglavlja

- "Bitna" mast čini 2 do 5% nemasne mase tijela u obliku **lipidnih sastojaka ćelija**
- "Nebitnu" ili rezervnu mast čini:
  - **potkožno masno tkivo**
  - **žuta koštana srž**
  - abdominalna **visceralna mast** (genitalna, perirenalna, mezentericka i omentalna komponenta)



# Naziv poglavlja



Slika 59. Dvokomponentni model sastava tijela





## ➤ Naziv poglavlja

- Izražen je polni dimorfizam - znatno veći procjenat masti u ukupnom sastavu tijela žena





## ➤ Naziv poglavlja

- **Odnos** masnog i nemasnog dijela tijela **mijenja se tokom zivota**
- **moguće ga je modifikovati** spoljašnjim uticajima:
  - Ishrana
  - sportska aktivnost





## Promjene u sastavu tijela tokom rasta i sazrijevanja

- **Sastav tijela se mijenja tokom rasta i sazrijevanja:**
  - **Procjenat vode u ukupnoj masi tijela se smanjuje**
  - **Procjenat bjelancevina, minerala i masti povećava**





- Tokom rasta i sazrijevanja za **nemasnu masu**:
  - **relativni doprinos bjelančevina i minerala se povećava**
  - **relativni doprinos vode smanjuje**





# Naziv poglavlja

Add your company slogan

- jednu četrtninu mase kosti čini tečnost.



## Naziv poglavlja

- **Dvije trećine** kosti, nakon što se ukloni iz tijela i osuši, čine **neorganski kristali** (kalcijuma i fosfora)
- **Jedna trećina organski sastav**
  - vlakna organskog kolagena su većinski dio organskog sastava
  - Koštane ćelije





# Naziv poglavlja

- 2/3 – neorganski sastav
  - Soli kalcijuma
  - Fosfora
- 1/3 – organski sastav
  - Vlakna kolagena
  - Koštane ćelije



# Naziv poglavlja

	Novorođenče	Mlada odrasla osoba
Masa tijela (kg)	3,5	65,3
Gustoca tijela (g/cm <sup>3</sup> )	1,024	1,064
Komponente sastava tijela u % tjelesne mase:		
voda	75,1	62,4
bjelancevine	11,4	16,4
mast	11,0	15,3
minerali	2,5	5,9
nemasna masa	89,0	84,7
Komponente u % nemasne mase:		
voda	84,4	73,8
bjelancevine	12,8	19,4
minerali	2,8	6,8





## ➤ Naziv poglavlja

- Polne **razlike u sastavu zanemarljive** su do **treće godine života**
- **Potom kod dječaka nemasna masa tijela sadrži:**
  - manji procjenat vode
  - veći procjenat bjelančevina





## Naziv poglavlja

- Nemasna masa dječaka **sadrži:**
  - **i više kalijuma**
  - **i ima veću gustocu** nego masa kod djevojčica
- **To je odraz polne različitosti u mišićnoj i koštanoj masi**





## » Naziv poglavlja

- Ukupna **kolicina tjelesne vode prati krivulju rasta**:
  - s relativno **brzim rastom** tokom prvih godina
  - **usporenijim povećanjima do puberteta**
  - **naglo povećanje u pubertetu**
- Polne razlike minimalne su tokom djetinjstva
  - sa **tek nešto većom količinom** ukupne tjelesne vode kod dječaka





## ➤ Naziv poglavlja

- **Kod djevojaka ukupna tjelesna voda dostiže plato u 15. godini zivota**
- **Ubrzanjem rasta dječaci znatno premašuju djevojke u ukupnoj količini tjelesne vode,**
  - koja se **povećava sve do prvih godina treće decenije**





## Naziv poglavlja

- **Gustoća tijela smanjuje se:**
  - od 8. do 10. godine kod dječaka
  - do 11. godine kod djevojčica
- Potom se **postupno povećava:**
  - Djevojčice plato dostižu sa 14. godina
  - Kod dječaka se linearno povećava do 17.





