

Ово дело је заштићено лиценцом Креативне заједнице Ауторство – некомерцијално – без прерада¹.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



¹ Опис лиценци Креативне заједнице доступан је на адреси creativecommons.org.rs/?page_id=74.



Univerzitet u Novom Sadu,
Prirodno-matematički fakultet,
Departman za biologiju i ekologiju



Humana biologija

Tatjana Pavlica, Rada Rakić

1-1

NOVI SAD, 2019

"Сва права задржава издавач. Забрањена је свака употреба или трансформација електронског документа осим оних који су експлицитно дозвољени Creative Commons лиценцом која је наведена на почетку публикације."

"Sva prava zadržava izdavač. Zabranjena je svaka upotreba ili transformacija elektronskog dokumenta osim onih koji su eksplicitno dozvoljeni Creative Commons licencom koja je navedena na početku publikacije."

SADRŽAJ

PREDGOVOR	1-7
1. PREDMET PROUČAVANJA HUMANE BIOLOGIJE	1-1
1.1. Ranija istraživanja u humanoj biologiji	1-1
1.2. Savremena istraživanja u humanoj biologiji	1-2
1.2.1. DNK analiza i molekularna genetika	1-2
1.2.2. Reprodukcijska i rast i razvoj dece	1-3
1.2.3. Biomedicinska istraživanja	1-4
1.2.4. Istraživanja humanih populacija u južnoslovenskim zemljama	1-4
1.2.5. Značaj istraživanja humane biologije	1-5
1.3. Mesto čoveka u prirodi	1-5
1.4. Karakteristike primata	1-8
1.4.1. Posebne karakteristike koje odvajaju primata od drugih sisara:	1-9
1.4.2. Posebne karakteristike ljudi	1-9
1.4.3. Veze (odnosi) između primata	1-10
1.5. Pol i polni dimorfizam	1-12
1.6. Reverzija pola	1-13
1.6.1. 46,XX muškarci	1-13
1.6.2. 45,XO muškarci	1-14
1.6.3. 46,XY žene	1-14
1.6.4. Pravi hermafroditizam	1-14
1.6.5. Pseudohermafroditizam	1-14
1.6.6. Polni dimorfizam	1-15
1.7. Discipline humane biologije i povezanost sa drugim naukama	1-17
1.7.1. Odnos antropologije prema drugim naukama	1-18
1.8. Metode ispitivanja u humanoj biologiji	1-19
1.8.1. Antropometrija	1-19
1.8.2. Antroposkopija	1-27
1.8.3. Tipologija	1-28
1.8.4. Biometrija	1-28
1.8.5. Dermatoglifika	1-29
1.8.6. Citogenetske metode	1-29
1.8.7. Fiziološke metode	1-29
1.8.8. Analiza telesne kompozicije i merenje potrošnje energije (kalorimetrija)	1-30
1.9. Klasične metode u humanoj genetici	1-30
1.9.1. Genealoška metoda – rodoslovna stabla	1-30
1.9.2. Blizanci	1-41

2. SASTAV ČOVEČJEG TELA – TELESNA KOMPOZICIJA	2-47
2.1. Nivoi telesne kompozicije	2-49
2.1.1. Metode određivanja telesne kompozicije	2-50
3. KOMPONENTE TELESNE KOMPOZICIJE	3-53
3.1. Koštana komponenta	3-53
3.1.1. Kostí skeleta	3-55
3.1.2. Kostí kičmenog stuba	3-56
3.1.3. Grudni koš -thorax	3-57
3.1.4. Kostur gornjeg uda	3-58
3.1.5. Kostí ramenog pojasa	3-58
3.1.6. Kostí nadlaktice	3-58
3.1.7. Kostí podlaktice	3-59
3.1.8. Kostí šake	3-59
3.1.9. Kostí donjeg uda	3-60
3.1.10. Kostí karličnog pojasa	3-60
3.1.11. Kostí natkolenice	3-60
3.1.12. Kostí potkolenice	3-61
3.1.13. Kostí stopala	3-62
3.1.14. Kostí glave	3-62
3.2. Polni dimorfizam skeleta	3-64
3.3. Zglobovi	3-66
3.3.1. Nepokretni zglob	3-67
3.3.2. Sinovijalni pokretni zglob	3-67
3.4. Mišićna komponenta	3-68
3.5. Masna komponenta	3-69
4. KARAKTERISTIKE ČOVEKA	4-71
4.1. Kvantitativne osobine	4-71
4.1.1. Zašto se proučavaju kvantitativne osobine	4-72
4.1.2. Dinamika totalnih razmera tela	4-73
4.1.3. Visina tela	4-74
4.1.4. Masa tela	4-78
4.1.5. Obimske karakteristike	4-84
4.1.6. Transverzalne dimenzije	4-86
4.1.7. Dimenzije glave i lica	4-86
4.1.8. Kožni nabori	4-91
4.2. Pigmentacija	4-91
4.2.1. Boja kože	4-92
4.2.2. Boja kose	4-96
4.2.3. Oblik kose	4-97

4.2.4. Boja očiju	4-98
4.3. Dermatoglifi	4-98
4.3.1. Nasleđivanje dermatoglifa	4-100
4.3.2. Osnovni oblici dermatoglifa	4-100
4.3.3. Kongenitalne malformacije dermatoglifa	4-101
4.3.4. Dermatoglifska analiza	4-102
4.3.5. Kvantitativna svojstva dermatoglifa	4-102
4.3.6. Kvalitativna svojstva dermatoglifa	4-103
4.3.7. Upotreba dermatoglifa	4-104
4.4. Mentalne karakteristike	4-107
4.5. Kvalitativne osobine	4-108
4.5.1. Primeri nekih kvalitativnih karakteristika čoveka	4-109
4.5.2. Primeri nekih fizioloških karakteristika čoveka	4-114
4.5.3. Genetski markeri humanih varijacija	4-116
5. ONTOGENETSKI RAZVOJ ČOVEKA	5-122
5.1. Prenatalni razvoj	5-122
5.1.1. Gametogeneza	5-122
5.1.2. Muški reproduktivni sistem	5-123
5.1.3. Ženski reproduktivni sistem	5-126
5.1.4. Fertilitet	5-130
5.1.5. Razviće	5-132
5.1.6. Ekstraembrionalne membrane	5-134
5.1.7. Fetalna cirkulacija	5-134
5.1.8. Prenatalna dijagnoza	5-135
5.1.9. Prenatalna periodizacija	5-136
5.1.10. Embrionalno razviće	5-136
5.1.11. Fetalno razviće	5-137
5.1.12. Razvoj muških i ženskih polnih organa	5-138
5.1.13. Porodaj	5-139
5.2. Postnatalni razvoj	5-139
5.2.1. Činioci koji utiču na rast i razvoj	5-140
5.2.2. Periodi postnatalnog razvoja	5-143
5.2.3. Fizički razvoj	5-148
5.2.4. Polni razvoj	5-149
5.2.5. Biološka zrelost	5-149
5.2.6. Sekularni trend rasta i razvoja	5-151
6. PROPORCIJE I KONSTITUCIJA	6-153
6.1. Proporcije tela	6-153
6.1.1. Razlike u proporcijama između čoveka i primata	6-154
6.1.2. Uzrasne razlike	6-155
6.1.3. Polne razlike u proporcijama	6-157

6.1.4. Proporcije tela u nekim klimatskim oblastima	6-158
6.2. Konstitucija	6-160
6.2.1. Činioci koji utiču na uobličavanje konstitucije	6-160
6.2.2. Klasifikacija somatotipova	6-162
6.2.3. Varijabilnost humanog somatotipa	6-166
7. PLANIRANJE ISTRAŽIVANJA U HUMANOJ BIOLOGIJI	7-168
7.1. Vrste istraživanja	7-168
7.2. Tipovi istraživanja	7-169
7.3. Etika u humanoj biologiji	7-171
7.4. Osnovni statistički pojmovi koji se koriste u humano -biološkim istraživanjima	7-172
7.5. Tok planiranja istraživačke studije	7-174
7.5.1. Uređivanje podataka	7-176
7.5.2. Interpretacija rezultata	7-177
8. LITERATURA	8-179
9. PREGLED ILUSTRACIJA	9-1

PREDGOVOR

Humana biologija je grana biologije koja proučava poreklo i evoluciju čoveka, rast i razviće ljudskih populacija i obuhvata sve aspekte ljudskog organizma uključujući genetiku, evoluciju, ekologiju, anatomiju, fiziologiju, epidemiologiju, antropologiju i ishranu. U svetu danas postoji veliki broj izuzetno kvalitetnih knjiga i udžbenika koji se detaljno bave različitim aspektima biologije čoveka. Pisani su uglavnom na engleskom jeziku, a po svom obimu i sadržaju prevazilaze plan i program predmeta osnovnih akademskih studija. S toga smo se usudile da nakon višegodišnjeg teorijskog i praktičnog rada u ovoj oblasti, korišćenjem najnovije literature, pripremimo udžbenik koji će studentima olakšati i pojednostaviti pripremu gradiva iz ovako široke interdisciplinarnе naučne oblasti. Trudile smo se da napravimo dobru selekciju i nađemo “pravu meru” koja će omogućiti sticanje osnovnih znanja o biofizičkim karakteristikama čoveka.

Udžbenik Humana Biologija je namenjen studentima osnovnih akademskih studija biologije i integrisanih akademskih studija Master profesor biologije na Departmanu za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu, pa je odlukom Nastavno-naučnog veća odobren kao udžbenik za predmet Humana biologija. Cilj predmeta je da studenti steknu osnovna znanja o ljudskim osobinama i njihovom ispoljavanju kod pojedinaca i populacija, metodici ispitivanja ljudskog organizma i varijabilnosti savremenih ljudi. Prilikom pripreme rukopisa za udžbenik trudile smo se da on odgovara cilju i sadržaju predmeta koji se odnose na sticanje osnovnih znanja o biofizičkim karakteristikama čoveka, njihovoj varijabilnosti i metodama njihovog izučavanja.

Nadamo se da će knjiga biti zanimljiva studentima i da će pomoći da bolje usvoje gradivo iz Humane biologije. Ako neko od studenata nakon čitanja ove knjige dobije želju da vrši biofizička istraživanja savremenih populacija i ako u nekoj ne tako dalekoj budućnosti napiše još bolji udžbenik, možda smo zadatak uradile korektno.

Za realizaciju ovog udžbenika zaslužno je nekoliko ljudi koji su svojim nesebičnim zalaganjem, doprineli u njegovom kvalitetu.

Veliku zahvalnost dugujemo dipl. ing. arh. Mihailu Bogdanoviću koji je tokom čitave izrade rukopisa učestvovao u njegovom stvaranju i pomogao u obradi teksta i izradi slika i fotografija. Zahvalne smo takođe Danijeli Vojkić koja nam je pozajmila najranije slike Pere i Rastka i takođe sama učestvovala u obradi nekih fotografija.

Posebnu zahvalnost dugujemo dr Jeleni Bjelanović i dr Biljani Srđić-Galić vanrednim profesorkama na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu na pažljivom čitanju i korigovanju teksta, korisnim savetima i sugestijama koje su značajno poboljšale prvobitni izgled rukopisa i doprinele njegovom kvalitetu.

Na kraju moramo istaći da ovaj udžbenik ne bi bio napisan da nije bilo naših profesora Živojina Gavrilovića, Nade Stajić i Verice Božić-Krstić koji su svojim teorijskim znanjem i naučnim istraživanjima najviše doprineli razvoju humane biologije na Univerzitetu u Novom Sadu i utrli put razvoju ove oblasti na prostorima Vojvodine i Srbije.

U Novom Sadu, oktobra 2019. god.