## ➤ Naziv poglavlja

- **Gustoća** tijela malo se **smanjuje** u kasnom adolescentnom periodu
- Tokom razvoja **veće** vrijednosti u **gustoći** tijela kod muškaraca







## Naziv poglavlja

- **Nemasna masa** tokom rasta **prati krivulju rasta:**
  - Djevojke dostižu plato sa 15. - 16. godinom
  - Kod dječaka se povećava do 20. godine
- **Polne razlike** **uočavaju se tokom sazrijevanja:**
  - **veća količina** nemasne mase **kod mladića**
  - U istome periodu nemasna masa **žena** iznosi oko **70%** **nemasne mase kod muškaraca**





## Naziv poglavlja

- Razlika je **rezultat polnih razlika** u:
  - veličini i **masi skeleta**
  - **i prirastima mišićne mase** tokom sazrijevanja



## » Naziv poglavlja

- Ukupna količina tjelesne masti povećava se tokom prvih godina života
  - sljedećih nekoliko godina promjene su minimalne
- Zatim se povećava značajnije kod djevojaka tokom adolescencije
- Dječaci dostižu plato u vrijeme puberteta



## ➤ Naziv poglavlja

- **Procenat tjelesne masti naglo se povećava tokom prvih godina zivota**
  - **Zatim se tokom djetinjstva postupno smanjuje**
- **Polne razlike u rano se uočavaju**
  - **Djevojke imaju veći procenat masti, a on se povećava tokom adolescentnog perioda**
  - **Kod dječaka se povećava do 12. godine, a onda se (za razliku od ukupne količine masti) smanjuje sve do 17. godine kada se ponovno povećava**



## ➤ Naziv poglavlja

- Rezultati **analize sastava tijela djevojčica** od 8. do 18. godine života (longitudinalne studije Medveda i suradnika), pokazali su da je kod djevojčica **značajno smanjenje procenta masti između 12. i 13. godine**
- To je **moгуće pripisati mobilizaciji energetske zaliha** neophodnih za pokrivanje energetske potrebe u pubertetskom rastu



## Naziv poglavlja

- Vrijednosti tjelesne masti za uzrast od 6. do 22. godine života

UZRAST	MUŠKI POL	ŽENSKI POL
6 - 8	13 - 15%	16 - 18%
14 - 16	10 - 12%	21 - 23%
18 - 22	15 - 18%	22 - 26%





## Naziv poglavlja

- Tokom **adolescentnog perioda**,
  - **djevojke dvostruko premašuju mladice u prirastima masne mase**
  - **Mladici dvostruko premašuju djevojke u prirastima nemasne mase tijela**





- Procenat **vode** u mišiću:
  - **Novorođenče** 75%
  - **mlada odrasla osoba** 65%
- Težina **mišićne mase**:
  - **Novorođenče** oko 23 % ukupne telesne mase.
  - oko **osme godine** procenat se povećava na oko 27 %
  - na **kraju puberteta** oko 32%
  - kod **zrelog** muškarca preko 40%
  - Prema novijim radovima do 45%
  - kod **sportista** ovaj procenat prelazi 50%







## ➤ Naziv poglavlja

- U odnosu na **telesnu masu** koja se u toku celog života **uveća za 21 put**
- **masa mišićnog tkiva** uveća se **37 puta**





- **indirektne** metode određivanja kompozicije:
  - debljine **kožnih nabora** i ostalih parametara
  - **radiografske** metode
    - CT-Kompjuterska tomografija
    - MRI-Magnetna rezonanca
    - DXA-Apsorbciometrija dvostrukih X zraka
  - telesna **denzitometrija**
  - **merenje ukupne telesne vode** pomoću tritium i deuterium dilucione metode,
  - **određivanje ukupnog i promenljivog kalijuma** primenom radioizotopske metode.





## Naziv poglavlja

- **Direktne metode:**
  - **TOBEC** (total body electrical conductivity).
  - **BIA** (bioelectrical impedance)



## Naziv poglavlja

Jan Matigka 1921.