Tatjana Pavlica i Rada Rakić

1. PREDMET PROUČAVANJA HUMANE BIOLOGIJE

Humana biologija je naučna oblast koja proučava čoveka, njegovo poreklo i evoluciju, rast, razviće ljudskih populacija, geografsku rasprostranjenost i njihovu strukturu u prostoru i vremenu. Obuhvata sve aspekte ljudskog organizma uključujući genetiku, ekologiju, anatomiju i fiziologiju, antropologiju i ishranu. Humana biologija pokušava da objasni prirodu i razvoj komunikacije između ljudi. Takođe, proučava biološke i socijalne faktore koji utiču na rast i razvoj jedinke, njenu morfologiju, fiziologiju, ponašanje itd. Zadatak humane biologije je da otkrije po čemu je čovek specifičan u odnosu na ostalu živu prirodu, prati proces evolucije i utvrdi puteve transformacije do kojih dolazi pod dejstvom bioloških i društvenih činilaca. Moglo bi se reći da je proučavanje biologije čoveka počelo sa evolucijom ljudi. Međutim, izraz "humana biologija" se nije koristio da bi opisao odvojeno podpolje biologije do 20. veka. Rejmond Perl (Raimond Pearl), profesor Biometrije i vitalne statistike na američkom Univerzitetu Džon Hopkins (Johns Hopkins), bio je prvi moderni biolog koji je počeo da koristi izraz "humana biologija".

1.1. Ranija istraživanja u humanoj biologiji

U prošlosti, humani biolozi su se najčešće bavili problemom rase. U ranom modernom dobu, u 15, 16, i 17. veku, tokom svojih istraživanja i otkrivanja novih geografskih regiona Evropljani su postali svesni postojanja velike varijabilnosti humanih populacija. Novootkrivene populacije iz Amerike, Afrike, Pacifika i Azije grupisane su zajedno sa Evropljanima u rasne grupe prema svojim fizičkim karakteristikama. Za fizičke karakteristike pojedinih rasa se mislilo da su čvrsto povezane sa mentalnim, emocionalnim, intelektualnim i kulturnim osobinama, te su neke rase smatrane inferiornim u odnosu na druge. Zapadne populacije su, sem nekih izuzetaka, smatrane da su superiorne u odnosu na nezapadne iz Azije, Afrike, Novog sveta i Pacifika. U 18. veku Karl Line (Carolus Linnaeus) je podelio ljude na Azijce, Evropljane, Afrikance i američke grupe, dok Johan Fridrih Blumenbah (Johann Friedrich Blumenbach) deli ljudske populacije na Kavkazoide, Mongoloide, Etiopljane, Amerikance i Malajce. U 20. veku predložene su brojne kombinacije ljudskih rasa i bile su bazirane na različitim kriterijumima. Tokom pedesetih godina 20. veka Kun (Coon) je sa svojim saradnicima predložio podelu na šest geografskih grupa, a zatim je glavne rasne grupe podelio u trideset subpopulacija, čije su karakteristike bile bazirane na spoljašnjim fizičkim karakteristikama i karakteristikama lobanje. Istih godina Bojd (Boyd) (1950) je identifikovao šest rasa prema genetici njihovih krvnih grupa. Tokom šezdesetih godina Garn (Garn) je preradio ovu klasifikaciju i identifikovao je geografske, lokalne i mikrorase u hijerarhiji populacija i subpopulacija. Ove tri klasifikacije su se razlikovale od prethodnih jer su pokušale da primene savremene evolucione, genetičke i ekološke principe u identifikaciji rasnih (populacionih) varijacija u svetu. Kraj 19. i početak 20. veka se karakterisao verovanjem o fiksnim rasnim tipovima i superiornošću nekih rasnih grupa u odnosu na druge. Međutim,

Franc Boas (Franz Boas), koji se smatra osnivačem američke antropologije, dao je izuzetan doprinos u raspršavanju mita o fiksnim ili čistim rasama i ukazao je na značaj sredine u strukturiranju karaktera humanih populacija. Njegov ogroman značaj se ogleda u tome što je ustanovio poseban način istraživanja, koji se koristio do kraja 20. veka, a bavi se migracijama ljudi. U junu 1908. godine započeo je svoje istraživanje visine i kefalnog indeksa kod Čeha, Sicilijanaca, Napolitanaca, Poljaka, Mađara i Škota, proučavajući razlike između onih koji su rođeni pre nego što su njihovi roditelji došli u Ameriku i onih koji su rođeni nakon što su roditelji došli na američki kontinent. Uočio je da se oblik glave razlikovao između ove dve grupe ispitanika, čime je opovrgao ideju o fiksnim rasama i ukazao na značaj socijalne i materijalne sredine u oblikovanju biologije čoveka (plastičnost) i varijabilnost fizičkih karakteristika ljudi. Takođe je svojim brojnim istraživanjima dece i omladine dao veliki doprinos proučavanju obrasca rasta i razvoja i ukazao na značaj longitudinalnih istraživanja u otkrivanju suptilnih promena u rastu tokom detinjstva i adolescencije.

Savremena dostignuća nauke i genetičkih istraživanja su dokazala da su svi ljudi najmanje 99,9% slični jedni drugima i da različite rase ljudi ne postoje. Međutim, postoje različite etničke grupe ljudi, a termin rasa je društveni konstrukt. Možda najbitnija karakteristika biologije čoveka je u tome, što se kod njega razvila genetska struktura koja postoji najmanje 40.000 godina, a omogućila je beskrajnu raznolikost kulture i obrazaca ponašanja. Savremene populacije ljudi se veoma razlikuju u kulturi i obrascima ponašanja, međutim, genetički, one su veoma slične.

1.2. Savremena istraživanja u humanoj biologiji

Najčešća dosadašnja istraživanja u Humanoj biologiji obuhvataju: DNK analizu i molekularnu genetiku, reprodukciju i rast i razvoj dece, ispitivanja telesnog statusa, biomedicinska i epidemiološka antropološka istraživanja, zdravlje humanih populacija.

1.2.1. DNK analiza i molekularna genetika

Novija istraživanja u humanoj biologiji zasnivaju se na DNK analizi i dostignućima molekularne genetike. U kasnim sedamdesetim i početkom osamdesetih godina 20. veka humana genetika značajno napreduje zahvaljujući novim metodama molekularne genetike, koje su omogućile ekstrahovanje čiste DNK iz krvi i drugih tkiva. Neke od ovih novih metoda su korišćene u humanoj biologiji radi filogenetske rekonstrukcije naših predaka, kako bi se moglo rekonstruisati kretanje humanih populacija u prostoru i vremenu, kao i za forenzičke i drevne DNK analize – analize kostiju. Nove metode DNK ekstrakcije i analize takođe su omogućile i razvijanje Projekta Humani genom.

Mitohondrijalna DNK koja se prenosi samo preko majčine linije i stoga ne podleže rekombinaciji, veoma je korisna u rekonstrukciji humane evolucije. Jedno od najznačajnijih istraživanja mtDNK je tzv. „Mitohondrijalna Eva”. U uzorku od 147 ljudi iz celog sveta uočeno je da sve mitohondrijske DNK potiču od jedne žene za koju se pretpostavlja da je živela pre oko 200.000 godina, najverovatnije u Africi. Ovo istraživanje, kao i druga, upućuju da je

moderna hipoteza postanka čoveka “*Out of Africa*”. Novija istraživanja takođe koriste i Y hromozom koji se prenosi paternalno preko muške linije.

Brojna i različita istraživanja su rađena u cilju otkrivanja i utvrđivanja migracije i distribucije humanih populacija tokom istorije i praistorije. Kavali-Sforca (*Cavalli-Sforza*) i sar. (1988) i Sokal (*Sokal*) i sar. (1996) su na osnovu genetičkih, arheoloških i lingvističkih podataka rekonstruisali populacionu ekspanziju u Evropi. Ovo geografsko genetičko istraživanje se nastavilo i do današnjih dana (Barbujani (*Barbujani*), 2000). Istraživanje humane DNK iz arheološkog materijala doprinelo je i rasvetljavanju problema koji se odnosi na naseljavanje Novog sveta (O Rurk (*O Rourke*), 2000). Bazirajući se na mtDNK i markerima na Y hromozomu, Meriveder (*Merriwether*) (2002), ukazao je na migraciju u jednom pravcu koja je najverovatnije krenula iz stare Mongolije preko Sibira pa do Novog sveta između 20.000 i 30.000 godina BP (*before present* - pre sadašnjosti). Svi ovi događaji su se dešavali tokom kasnog pleistocena.

Do kasnih osamdesetih godina 20. veka bilo je moguće sekvencioniranje celog humanog genoma nukleotida i DNK na humanim hromozomima. To je kulminiralo Humanim genom projektom, koji je počeo 1990, a završen je 2003. godine.

1.2.2. Reprodukcija i rast i razvoj dece

Humani biolozi danas često istražuju rast i razvoj dece i omladine, a interesovanje za reprodukciju u antropologiji datira još sa početka 20. veka. Proučavanja rasta i razvoja dece datiraju iz vremena Franca Boasa (*Franz Boas*). Tokom šezdesetih i sedamdesetih godina 20. veka sprovedena su veoma značajna istraživanja. Ustanovila su povezanost između energetskeg balansa (ishrane i fizičke aktivnosti), telesne kompozicije i reprodukcije (koja se procenjuje s vremenom dobijanja prve menarhe) kod adolescentkinja. Istraživanje Rouz Friš (*Rose Frisch*) dovelo je do hipoteze o kritičnoj masi tela, a kasnije i o kritičnom procentu telesne masti, koji su neophodni za dobijanje menarhe i uspostavljanje normalnog menstrualnog ciklusa. Kasnija istraživanja su utvrdila da je kontrola ovarijalne funkcije mnogo kompleksnija, ali ipak potvrđuju da energetskeg balans predstavlja značajan faktor normalne ovarijalne funkcije. Pionirsko istraživanje *Rose Frisch* omogućilo je razvitak tzv. ekologije reprodukcije koja je počela da istražuje evoluciju i ekologiju reproduktivnog funkcionisanja u mnogobrojnim zapadnim i nezapadnim populacijama. Ova i druga slična istraživanja ustanovila su povezanost humane reprodukcije sa nutricionim statusom, dostupnošću izvora hrane, bolestima, fizičkom aktivnošću, endokrinom funkcijom i telesnom kompozicijom.

Uporedo sa ovim, rađena su i druga istraživanja rasta i razvoja kod dece i adolescenata, koja su ustanovila varijacije u rastu i razvoju kod dece u različitim geografskim regionima. Takođe su vršena i longitudinalna istraživanja individualnog rasta. Lampl (*Lampl*) i sar. (1992) su merili dužinu odojčadi, gde su pojedina deca bila merena svaki dan u periodu koji je obuhvatao više od godinu dana. Uočeno je da rast nije kontinualan proces kako se ranije mislilo, već da ima više skokovit karakter i da se smenjuje sa periodima mirovanja. Neka merenja kod odojčadi su pokazala dnevno povećanje dužine od 1 cm. Ovakva istraživanja su vršena i na adolescentima kod kojih se takođe utvrdilo da rast ima skokovit karakter, što je

dovelo do novih pravaca u istraživanju rasta kostiju i mekih tkiva kao i u endokrinoj kontroli rasta.

Brojna istraživanja u svetu, bave se sekularnim trendom rasta i polnog sazrevanja dece i omladine. Pod ovim terminom se podrazumeva dostizanje većih prosečnih vrednosti fizičkih karakteristika i ranijeg polnog sazrevanja kod današnjih mladih generacija. Sekularni trend predstavlja biološki indikator koji se koristi u auksologiji (nauka koja proučava fizički rast čoveka) za utvrđivanje stepena socioekonomskog razvoja jedne zemlje. Daje uvid u povezanost između rasta i spoljašnje sredine i ističe složenu interakciju između gena, fiziologije i sredine u utvrđivanju veličine i oblika tela od jedne do druge generacije.

Druga istraživanja biologije čoveka su pokazala da faktori kao što su nivo fizičke aktivnosti, ishrana i izloženost štetnim činiocima tokom detinjstva, svi zajedno utiču na zdravlje u odraslom dobu i proces starenja. Uočeno je da longitudinalna istraživanja koja prate ove faktore kod pojedinih osoba najbolje ukazuju na povezanost ovih faktora.

1.2.3. Biomedicinska istraživanja

Duboki su koreni medicinskih istraživanja u humanoj biologiji i antropologiji. Fizička antropologija je tokom 19. i početkom 20. veka bila povezana sa anatomijom, a mnogi antropolozi koji su se bavili fizičkom antropologijom bili su zaposleni u medicinskim školama. Neki od njih su bili i lekari. Savremeno biomedicinsko interesovanje za fizičku antropologiju uključuje epidemiologiju, javno zdravlje, rast i razvoj dece, uhranjenost, telesni sastav itd. Humani biolozi takođe imaju mogućnost da otkriju bolesti ili rizične faktore koji mogu da ugroze zdravlje u tradicionalnim i modernim populacijama. Od sve većeg interesa među humanim biologima je efekat modernizacije u nezapadnjačkim zemljama, migracija iz tradicionalnog ka modernim društvima kao i tranzicija životnog stila tj. načina života u zapadnim zemljama. Tranzicija životnog stila i načina ishrane u zapadnim zemljama, naročito u SAD, dovela je do konzumiranja visoko kaloričnih namirnica, smanjenja fizičke aktivnosti i kao posledica toga do visokog procenta gojaznosti, kardiovaskularnih bolesti, hipertenzije i dijabetesa. Sa druge strane, epidemiološka tranzicija dovela je do opadanja učestalosti infektivnih bolesti, a povećanja učestalosti hroničnih bolesti tokom starenja, kao i bolesti koje su posledica životnog stila. Jedini izuzetak kod infektivnih bolesti je AIDS - sindrom stečene imunodeficijencije (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*). Sve ove stare i nove bolesti predstavljaju priliku za humane biologe da ih istraže sa biološkog, kulturnog i sredinskog aspekta.

1.2.4. Istraživanja humanih populacija u južnoslovenskim zemljama

Krajem 19. i početkom 20. veka u južnoslovenskoj nauci su utemeljene mnoge naučne discipline, a među njima i nauka o čoveku i ljudskom društvu. Smatra se, da je na ovim prostorima, Niko Županić (1876-1961), prvi postavio okvire metodologije proučavanja čoveka i dao smernice za izučavanje morfologije čoveka, čovekove biotipologije, telesne konstitucije, kao i primenu biometrije (merenja antropoloških karakteristika). Značajnu pažnju je posvetio

postanku i razvoju pojedinih ljudskih zajednica i time postavio temelje biofizičkoj, istorijskoj i etničkoj antropologiji u Srbiji i na Balkanskom poluostrvu. Svoja proučavanja je zasnivao na istraživanju biofizičkih odlika, uz pomoć arheoloških, antropogeografskih, kulturno-istorijskih i etnoloških proučavanja. U ovom periodu značajan pečat proučavanja ljudskih populacija dao je Jovan Cvijić (1865-1927) istraživanjem uticaja geografske sredine na čoveka i značaju materijalne kulture u razvoju čoveka. U drugoj polovini 20. veka vrše se istraživanja biometrijskih, populaciono-genetičkih i demografskih svojstava ljudskih populacija, kao i uticaj ekoloških i socioekonomskih osobnosti, geografskih i migracionih procesa. Posebna pažnja se posvećuje problemima biologije čoveka u cilju spoznaje interakcijskih procesa genetičkih faktora i ekoloških činilaca kojima je ljudski organizam izložen. U Vojvodini, prof. dr Živojin Gavrilović se bavio utvrđivanjem visine srednjovekovnog stanovništva i dao priloge iz srednjovekovne demografije u Srbiji. Zajedno sa svojim saradnicama, prof. dr Vericom Božić Krstić i prof. dr Nadom Stajić, proučavao je biofizičku morfologiju dece i odraslih kod pojedinih etničkih zajednica u Vojvodini. Razvoju i širenju nauke o čoveku, na prostorima bivše Jugoslavije značajno je doprinelo osnivanje Antropološkog društva Jugoslavije (1959), koje je 2007. nastavilo rad kao Antropološko društvo Srbije, na čelu sa počasnim predsednikom društva akademikom Petrom Vlahovićem. Na kongresima Društva, koji se organizuju svake godine, raspravlja se o metodama proučavanja humanih populacija, biofizičkim odlikama stanovništva, demografskim i populacionim problemima, genetici, bioetici, primeni antropoloških istraživanja u naučnom i svakodnevnom životu, o ulozi ekologije i zaštiti čovekove životne sredine. U okviru Antropološkog društva Jugoslavije pokrenuta je izdavačka delatnost i osnovan časopis Glasnik Antropološkog društva Jugoslavije (1964), koji je 2007. preimenovan u Glasnik Antropološkog društva Srbije, koji i danas postoji.

1.2.5. Značaj istraživanja humane biologije

Zahvaljujući istraživanjima u humanoj biologiji utvrđena je i objašnjena osnova humanih varijacija, kako na individualnom tako i na populacionom nivou. Objašnjena je međusobna interakcija ljudi i spoljašnje sredine. Utvrđeno je da genetički faktori oblikuju humane varijacije, međutim ljudi su fleksibilni u njihovoj adaptaciji prema spoljašnjoj sredini. Stoga ljudski organizam pokazuje prilagodljivost i plastičnost u odgovoru na fizičku i socijalnu sredinu u kojoj živi. Humani biolozi, u objašnjenju problema, koriste saznanja iz raznih bioloških, medicinskih i socijalnih nauka kako bi se što više obogatilo znanje o najkompleksnijoj vrsti – *Homo sapiens*.

1.3. Mesto čoveka u prirodi

Čovek spada u višecelijske organizme – kičmenjake. Hrani se organskim materijama koje njegovo telo prerađuje u energiju koja mu je potrebna za opstanak. Za kičmenjake su karakteristični osovinski (aksijalni) skelet (kičma), mozak na prednjoj strani tela (u glavi), centralni nervni sistem na leđnoj strani, probavna cev na trbušnoj strani, zatvoreni krvni sistem, četiri uda povezana kičmom. Sve ovo karakteristično je i za čoveka.

Čovek pripada grupi sisara, za koje je karakteristično da ženke imaju mlečne žlezde. Koža sisara prekrivena je dlakom i sadrži žlezde. Toplokrvni su kao i ptice. Mladunci se razvijaju u telu majke, u materici, do porođaja se hrane putem posebnog privremenog organa, posteljice ili placente. Sve ovo važi i za čoveka.

Dokaz da čovek potiče iz životinjskog sveta predstavlja i njegov lični razvoj, kao i mnogi tzv. atavistički organi koji se u nekim slučajevima mogu pojaviti na njegovom telu, kao npr: gusta dlaka (hipertrichoza), dodatne dojke (polimastija), rep, dodatna rebra, razni mišići, različite karakteristike kostiju isl. Ovde spadaju i rudimentarni mišići ušne školjke čoveka. Ova muskulatura je zakržljala te čovek ne može da pokreće ušnu školjku. Kod čoveka se kao rudiment nalazi i treći očni kapak, kao mali nabor na unutrašnjoj strani oka, kao i nepčani nabori. Rudimentarni organ kod čoveka je i „crvuljak“ - *appendix vermiformis*.

Line (*Linnaeus*) u 18. veku (1735) u „Sistemu prirode“, klasifikuje ljude u primate i ukazuje da su ljudi i čovekoliki majmuni srodne vrste rodova *Homo* i *Simio*, međutim bez davanja evolucionih zaključaka. Kasnije Lamarck (*Lamarck*) (1809) razvija povezanu teoriju evolucije i čovekovo poreklo direktno povezuje sa životinjskim precima, a zatim i Robert Čembers (*Robert Chambers*) u svom kontroverznom delu „Tragovi prirodne istorije nastanka“ (*Vestiges of the Natural History of Creation*, 1844). Ovo delo je prouzrokovalo promenu mišljenja i pripremlilo tadašnju javnost za naučnu teoriju evolucije prirodnom selekcijom, koja je usledila iz Darvinove publikacije „Postanak vrsta“ (*On the Origin of Species*, 1859). Osnovu savremene antropogeneze kao uopšte i evolucionizma dao je Darwin svojim delima „Poreklo čoveka“ (*The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* 1871) i „Postanak vrsta“. Veliki doprinos razmatranju evolucije čoveka dao je i Tomas Henri Haksli (*Thomas Henry Huxley*), koji je bio veliki pristalica i zagovornik Darvinovog dela. U svojoj knjizi „Čovekovo mesto u prirodi“ (*Man's place in Nature*) koju je napisao 1863. godine on daje dokaze za evoluciju čoveka i majmuna od zajedničkog pretka. Knjiga je bila posvećena humanoј evoluciji i ukazala je da se evolucija odnosi i na čoveka, kao i na ostala živa bića.

Biološki gledano, čovek je sisar iz reda *Primates*, ali čovek nije samo biološko biće, nego je i jedinstveno sociološko biće. On je svesni producent sredstava za rad, društveno biće. Ispitivanjem porodica *Hominidae* (ljudi) i *Pongidae* (čovekolikih majmuna) utvrđeno je da oni imaju zajedničke karakteristike koje ih odvajaju od ostalih Primata i svrstavaju ih u zajedničku grupu Antropomorfa. Za njih je karakteristična:

- bezrepost
- položaj lopatičnog grebena (skapularnog – na leđima a ne sa strane)
- glavne brazde na površini kutnjaka u obliku slova y.

Anatomija i fiziologija čovekolikih majmuna je takođe slična ljudskoj. Proporcije delova tela su različite; međutim u samom trupu nalazimo iste organe razvrstane na isti način kao kod čoveka: srce, pluća, dijafragmu, želudac, jetru, bubrege, creva. Ako se upoređuje mozak, uočava se da je on mnogo manji (težak je otprilike kao trećina ljudskog) ali je isto tako podeljen na četiri režnja (čeoni, temeni, potiljačni, slepoočni), na isti način izvijugan, na isti način veliki mozak pokriva mali itd. Dlakavost potpazušnih jama kod šimpanza, a brade i brkova kod orangutana, takođe ukazuju na sličnost sa ljudima. Majmuni posebno čovekoliki,

imaju isti polni život kao i čovek; ženka majmuna npr. ima menstruaciju, mnoge od njih na četiri nedelje; trudnoća ženki gorile, šimpanze, orangutana traje skoro podjednako dugo, njihovo novorođenče se takođe hrani iz majčinih dojki i majke ga pri tome drže na sasvim sličan način.

Biolozima klasifikuju organizme prema njihovoj evolucionoj srodnosti. Organizme u okviru određene kategorije povezuje određeni broj zajedničkih anatomskih i molekularnih karakteristika. Klasifikacione kategorije su: carstvo, filum, klasa, red, porodica, rod i vrsta. Pošto čovek pripada živom svetu i živi u životnim zajednicama, za njega važi određena biološka klasifikacija (Tabela 1).

Biosistematski položaj i status savremenog čoveka bio bi sledeći:

- carstvo (*regnum*): *Animalia*
- kolo (*phylum*): *Chordata*
- podkolo (*subphylum*): *Vertebrata*
- nadklasa (*superclassis*): *Tetrapoda*
- klasa (*classis*): *Mammalia*
- podklasa (*subclassis*): *Theria*
- potpodklasa (*infraclassis*): *Eutheria*
- red (*ordo*): *Primates*
- podred (*subordo*): *Antropoidea*
- potpodred (*infraordo*): *Catarrhini*
- nadporodica (*superfamilia*): *Hominoidea*
- porodica (*familia*): *Hominidae*
- podporodica (*subfamilia*): *Homininae*
- rod (*genus*): *Homo*
- podrod (*subgenus*): (*Homo*)
- vrsta (*species*): *Homo sapiens*
- podvrsta (*subspecies*): *Homo sapiens sapiens*.