- Metoda po Mateigki





- **Apsolutna masa koštanog tkiva**
- na osnovu sljedećih formula:
- **$O = o^2 \times TV \times k1$** 
  - O – masa skeleta, u gramima,
  - o – srednja vrijednost merenih koštanih dijametara;
- **$o = (DiLa + DiRu + DiKo + DiSt)/4$** 
  - DiLa – dijametar lakta, DiRu – dijametar ručnog zgloba, DiKo – dijametar kolena, DiSt – dijametar skočnog zgloba,
- **TV – telesna visina (cm),**
- **k1 – konstanta**
- izražena vrednošću **1,2.**





- **Apsolutna masa masnog tkiva**
- na osnovu sljedećih formula:
- **$D = d \times TP \times k^2$ ,**
  - D – masa masnog i potkožnog tkiva, u gr,
  - d – srednja vrednost merenih kožnih nabora
- **$d = (DKNNI + DKNPI + DKNNk + DKNPk + DKNGr + DKNTTr) / 6 \times 0,5$** 
  - DKNNI – debljina kožnog nabora nadlakta, DKNPI – debljina kožnog nabora podlata, DKNNk – debljina kožnog nabora natkolenice, DKNPk – debljina kožnog nabora potkolenice, DKNGr – debljina kožnog nabora grudi, DKNTTr – debljina kožnog nabora trbuha,





- TP – tjelesna površina, u cm<sup>2</sup>
- **$TP = 167,2 \times \sqrt{(TM \times TV / 1000)}$**
- **k2 – konstanta**
- izražena vrednošću **1,3**.





- **Apsolutna masa mišićnog tkiva**
- na osnovu sledećih formula:
- **$M = r^2 \times TV \times k^3$** 
  - M – masa mišićnog tkiva, u gr, r – srednja vrednost poluprečnika izračunata iz obima ekstremiteta umanjena za polovinu srednje vrednosti kožnih nabora ekstremiteta
- **$r = (Onl + OPI + Onk + OPk)/25,12 - (DKNNI + DKNPI + DKNNk + DKNPk)/8$** 
  - ONI – obim nadlakta, OPI – obim podlakta, ONk – obim natkolenice, OPk – obim potkolenice, DKNNI – debljina kožnog nabora nadlakta, DKNPI – debljina kožnog nabora podlakta, DKNNk – debljina kožnog nabora natkolenice, DKNPk – debljina kožnog nabora potkolenice,







- **TV – telesna visina,**
- **k3 – konstanta**
- izražena vrednošću **6,5.**





- **Relativne mase** koštanog, masnog i mišićnog tkiva (MKT u %, MMT u %, MMiT u %)
- **preko proporcija**, u odnosu na telesnu masu kod svakog ispitanika posebno.





Table 13.2B Body fat percentage for the athletic population

Sport	Male	Female	Sport	Male	Female
Baseball	12-15%	12-18%	Rowing	6-14%	12-18%
Basketball	6-12%	20-27%	Shot Putters	16-20%	20-28%
Body building	5-8%	10-15%	Skiing (X country)	7-12%	16-22%
Cycling	5-15%	15-20%	Sprinters	8-10%	12-20%
Football (Backs)	9-12%	No data	Soccer	10-18%	13-18%
Football (Linemen)	15-19%	No data	Swimming	9-12%	14-24%
Gymnastics	5-12%	10-16%	Tennis	12-16%	16-24%
High/long Jumpers	7-12%	10-18%	Triathlon	5-12%	10-15%
Ice/field Hockey	8-15%	12-18%	Volleyball	11-14%	16-25%
Marathon running	5-11%	10-15%	Weightlifters	9-16%	No data
Racquetball	8-13%	15-22%	Wrestlers	5-16%	No data



## ➤ Naziv poglavlja

- **Fizički rast** - kvantitativno povećanje veličine ili magnitude.
- period rasta
  - počinje začećem i
  - završava se pred kraj adolescencije (navršenih 20 godina)





# Naziv poglavlja

Add your company slogan

- **rast** - **razvoj** : **veličina** - **funkcija**



## Naziv poglavlja

- **Sazrijevanje** - napredovanje ka fizičkoj zrelosti, stanje optimalne funkcionalne integracije sistema u organizmu i sposobnost za reprodukciju.