Tabela 1. Osnovne biosistematske kategorije savremenog čoveka

PMG*	Klasifikaciona kategorija	Karakteristike
600	Životinjsko carstvo	Najčešće pokretni, višćelijski organizmi, bez ćelijskog zida ili hlorofila; obično imaju unutrašnju šupljinu/duplju za varenje hranljivih materija

540	Kolo <i>Phylum Chordata/Hordata</i>	Organizmi koji su u jednom trenutku svog života imali notohordu
120	Klasa sisara	Toplokrvne verterbrate koji poseduju mlečne žlezde; telo više ili manje pokriveno dlakom; dobro razvijen mozak
60	Red primata	Dobar razvoj mozga; suprotno postavljen i prilično veliki palac; odsustvo kandži, krljušti, oklopa, rogova i kopita. U ovu grupu spadaju ljudi, repati i bezrepi majmuni, tarziji, lemuri i loriji
6	Familija <i>Hominidae</i> - <i>Hominidi</i>	Anatomija udova prilagođena uspravnom hodu bipedalnoj lokomociji. U ovu grupu spadaju ljudi i veliki bezrepi majmuni
3	Rod <i>Homo</i>	Maksimalno razvijen mozak, posebno pojedini delovi anatomija ruke prilagođena za izradu i korišćenje oruđa. U ovu grupu spadaju recentni i arhaični ljudi
0.1	Vrsta <i>Homo sapiens</i>	Telesne proporcije savremenih ljudi; dobro razvijeni centri za govor u mozgu

* PMG = pre milion godina

1.4. Karakteristike primata

Ljudi pripadaju grupi sisara koji se zovu primati. Oni su, nasuprot drugim tipovima sisara, adaptirani na život na drveću, a u ovu grupu spadaju: lemuri, širokonosni majmuni, čovekoliki majmuni i ljudi. Udovi su im pokretni, a palac je suprotno postavljen (u opoziciji), što znači da može da dotakne svaki od ostalih prstiju. Zbog toga primati mogu lako da dođu do hrane i prinesu je ustima. Tokom kretanja, grane drveća se mogu lako hvatati i ispuštati, zato što su nokti zamenili kandže.

Kod primata, znatno je smanjena njuška, što je omogućilo da se oči premeste na prednji deo glave. Oni takođe imaju stereoskopsko viđenje (percepciju u dubinu), što im dozvoljava bolje prosuđivanje o udaljenosti i poziciji grana na drveću.

Primati imaju dobro razvijen mozak; centri za vid u mozgu su veliki, kao i centri zaduženi za sluh i dodir. S vremena na vreme, rađaju po jedno mladunče, s obzirom da je teško brinuti o nekoliko mladunaca dok se kreću sa grane na granu. Mladunče je duži period zavisno od majke, pa su kod njih razvijeni učenje i kompleksne socijalne veze.

1.4.1. Posebne karakteristike koje odvajaju primata od drugih sisara:

- obrnuto postavljeno stopalo (veliki palac koji oponira ostalim prstima stopala)
- dobro razvijen mozak
- nokti (ne kandže)
- rađaju po jedno mladunče
- produžen period roditeljske brige za potomstvo
- naglašeno naučeno ponašanje.

1.4.2. Posebne karakteristike ljudi

Paleoantropolozi smatraju da su neke karakteristike svojstvene samo čoveku i imale su najznačajniju ulogu u nastanku i evoluciji današnjih ljudi. To su pre svega:

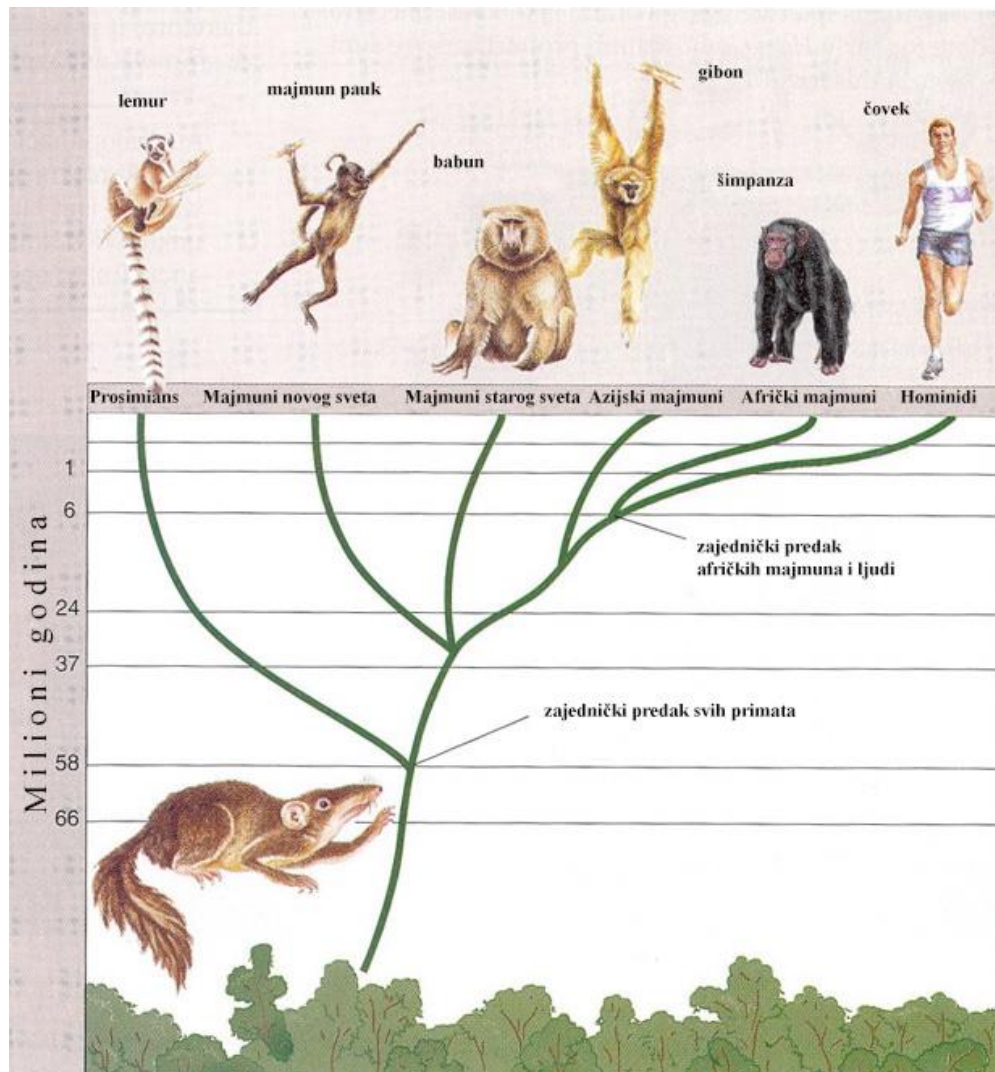
- život u staništima koja nisu vezana za šumu
- relativno veoma veliki mozak
- sporo sazrevanje
- svaštojedi koji hranu mogu da love, sakupljaju, transportuju, podele, pripreme, sačuvaju
- bipedalna lokomocija
- složeno kulturno ponašanje, uključujući upotrebu govora
- društvena organizacija i brak, produžena briga za potomstvo
- izrada alata, tehnološke veštine, upotreba pribora i opreme.

Čovek ima tri puta veću zapreminu mozga u odnosu na čovekolike majmune koji imaju sličnu veličinu tela. Ljudsko ponašanje je kontrolisano na jedinstven način, najvećim delom njegovom upotrebom simbola, odnosno kulturom, što je omogućilo njegovu svestranost i fleksibilnost. Govor i pismo karakteristični su samo za čoveka, što je najvećim delo uslovljeno veličinom mozga i njegovom unutrašnjom organizacijom. Količina informacija koja se čuva, a prenosi upotrebom jezika, putem računara ili na neki drugi neverbalni način je ogromna i neprestano raste. Savremeni ljudi imaju sposobnost da se veoma brzo adaptiraju na promenjene uslove sredine, što nije karakteristično za druge vrste. Čovek je potpuno zavistan od upotrebe tehnoloških sredstava. Nekada je to bio kameni čekić, a u novije vreme mikročipovi i laseri. Veoma bitna osobina koja je omogućila opstanak ljudske vrste je podela dobara, naročito hrane, unutar ili van svoje familije. Ljudi imaju svoju bazu, odnosno centralno mesto u koje se vraćaju nakon radnog dana i formiraju bračnu zajednicu koja uključuje složene ekonomske, reproduktivne i druge faktore.

Za čoveka su karakteristične i neke anatomske strukture kao što su njegov uspravan stav, hod pomoću dva ekstremiteta, a ne četiri. Bipedalizam je omogućio oslobađanje ruku kod ranih hominida. Kao posledica prilagođavanja na dvonožni hod razvile su se: posebne proporcije udova, karakteristike zglobova, anatomija ruke, stopala, karlice i kičme. Čovek ima malo dlaka na svom telu, ali poseduje znojne žlezde i može preživeti jedino ako pije vodu u regularnim intervalima. Ljudi se veoma razlikuju sa kulturološke tačke gledišta, međutim današnje populacije ljudi su genetički veoma slične.

1.4.3. Veze (odnosi) između primata

Kada biolozi proučavaju karakteristike grupe organizama, mogu da konstruišu evoluciono stablo koje pokazuje njihovu istoriju razvoja. Evoluciono stablo čoveka (Slika 1) pokazuje da svi primati imaju jednog zajedničkog pretka koji je izgledao kao današnja roščica i da su drugi tipovi primata divergirali iz humane linije tokom vremena.

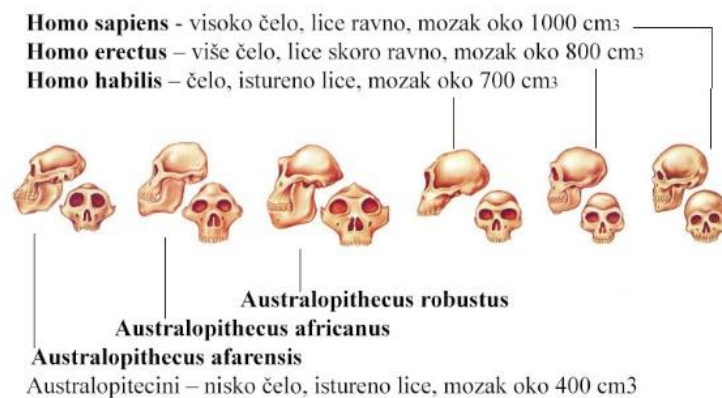


Slika 1. Evoluciono stablo čoveka

Današnji primati se dele u dve grupe, „niži” *Prosimians* (lemur, loris, tarziji) i “viši” primati zvani *Anthropoidea* u koje spadaju majmuni (gibbon, babun), čovekoliki majmuni i

čovjek. Grupa *Anthropoidea* je veoma heterogena i deli se u dve grupe, *platirhini* iz Južne i Centralne Amerike i *catarhini* iz starog Sveta. Grupa *prosimians*, čiji je predstavnik *tarsiers*, bili su prvi tipovi primata koji su divergirali, a afrički majmuni su bili poslednja grupa koja je divergirala iz naše linije predaka. Ljudi su najviše povezani sa afričkim majmunima. Jedna od, na nesreću, najveće pogreške u shvatanju tumačenja humane evolucije je verovanje da su ljudi nastali od čovekolikih majmuna. Nasuprot tome, ljudi i čovekoliki majmuni najverovatnije dele zajedničkog pretka nalik majmunu. Danas se veruje da je ovaj zajednički predak živio pre oko 6 miliona godina, ali biolozi još uvek ne mogu da se slože koja od izumrlih formi, poznatih iz fosilnih ostataka je naš zajednički predak sa majmunima. Podaci molekularne biologije se koriste da bi se odredilo vreme razdvajanja hominida i čovekolikih majmuna. Kada su dve linije predaka prvi put divergirale od zajedničkog pretka, geni i proteini ove dve linije bili su skoro identični. Ali, kako je vreme prolazilo, svaka linija je akumulirala genetske promene, koje su dovele do promene u genetskom materijalu. Molekularni podaci ukazuju da je čovek među afričkim majmunima najbliži sa šimpanzama.

Tokom antropogeneze dešavale su se različite morfološko-anatomske promene kao što su: povećanje zapremine lobanje, smanjenje lobanjskog grebena, glava postaje okrugla, smanjenje nadočnih lukova, skraćivanje visine lica, formiranje koštane brade i vilice u obliku latiničnog slova U, smanjenje očnjaka i sekutića (Slika 2). Dvonožni hod je uslovio morfološko-anatomske promene skeleta i muskulature: kičmeni stub dobija oblik latiničkog slova S, karlica postaje šira i gubi raniju dubinu, promene u mišićima za sedenje, list noge kod čoveka je razvijeniji i jači nego kod bilo kog savremenog primata, stopalo dobija ljudski oblik, izdužuje se femur, ruka postaje organ za rad i proizvodnju.



Slika 2. Morfološko-anatomske promene lobanje

Uspravnim položajem trupa, lobanjski otvor (*foramen magnum*) se pomerio na donju stranu lobanje. Prilagođavanje dvonožnom hodu je uslovilo skraćivanje i proširivanje bedrene karlične kosti (*ilium*), što je omogućilo da težište tela prilikom hodanja bude stabilno. Proširenje karličnog otvora je omogućilo lakši porođaj tj. rađanje potomaka sa većom glavom odnosno zapreminom mozga. Relativna dužina zadnjih udova se povećava, te femur (kost natkolenice) postaje najduža kost čoveka. Kod čovekolikih majmuna najduža kost je humerus (kost nadlaktice). Prednji udovi više ne služe za lokomociju, a prirodna selekcija je naročito favorizovala one anatomske promene koje su poboljšale radnu sposobnost ruke. Palac oponira svim ostalim prstima, a precizne i složene pokrete omogućuje razvoj tetiva i mišića. Gornji

udovi su se skratili u odnosu na donje. Kolena i kukovi su ojačali kako bi mogli podneti težinu trupa. Stopalo poprima takav oblik da omogućuje raspored opterećenja na tri tačke: peti, korenu palca i korenu malog prsta. Nožni palac se poravnao sa ostalim prstima te ne smeta pri hodanju. Slabinski pršljenovi postaju kraći i širi.

Prema nekim autorima, dalji smer biološke evolucije čoveka bi se mogao kretati u pravcu genetičke homogenizacije i unifikacije fenotipa. Moglo bi se očekivati postepeno povećanje visine tela, povećanje zapremine mozga, smanjenje sagitalnog prečnika grudnog koša i veličine rebara, kao i smanjenje nagiba karlice i veličine prstiju, naročito nožnih. Može se očekivati da se kapacitet lobanje poveća, a visceralni deo glave i broj zuba smanje. Promene bi mogle biti vezane i za smanjenje i slabljenje mišićne mase, slabljenje imunog sistema, redukcije dlakavosti.

1.5. Pol i polni dimorfizam

Pol predstavlja jedan od najznačajnijih faktora koji utiču na biološku i socijalnu organizaciju humanih populacija. Pod polom se podrazumeva razlika u biološkim karakteristikama između muškaraca i žena, determinisana genima osobe. Rod (gender) osobe može biti – žena, muškarac ili transseksualac. Rod nije isto što i pol. Pod rodnom se podrazumeva socijalno ili kulturološki definisana predstava o maskulinim i femininim osobinama, ulogama i ponašanju. Kod čoveka se razlikuje genetički, gonadni i fenotipski pol. Genetički pol je određen hromozomskom konstitucijom zigota, gonadni pol je određen prisustvom gonada jednog ili drugog pola (testisa ili ovarijuma), a fenotipski pol označava spoljašnje manifestacije pola. Postoji takođe i hormonski pol, kada osoba ima hromozomsku konstituciju jednog pola a karakteristike drugog pola zbog visokog nivoa polnih hormona koji nisu karakteristični za taj hromozomski pol. Npr. osoba je hromozomski muško „XY” ali izgleda kao žensko, jer ima visok nivo estrogena. Kod poremećaja nadbubrežne žlezde – kongenitalna adrenalna hiperplazija, luči se velika količina androgenih tj. muških hormona, pa hromozomski žena „XX” izgleda kao muškarac – muškobanjasta žena.

Polne osobine mogu biti primarne i sekundarne, zavisne i nezavisne. Gonade predstavljaju primarne polne odlike, a sekundarne polne odlike obuhvataju: polne odvođe, spoljašnje polne organe i sve fenotipske odlike koje karakterišu polove.

Prva saznanja o hromozomima koji imaju ulogu u determinaciji i diferencijaciji pola usledila su krajem 19. veka. U kariotipu čoveka nalazi se i par hromozoma označenih kao polni hromozomi, jer sadrže gene za determinaciju, diferencijaciju i funkciju pola. Ženski pol se odlikuje parom istih hromozoma, XX. U X hromozomu se nalazi oko 1.500 gena, među kojima se pored gena za diferencijaciju pola nalazi i veliki broj drugih gena koji kontrolišu različita somatska svojstva čoveka. Muški pol se karakteriše sa dva različita polna hromozoma, X i Y. Za razliku od X hromozoma Y hromozom je znatno manji, po veličini i obliku odgovara grupi G hromozoma i u njemu je smešteno oko 78 gena. On učestvuje u determinaciji muškog pola tokom embrionalnog razvića, tako što determiniše razvoj testisa. Hromozom Y se sastoji od euhromatičnog i heterohromatičnog regiona koji sadrži 30-40% DNK Y hromozoma. Distalni delovi kratkih krakova X i Y hromozoma se sastoje iz terminalnih subregiona koji su homolog i između njih se vrši *crossing over*. Ovaj deo X i Y hromozoma je označen kao „pseudoautozomni“ region, jer geni smešteni u tom delu ne slede pravila nasleđivanja polnih

hromozoma. Istraživanja su potvrdila da se na kratkom kraku Y hromozoma nalazi gen označen kao *SRY* (faktor diferencijacije pola). Drugi nazivi koji se koriste za ovaj gen su: *TDF* (faktor diferencijacije testisa), *TDY*, *SRY_Human*. Prisustvo odnosno odsustvo ovog gena određuje da li će se iz indiferentnih gonada formirati testisi ili ovarijumi. *SRY* gen daje instrukcije za stvaranje posebnog proteina koji je odgovoran za razvoj muškog pola, što je obično određeno hromozomskom konstitucijom osobe. Ovaj protein se vezuje za specifične regione na DNK i pomaže u kontroli aktivnosti određenih gena, te pokreće procese koji utiču da fetus razvije muške gonade (testise), a sprečava razvoj ženskog reproduktivnog sistema. Korišćenjem DNK proba specifičnih za Y hromozom utvrđeno je, da XX muškarci imaju u jednom od X hromozoma deo Y hromozoma različite dužine, ali je uvek prisutan onaj segment koji sadrži *SRY*. Nasuprot tome, u nekih XY žena nedostaje segment Y hromozoma u kom se nalazi *SRY*.

Sada je opšte prihvaćeno i mišljenje da H-Y antigen (molekul proteina) specifičan za pol ima primarnu ulogu u diferencijaciji testisa. On se nalazi na dugom kraku Y hromozoma čoveka, specifičan je za ćelije tkiva kod muškog pola i može se aktivirati formiranjem testisa. Prisustvo H-Y antigena u svih individua sisara i čoveka koje imaju testise, bez obzira na hromozomsku konstituciju, ukazuje da je ovaj antigen povezan sa formiranjem testisa, tj. da ima ulogu u prepoznavanju ćelija indiferentne gonade i njihovom organizovanju u semene kanaliće.

Ženski pol je „neutralan“ pol i ako u kritičnim stadijumima fetalnog razvića nema lučenja muških polnih hormona, formiraće se ženski fenotip. Za sam proces primarne diferencijacije ovarijuma nisu neophodna dva X hromozoma, što potvrđuje prisustvo germinativnih ćelija u XO i XY individua sa gonadalnim disgenezama. Međutim, za održavanje folikula i sprečavanje njihove nekontrolisane atrezije i funkciju ovarijuma potrebna su oba X hromozoma.

1.6. Reverzija pola

Kod osoba sa reverzijom pola postoji nesklad između gonozomne konstitucije i fenotipa.

1.6.1. 46,XX muškarci

Ove osobe se odlikuju muškim fenotipom, sa manjim testisima bez spermatogeneze, a spoljne genitalije su muške. Prvi put su opisani 1964. godine. Incidencija u populaciji je 1:20.000 muške novorođenčadi. Niži su od normalnih muškaraca, što ukazuje da se na Y hromozomu nalaze geni za rast. Postoje različite hipoteze o razviću testisa bez prisustva Y hromozoma. Danas je utvrđeno da je u kratkom kraku jednog X hromozoma, koji je nasleđen od oca, prisutna jedna sekvenca DNK Y hromozoma. Ova sekvenca može biti različite dužine, ali uvek sadrži *SRY*-lokus. Oko 80% do sada ispitanih XX muškaraca ima ovu sekvencu u jednom X hromozomu, što je najčešće posledica nepravilnog crossing overa između kratkih krakova X i Y hromozoma u mejozi oca.

1.6.2. 45,XO muškarci

Do sada je opisano samo desetak osoba muškog fenotipa sa ovom gonozomnom konstitucijom. Ovaj fenotip bi mogao biti prouzrokovan suptilnim mozaicizmom, prisustvom ćelijske linije XY, što je u jednom slučaju i dokazano. U svim ostalim slučajevima je potvrđeno prisustvo sekvenci DNK Y hromozoma u nekom od autozoma, a ne u X hromozomu, kao kod XX muškaraca. Prisustvo DNK Y hromozoma u autozomu je rezultat recipročne translokacije. Fenotip ovih osoba zavisi od veličine segmenata Y hromozoma i od autozoma na koji je translociran deo Y hromozoma. Najčešća je translokacija između Y hromozoma i kratkih krakova akrocentričnih hromozoma. Kada je deo Y hromozoma translociran na neki od neakrocentričnih hromozoma, fenotip će zavisiti od autozoma, koji recipročnom translokacijom gubi jedan deo.

1.6.3. 46,XY žene

XY gonadalna disgeneza je poremećaj diferencijacije testisa u genetičkih muškaraca. Kod ovih osoba su izraženi ženski fenotip i polni infantilizam. Gonade mogu da se razvijaju kao ovarijumi, ali pošto nema dva X hromozoma u genotipu, usled brze atrezije folikula ovarijumi prelaze u vezivne trake. Spoljašnji polni organi su ženski i održavaju se Milerovi kanali. Somatske anomalije obično nisu prisutne, pa je poremećaj označen kao čista gonadalna disgeneza.

XY gonadalna disgeneza je genetički heterogena. Korišćenjem genskih proba je dokazano da neke od ovih pacijentkinja imaju u genomu submikroskopsku deleciju kratkog kraka Y hromozoma, koja obuhvata i *TDF* lokus.