## Naziv poglavlja

- **Starenje** - promene koje dovode do gubitka adaptabilnosti ili funkcionisanja i na kraju umiranja



## Definicije

- **Auksologija** – nauka o **rastu i razvoju**
- **Gerontologija** - nauka o **starenju**.





## Naziv poglavlja

- **1/4 životnog ciklusa otpada na fazu rasta.**
  - **Period djeteta** - period **rasta**
  - **Pubertet** je odloženi **period ubrzanog rasta** koji **vodi do polnog i fizičkog sazrijevanja.**

Neki tvrde:

- **starenje** počinje **čim bilo koji parametar dostigne svoj vrhunac.**



## » Embrionalni razvoj

- **Razvoj** ljudskog bića **započinje** **kada žensku polnu ćeliju** (ovum) **oplodi muška** polna ćelija (sperma-tozoid),
- čime se **formira zigot**, odnosno jedna oplodena ćelija.





# Naziv poglavlja

Add your company slogan

- **Rast tkiva** može da se odvija:
  - **povećava broj ćelija - hiperplazija**
  - **povećanje veličine svake ćelije - hipertrofija.**



## Naziv poglavlja

- **Kosti odraslog čoveka različitih su veličina i oblika.**
  - osnovni oblik je genetski determinisan,
    - **na konačan oblik utiče okruženje**
- **Uticaj sredine obuhvata mehaničke faktore,**
  - **mišićne sile koje deluju na kosti u razvoju,**
  - **metaboličke - snabdijevanje hranljivim materijama.**



## Naziv poglavlja

- duge kosti - razvijaju se u procesu **endohondralne osifikacije**,
  - **prije formiranja kosti** formira se hrskavičavi model kosti.
  - Hrskavicu **na kraju procesa** zamenjuje kost.



## Naziv poglavlja

- **Hrskavičavi model raste prije nego što ga kost zameni** u potpunosti.
- raste putem **dva procesa**:
  - povećavanjem **broja ćelija** hrskavice,
  - **povećavanjem veličine** svake od ćelija.
- **želatinasta matrica koja okružuje hrskavicu kalcifikuje.**



## Naziv poglavlja

- Okoštavanje **nije poslednji** stadijum,
- specijalizovane ćelije koje razgrađuju kost (**osteoklasti**), **uklanjaju neke od koštanih ćelija iz unutrašnjosti** kosti.
- Osteoklasti **sarađuju sa osteoblastima tokom preoblikovanja**
  - **izazivaju** da se koštani korteks udaljava od centralne ose tijela



## Naziv poglavlja

- **primarni centari okoštavanja** (u tijelu) formiraju se **prije rođenja**,
- dok se **sekundarni centri okoštavanja** (u okrajcima) formiraju **nakon rođenja**.







## Promjene povezane sa starenjem

- **Mezoderm**, koji se formira krajem **treće nedelje razvoja fetusa**, kasnije **formira mišiće** i vezivna tkiva organizma
- **broj mišićnih vlakana genetski predodređen**,
  - krupniji ljudi često imaju više mišićnih vlakana od osoba nižeg rasta i sitnije konstitucije.
- Kako **mišići rastu u dužinu**, **povećava se broj sarkomera**.



## Naziv poglavlja

- **stimulus za rast mišića** upravo je **rast kosti**
  - rastežu krajevi pripojenih mišića.
- **Rast mišića usled razvoja** organizma odvija se:
  - i u **dužinu**
  - i u pogledu **površine poprečnog presjeka**
- a na te faktore se takođe **može uticati fizičkom aktivnošću.**



## Naziv poglavlja

- **Snaga** (jačina), - sposobnost da se proizvodi sila **naspram spoljašnjeg otpora**,
- povezana je sa površinom poprečnog presjeka mišića.



**Hvala na pažnji!**