1.6.4. Pravi hermafroditizam

Ovaj poremećaj se karakteriše prisustvom testikularnog i ovarijalnog tkiva kod jedne osobe. Raspored tkiva može biti različit kod različitih osoba: na jednoj strani tela ovarijum, a na drugoj testis, ili češće na jednoj strani ili obostrano ovotestis (pomešano testikularno i ovarijalno tkivo). Spoljašnji polni organi su neodređeni (ambivalentni). Etiologija pravog hermafroditizma je heterogena. Najveći broj ima žensku, XX gonozomnu konstituciju. Druga po učestalosti je mozaična hromozomska konstitucija 46,XX/46,XY, koja bi se i očekivala u pravih hermafrodita. Ovaj kariotip je uglavnom rezultat himerizma. Polni himerizam verovatno najčešće nastaje spajanjem dva zigota različitog pola koji bi trebalo da se razvijaju kao dizigotni blizanci, usled čega embrion ima mozaičan kariotip (46,XX/46,XY) sa različitom genetičkom konstitucijom. Polni himerizam se podrazumeva kada se dve različite hromozomske konstitucije nalaze u nehematogenim tkivima ili krvnom tkivu u toku dužeg vremena. Mnogi pravi hermafroditi su himere. Da li će se u takvom embrionu razviti testisi ili jajnici zavisi od rasporeda i količine ćelija sa XX, odnosno XY konstitucijom.

1.6.5. Pseudohermafroditizam

Postoje dve kategorije pseudohermafroditizma: muški i ženski

Muški pseudohermafroditizam

Prisutan je kod osoba koje imaju Y hromozom u genotipu i kod kojih je diferenciranje spoljašnjih polnih organa poremećeno. Ovaj poremećaj može biti prouzrokovan aberacijom polnih hromozoma ili genskom mutacijom.

Za pseudohermafroditizam je karakteristična mozaična gonozomna konstitucija 45,X/46,XY. Fenotip ovih osoba izrazito varira – od neznatnih poremećaja kao što je kriptorhizam (nespušteni testisi) ili hipospadija (otvor uretre na pogrešnom mestu) do Tarnerovog sindroma. Različite mutacije mogu poremetiti sintezu različitih enzima koji se uključuju u proces biosinteze androgenih hormona. Poseban oblik pseudohermafroditizma prouzrokovan genskom mutacijom je sindrom testikularne feminizacije. Za ovaj sindrom je karakteristično da fenotipski pol nije usklađen sa genetičkim i gonadalnim polom. Ove osobe imaju 46,XY gonozomnu konstituciju, gonade su formirani testisi smešteni u abdomenu u ingvinalnom ili skrotalnom kanalu. Unutrašnji polni odvođi ne postoje, a spoljašnji polni organi su ženski i fenotip je izrazito ženski. Testisi mogu da luče testosteron, ali tkiva nemaju receptore za testosteron, pa se ne razvijaju muške odlike.

Ženski pseudohermafroditizam 46,XX

Karakteriše se anomalijama u razviću spoljašnjih polnih organa (ambivalentne genitalije) a gonade su ovarijumi. Poremećaj može biti prouzrokovan genskim mutacijama ili teratogenim činiocima. Genske forme ženskog pseudohermafroditizma mogu biti posledica poremećaja biosinteze hormona kore nadbubrežnih žlezda kada se luči previše muških polnih hormona, kada postoji tumor nadbubrega ili jajnika koji luče muške polne hormone, ili nastaju bez ovih poremećaja. Karakterističan sindrom koji nastaje usled deficita različitih enzima koji učestvuju u biosintezi steroidnih hormona označen je kao adrenogenitalni sindrom. Povećano lučenje androgenih hormona dovodi do poremećaja razvića spoljašnjih polnih organa.

Virilizam

Pored činjenice da se ženski organizam razlikuje od muškog, „čisti” tip žene ili muškarca ređe nalazimo. To je zbog toga što se kod žena i muškaraca nalaze suprotno polarizovane osobine u različitoj meri. U većoj meri prisutne odlike suprotnog pola ubraja takve osobe muškog i ženskog pola u osobe sa naglašenim interseksualnim znacima. Ova pojava kod žena naziva se virilizam. Karakteristike ovih žena su osobine svojstvene muškarcima. To su žene visokog rasta, dugih ekstremiteta, slabije uhranjene, snažno razvijene muskulature i sa atipično raspoređenim i slabo razvijenim masnim tkivom. Dlakavost tela kod ovih žena približava se muškom tipu. Takođe se zapažaju interseksualne karakteristike u psihičkoj sferi. Ove žene su u reakcijama agresivnije. U pojedinim sportskim granama žene virilisti pokazuju veći uspeh. Danas je poznato da je virilizacija uslovljena heredokonstucionalnim faktorima.

1.6.6. Polni dimorfizam

Polni dimorfizam predstavlja razliku između muškog i ženskog pola. Kavali-Sforca (*Cavalli-Sforza*) i Bodmer (*Bodmer*) (1971) smatraju da je polni dimorfizam nesumnjivo najbitniji od svih polimorfizama kod čoveka.

Polni dimorfizam može biti:

- Morfofunkcionalni – razlika u morfološkim telesnim karakteristikama
- Endokrinološki – razlika u nivou polnih hormona (muški pol – testosteron; ženski pol - estrogen, progesteron)
- Genetički – razlika u hromozomskoj konstituciji
- Bihevioristički – razlika u ponašanju.

Prikaz polnog dimorfizma nekih morfoloških i funkcionalnih karakteristika:

Visina tela – žene su za oko 7% niže od muškaraca (8-12 cm).

Masa tela – žene su za oko 18% lakše od muškaraca (10-15 kg).

Dužina trupa – žene imaju duži trup (38% visine kod žena; 35-36% kod muškaraca).

Dužina noge – žene imaju kraće noge (za oko 10%).

Širina ramena – žene imaju uža ramena, apsolutno i relativno.

Širina karlice – relativno je veća kod žena nego muškaraca.

Karlica – kod žena je šira, kraća, sa prostranijim i ovalnijim otvorom, više nagnuta napred, čime je smanjen ugao između vrata i tela femura.

Težište tela – niže položeno kod žena.

Kičma – lordoza lumbalne kičme, kifoza grudne kičme je veća kod žena, a grudni deo kičme je kraći kod žena.

Dužina ruke – kraća je kod žena; promeri kostiju su manji kod žena.

Skelet – kod žena je lakši, kosti su tanje, zglobove veze mekše i rastegljivije, pokretljivost u zglobovima posebno pri ekstenziji veća je kod žena nego kod muškaraca.

Lokomotorni sistem – čini 60% volumena kod muškaraca, a kod žena čini 50% volumena; apsolutna koštana masa je manja kod žena u odnosu na muškarce.

Skeletna muskulatura – čini 40-45% telesne mase kod žena, a kod muškaraca 42-54%.

Mišićna masa tokom rasta i razvoja manje se povećava kod žena nego muškaraca; u ženske dece su slabije razvijeni mišići leđa (zbog čega su češće deformacije kičme), trbuha (zbog čega je slabija podrška trbušnih organa), karličnog dna (zbog čega je slabija podrška unutrašnjih polnih organa). Maksimalno povećanje veličine mišićnih ćelija kod devojčica je u 10. i 12,5. god, a kod dečaka počinje sa 10,5 i traje do 25 god.

Mišićna sila (površina preseka mišića) – kod žena manja u odnosu na muškarce (oko 8,5%).

Mišićna vlakna – debljina kod žena je manja nego kod muškaraca (za oko 15-20%).

Masna masa tela – veća je kod žena nego muškaraca (imaju 3-6 kg više telesne masti).

Nemasna masa tela – apsolutno i relativno žene imaju 18-22 kg manje nemasne mase.

Somatotip – mezomorfna komponenta je manja, a endomorfna komponenta je veća kod žena.

Frekvencija srca – veća je kod žena nego muškaraca.

Frekvencija disanja – približno je slična kod žena i muškaraca.

Respiratorni volumen – manji je kod žena.

Krvna slika – broj eritrocita je manji kod žena.

Ukupna količina krvi – žene imaju manje nego muškarci; kod žena čini 1/15 telesne mase, a kod muškaraca čini 1/13.

Brzina kretanja krvi – veća je kod žena.

1.7. Discipline humane biologije i povezanost sa drugim naukama

Humana biologija je široka naučna oblast koja se obično deli na dve glavne poddiscipline: antropologiju i humanu genetiku.

Antropologija je deo humane biologije koja proučava čoveka sa različitih aspekata tj. multidisciplinarno. Dobila je ime od grčkih reči *anthropos* (čovek) i *logos* (nauka). Ona proučava osnovne karakteristike građe ljudskog tela i njihovu zavisnost od uslova spoljašnje sredine. Prva upotreba reči antropologija pripisuje se Aristotelu koji je ovim terminom, pre svega, obeležavao izučavanje čovekove duhovne prirode, a kasnije je pojam prenet i na izučavanje biološke komponente čovekovog razvoja. Međutim, saznanja o čoveku su mnogo starija od Aristotelove upotrebe reči antropologija. Susrećemo ih u tradiciji stare Kine, kod Indijanaca Amerike, u Egiptu, Vavilonu i u drugim drevnim kulturama i ljudskim zajednicama. Još u XV i XIV veku pre n.e. stari Egipćani su po boji kože i fizionomiji, razlikovali četiri oblika ljudi, odnosno „četiri rase“. Stari Grci su na svojim putovanjima, sabrali dosta podataka o etničkim zajednicama sa kojima su dolazili u dodir. Iz tog vremena potiču opisi Patuljaka Afrike, koji su danas poznati pod nazivom Pigmeji. Od XIX veka, kada se antropologija utemeljila kao posebna nauka, pa sve do danas pod ovim pojmom podrazumeva se proučavanje čovekovih fizičkih osobina i istovremeno izučavanje ljudske kulture, života, običaja. Antropologija povezuje u celinu probleme koje obuhvataju biologija, anatomija, etnologija, arheologija, lingvistika, istorija, sociologija i psihologija.

Humana genetika je deo humane biologije koja proučava osnovne zakone nasleđivanja kod ljudi, prirodu i važnost urođenih razlika između individua i populacija. Ona proučava strukturu i ekspresiju gena, mutacije, mapiranje, strukturu i organizaciju genoma, bioinformatiku, gensku terapiju, molekularnu dijagnostiku, genetiku kompleksnih bolesti, povezanost između genotipa i fenotipa čoveka, etička, pravna i socijalna pitanja.

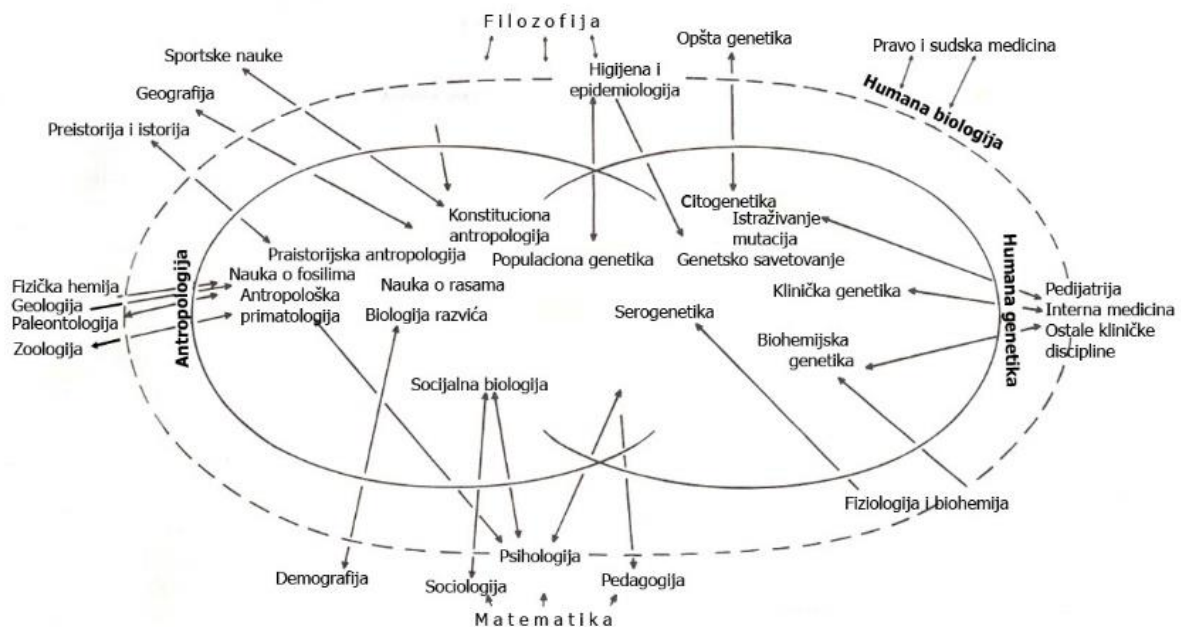
Antropologija i humana genetika međusobno se prožimaju i ne mogu se jasno odvojiti. Humana biologija nije samo pojam koji obuhvata antropologiju i humanu genetiku nego proučava i anatomiju (uključujuću histologiju, embriologiju), hemiju i biohemiju koje opisuju

građu i funkciju čoveka. Takođe je povezana sa zdravstvom kao i stručno medicinskim oblastima. To su pre svega higijena, epidemiologija i zaštita čovekove sredine.

1.7.1. Odnos antropologije prema drugim naukama

Čovekovo poreklo i njegov razvoj proučavaju svaka sa svog stanovišta razne nauke (biologija, medicina, filozofija, istorija, istorija umetnosti, sociologija, arheologija, etnologija, psihologija, geografija, demografija itd.

Antropologija ima svoje korene i u prirodnim i u društvenim naukama, odnosno svim onim naukama čiji je predmet proučavanja čovek. Pri antropološkom proučavanju neophodno je poznavanje prirodnih, istorijskih i društvenih nauka. Antropološka saznanja se moraju oslanjati na brojnim naučnim disciplinama, jer one, svaka sa svog stanovišta, proučavaju čoveka (Slika 3).



Slika 3. Povezanost poddisciplina humane biologije sa drugim naukama

Povezanost antropologije sa prirodnim naukama

Savremena somatska antropologija oslanja se na opštu biologiju, s obzirom na to da je ljudski rod tesno povezan sa prirodom i okolinom u kojoj nastaje i razvija se. Zoologija i antropologija su povezane jer svaka na svoj način proučava kičmenjake i primata kojima pripada i sam čovek. Sa antropologijom su povezane i one nauke koje proučavaju ljudski organizam kao što su anatomija i fiziologija. Povezana je i sa geologijom koja pruža informacije o starosti pronađenih čovekovih fosilnih ostataka. Antropologija i geografija su takođe međusobno veoma povezane jer se čovek kreće i živi u prostoru koji ulazi u oblast geografskih proučavanja, pa se zbog toga jedna posebna grana geografije naziva antropogeografija. Nauka o čoveku je povezana i sa pojedinim oblastima medicinskih nauka kao npr. sa higijenom, pedijatrijom, serologijom, internom medicinom, gerontologijom, fiziologijom i patologijom i mnogim drugim koje prate rast, razvoj i ljudsko zdravlje u celini.

Antropologija proučava i uticaj sporta na biofizičke i morfološke osobine čoveka, odnosno kondiciju i njeno održavanje i u bliskoj je vezi sa ergonomijom i biomehanikom. Antropologija se oslanja i na biometriju i osteologiju, a koristi se i biostatistikom naročito u utvrđivanju varijabilnosti uzorka i određivanju posebnih i opštih odlika proučavanih ispitanika.

Povezanost antropologije sa društvenim naukama

Antropologija se bavi istorijom postanka i razvoja čoveka i geografskom rasprostranjenošću ljudskih populacija. Antropološka istraživanja oslanjaju se na istoriju kada je reč o stvaranju i razvoju društvenih zajednica. Antropologija se oslanja na proučavanje običaja, umetnosti i drugih pojava. Zbog toga su antropologiji potrebni podaci iz etnologije, psihologije i lingvistike, kojima i sama stavlja na raspolaganje sopstvena saznanja. Sociokulturna antropologija oslanja se na filozofiju, psihologiju, pedagogiju, sociologiju, etnologiju, arheologiju, istoriju, lingvistiku. U domen ovih disciplina spada proučavanje društvenog života, verovanja, morala, pravnih i drugih normi.

1.8. Metode ispitivanja u humanoj biologiji

1.8.1. Antropometrija

Metoda ispitivanja morfoloških karakteristika koja i danas ima veliki značaj zove se antropometrija. Ona obuhvata:

- *Somatometriju* – merenje ljudskog tela na živim ljudima i kadaverima
- *Kefalometriju* – podrazumeva merenje glave i lica kod živih ljudi i kadavera kao i korišćenjem rendgenskih snimaka
- *Osteometriju* – merenje skeleta i njegovih delova
- *Kraniometriju* – označava merenje lobanje
- *Biometriju* – određivanje prepoznatljivih i merljivih oznaka za opisivanje osoba.

Vrednost standardizovanih antropoloških mernih metoda leži u tome da one na relativno objektivan način tačno doprinose saznanju o telesnim dimenzijama čoveka, proporcijama tela, konstituciji i rastu i razvoju čoveka. Antropometrija (*anthropos* – čovek; *metron* – meriti) opisuje merne tačke i objašnjava tehničke postupke pri merenju i rezultate merenja. Antropometrija je metoda čija se pravila primenjuju u svim zemljama sveta. Zbog toga dobijeni podaci daju sliku o strukturi, odnosno građi tela ljudskih populacija. Antropometrija takođe omogućava precizno poređenje određenih veličina pojedinaca i uočavanje razlika ako su prisutne. Antropometrija je osnovno sredstvo pomoću koga se mogu opisati morfološke varijacije. Antropometrijskim merenjima se može dobiti uvid u telesni razvoj ispitivane osobe. Poređenjem podataka koji su dobijeni u različitim vremenskim intervalima može se dobiti uvid u kretanje određene antropometrijske karakteristike, tj. njeno povećanje (akceleracija) ili smanjenje (deakceleracija) tokom vremena. U sportu, praćenje antropometrijskih parametara i njihovih međusobnih odnosa može pomoći u pravovremenom usmeravanju dece za pojedine sportske discipline. Takođe, statističkom obradom dobijenih

podataka mogu se dobiti rezultati koji će se dalje koristiti u proizvodnji proizvoda široke namene (obuća, odeća, medicinska pomagala, transportna sredstva). Bez standardizovanog merenja, poređenje morfoloških karakteristika kod različitih osoba bilo bi nemoguće. Instrumenti koji se pri tome koriste moraju meriti u istim jedinicama, istom preciznošću i mogućnošću da istraživač može ponoviti merenja čiji rezultat mora biti u granicama greške koja neće mnogo uticati tj. menjati ishod merenja. Moderna antropometrija iziskuje univerzalnu, razumljivu terminologiju koja se primenjuje za morfološka obeležja, univerzalne jedinice merenja i instrumente koji su odgovarajući i precizni, kako bi se što bolje odredile sličnosti i razlike u nekoj veličini. Značajnu ulogu u standardizaciji antropometrijskih merenja dao je Internacionalni biološki program *IBP* (*Weiner i Lourie, 1969*). Jedan od glavnih doprinosa *IBP* je u načinu organizovanja multidisciplinarnih istraživanja, istraživanja rasta dece i omladine (*Eveleth i Tanner, 1976*) i frekvencije humanih gena (*Collins i Weiner, 1977*). Nakon *IBP* tokom 1970. nastaje novi internacionalni program pod nazivom Čovek i biosfera, pod pokroviteljstvom UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*). Oba ova multidisciplinarna projekta promovisala su međunarodnu saradnju, sakupila su značajne podatke o humanim populacijama koje su bile na rubu egzistencije, razvila su nove eksperimentalne tehnike i metode, te omogućila dalja istraživanja za čitave buduće generacije humanih biologa.

Merni instrumenti

Za antropometrijska merenja, najčešće korišćeni instrumenti koje propisuje *IBP* su: antropometar ili stadiometar, decimalna vaga, klizni šestar, kefalometar, pelvimetar, kaliper i santimetarska traka.

Antropometar



Slika 4. Antropometar

Antropometar služi za merenje visine tela i nekih drugih longitudinalnih dimenzija (Slika 4). To je 2,10 m duga metalna cev koja na sebi ima pomičan deo, koji klizi po čitavoj dužini. Pokretni deo ima na jednoj strani prečku koja se polaže na onu antropometrijsku tačku čija se udaljenost od tla (*basis*) želi izmeriti. Antropometar se može rastaviti na 4 jednaka dela, a gornji deo se može upotrebiti kao klizni šestar za merenje nekih drugih dimenzija tela (dužina noge, ruke, širina ramena). Preciznost merenja je $\pm 0,1$ cm.

Stadiometar

Stadiometar predstavlja laboratorijski antropometar, fiksiran za podlogu (Slika 5). Može biti izrađen od metala, drveta aloeje ili plastike. Preciznost je kao i kod antropometra $\pm 0,1$ cm.

Slika 5. Stadiometar





Slika 6. Vaga

Vaga

Za merenje telesne mase se koriste stabilne i/ili male portabl vage (Slika 6). Danas su sve češće u upotrebi portabl vage pomoću koji se može utvrditi i sastav tela osobe. Kod terenskih ispitivanja najčešće se koriste male prenosne vage.



Slika 7. Klizni šestar

Klizni šestar

Klizni šestar se upotrebljava za merenje manjih dimenzija glave, lica i ekstremiteta (Slika 7). Ima nekoliko tipova ovog mernog instrumenta. Klizni šestar po Martinu ima skalu sa rasponom od 20 cm, dok klizni šestar sa nonijusom ima raspon od 15 cm, sa preciznošću merenja od $\pm 0,1$ cm. Očitavanje se vrši na skali, na liniji koja se poklapa sa unutrašnjom ivicom pokretnog kraka

šestara.



Slika 8. Kefalometar

Kefalometar

Kefalometar se upotrebljava za merenje manjih dužinskih i širinskih dimenzija na glavi i licu (Slika 8). Po izgledu je vrlo sličan pelvimetru, samo je manjih dimenzija, sa rasponom od 30 cm i preciznošću $\pm 0,1$ cm. Očitavanje se vrši na liniji koja se poklapa sa unutrašnjim rubom prečke.

Pelvimetar (ginekološki šestar)

Pelvimetar se koristi za merenje većih transverzalnih mera. Sastoji se iz dva kraka čiji su vrhovi zaobljeni, a spojeni su preko vodoravne prečke na kojoj je skala raspona do 60 cm sa tačnošću $\pm 0,1$ cm. Očitavanje se vrši na liniji koja se poklapa sa unutrašnjim rubom prečke.

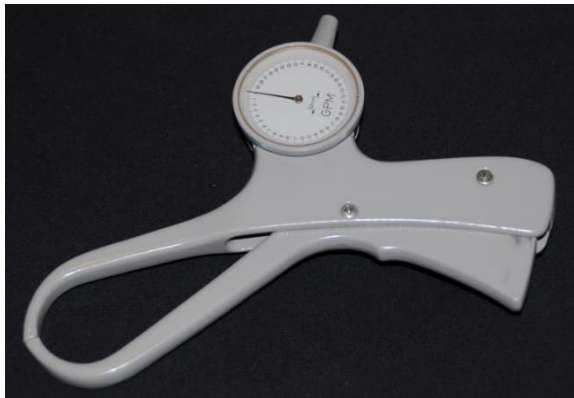
Kaliper

Kaliper služi za merenje debljine kožnih nabora. Najčešće se koristi kaliper tipa „John Bull“ koji se sastoji od 2 kraka, na čijim krajevima se nalaze pravougaone pločice veličine 15 x 15 mm, koje služe za što bolje hvatanje duplikatura kože, sa skalom raspona merenja od 0 do 40 mm (dva kruga od po 20 mm) sa tačnošću očitavanja od $\pm 0,2$ mm. Njegova konstrukcija omogućava merenje uvek pod istim pritiskom od 10 g/mm². Skala se podešava otpuštanjem

zavrtnja na jednom kraju instrumenta, pri čemu se, njenim okretanjem (levo-desno), indikator dovodi u nulti položaj (Slika 9 a).

Kaliper tipa “makaze” je nešto drugačije konstrukcije. Završeci krakova ovog instrumenta su okrugli, sa prečnikom od 6 mm. Raspon skale je od 60 mm, sa stalnim pritiskom od 20 g/m². Tačnost merenja je $\pm 0,5$ mm.

Langeov kaliper (Slika 9 b) je sa skalom raspona od 60 mm i tačnošću očitavanja do $\pm 0,5\%$ pune skale. Ovaj kaliper ima konstantan standardan pritisak od 10 g/mm² preko cele skale, što omogućava konstantan pritisak od čitanja do čitanja i kod raznih debljina kožnih nabora koje se mere.



a) John Bull kaliper



b) Langeov kaliper

Slika 9. Tipovi kalipera



Santimetarska traka

Santimetarska traka služi za merenje različitih obimskih dimenzija, a najčešće se koristi metalna – čelična traka sa centimetarskom podelom do 200 cm i tačnošću do $\pm 0,5$ cm. Obično je smeštena u bakelitnu ili metalnu kutiju. Osim metalne trake može se koristiti i plastična traka (Slika 10), ali ne i platnena zbog nepreciznosti koja nastaje usled njenog istezanja.

Slika 10. Santimetarska traka

Dinamometar

Dinamometar se koristi za merenje mišićne snage. Postoje dva osnovna tipa ovog aparata – mehanički i električni. Mehanički dinamometar (Slika 11) radi na principu opruge pri čemu se snaga mišića izražava stepenom pomeranja opruge pod pritiskom, tj. uglom pomeranja pera na skali dinamometra. Električni dinamometar registruje promenu električne struje u metalnom središtu na koje deluje mehanička sila pri pokušaju izvođenja pokreta. Vrednosti se očitavaju na elektronskim brojčanicima instrumenta.



Slika 11. Mehanički dinamometri

Spirometar



Slika 12. Spirometar

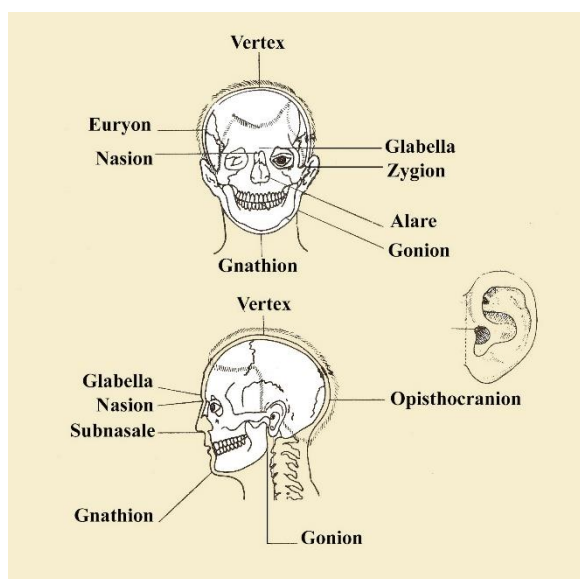
Spirometar se koristi za ispitivanje disajnih funkcija, tj. za određivanje zapremine (volumena) vazduha koju ispitanik može da izduva iz pluća. Postoji više različitih vrsta ovog aparata. Portabl spirometar, s obzirom na to da je malih dimenzija, lako se prenosi i jednostavan je za upotrebu (Slika 12). Sastoji se iz dve plastične okrugle komore postavljene jedna u drugu. U spoljašnjoj se nalazi pokretna prepreka, koja se pod dejstvom struje izdahnutog vazduha rotira i preko zupčanika pokreće kazaljku na skali.

Antropometrijske tačke

U cilju preciznije analize telesnih karakteristika, standardizacije i mogućnosti univerzalne komparacije dobijenih rezultata, antropometrija je ustanovila osnovne principe merenja čovekovih telesnih dimenzija. Kvantitativna morfološka svojstva se mere na osnovu pozicije antropometrijskih tačaka. Antropometrija se bazira na tačnom lociranju velikog broja odabranih antropometrijskih tačaka. To su tačke na telu između kojih se vrši merenje telesnih karakteristika, a ustanovljene su i standardizovane na osnovu Internacionalnog biološkog programa (*IBP*).

Antropometrijske tačke se mogu podeliti u dve grupe: fiksne i virtuelne. Fiksne antropometrijske tačke nalaze se uvek na istom mestu na telu, bez obzira na trenutni položaj tela. Obično se nalaze na nekom izbočenom delu skeleta, a palpacijom se relativno lako mogu odrediti. Virtuelne tačke su one, čiji se položaj menja sa promenom položaja tela. Ponekad pozicija virtuelnih tačaka direktno zavisi od podloge na kojoj ispitanik stoji prilikom merenja, a određivanje njihovog položaja zavisi od uvežbanosti ispitivača. Kada se određuje položaj antropometrijskih tačaka, treba uzeti u obzir da postoje brojne individualne varijacije u obliku skeleta. Ako skelet poseduje značajne neravnine, pozicija antropometrijskih tačaka, ne mora uvek da bude na istom mestu.

Primeri nekih antropometrijskih tačaka na glavi, licu (Slika 13) i ekstremitetima (Slika 14):



Slika 13. Antropometrijske tačke na glavi i licu

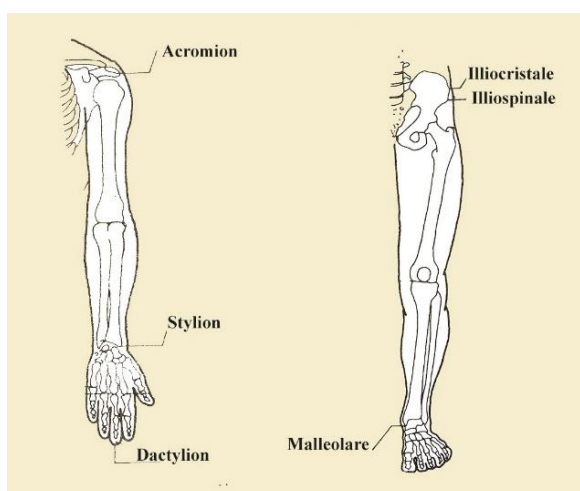
donjoj ivici tela donje vilice – *corpus mandibulae*.

Gonion - tačka koja odgovara temenu ugla donje vilice – *angulus mandibulae*. Merenjem razmaka između oba goniona određuje se širina donje vilice.

Nasion - tačka smeštena u medijalnoj ravni, na mestu spoja čelone sa nosnom kosti.

Subnasale - tačka koja se nalazi u temenu ugla što ga zatvaraju donja ivica nosne pregrade i koža gornje usne.

Zygion - najizbočenije smeštena tačka na jagodičnom luku (*arcus zygomaticus*). Udaljenost između oba *zygiona* predstavlja širinu lica.



Slika 14. Antropometrijske tačke na ekstremitetima

Vertex - najviša tačka na temenu.

Opisthocranium - tačka smeštena u medijalnoj ravni na zadnjoj strani glave i to na najizbočenijem delu, a pronalazimo je tako što njen položaj odredimo kao najudaljeniji od tačke *glabella*.

Glabella - tačka koja se nalazi na čelu u medijalnoj liniji i to na mestu gde se seku gornji rubovi desnog i levog luka orbita.

Euryon - najlateralnije smeštena tačka na glavi. Njen položaj zavisi od oblika skeleta lobanje. Merenjem razmaka između oba euryona određujemo najveću širinu glave.

Gnathion - najniže smeštena tačka glave. Nalazi se na medijalnoj liniji i to na

Acromion – najispupčenija tačka na natplečku lopatice.

Dactylium - nalazi se na vrhu srednjeg prsta.

Stylium - najdistalnija tačka koja je smeštena na vrhu nastavka žbice – *processus styloideus*.

Iliocristale - tačka na najlateralnijem delu gornje ivice grebena karlične kosti (bedreni greben).

Iliospinale - tačka nad šiljatim (prednjim gornjim) ispupčenjem bedrene kosti (*spina iliaca anterior superior*).

Malleolare - tačka koja se nalazi na donjem kraju koštanog nastavka – *malleolus medialis* golenjače. Predstavlja najispupčeniju tačku na unutrašnjem gležnju.

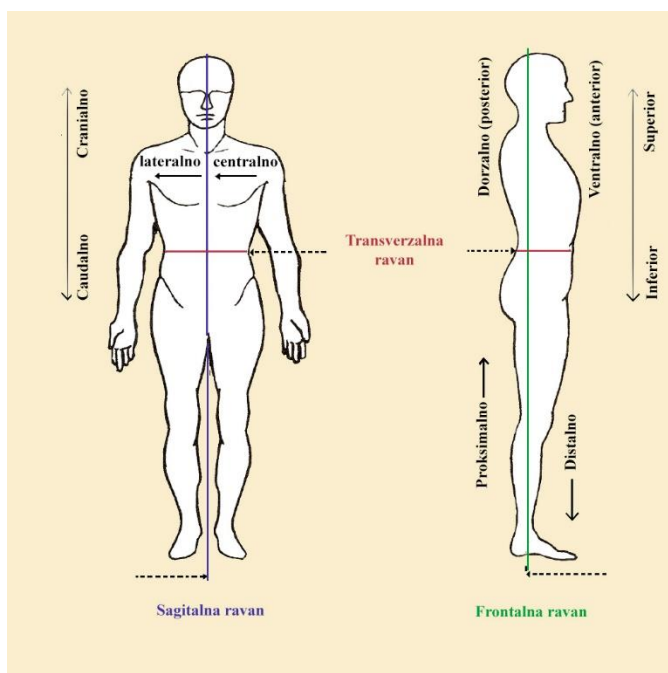
Internacionalni biološki program *IBP* predlaže listu od 39 antropometrijskih mera na telu čoveka, a sve ove karakteristike se mogu podeliti u nekoliko grupa:

- Uzdužna („longitudinalna“) dimenzija skeleta: visina tela, sedeća visina, raspon ruku, dužina ruku, dužina nogu.
- Poprečna („transverzalna“) dimenzija skeleta: širina ramena, širina karlice, širina kukova, širina lakta, širina zgloba, širina kolena.
- Telesna masa i volumen: masa tela, srednji obim grudnog koša, obim trbuha, obim nadlaktice, obim podlaktice, obim natkolenice, obim potkolenice.
- Potkožno masno tkivo: kožni nabor nadlaktice, kožni nabor podlaktice, kožni nabor na leđima, kožni nabor trbuha, kožni nabor natkolenice, kožni nabor potkolenice.

Orijentacija u položaju čovečjeg tela

Ravni tela

Anatomska obeležja opisuju se u odnosu na tačno određeni položaj tela, tzv. anatomski (standardni) položaj: telo je u uspravnom, stojećem stavu, stopala su paralelna, ruke opružene uz telo, dlanovi okrenuti prema napred, sa prstima prema dole. Glava je u položaju „Frankfurtske horizontale“, (horizontalna ravan koja prolazi kroz najnižu tačku donje ivice očne duplje - orbite (*orbitale*) i najvišu tačku ulaza u spoljašnji slušni kanal (*porion*).



Slika 15. Osnovni anatomski položaj i ravni tela kod čoveka

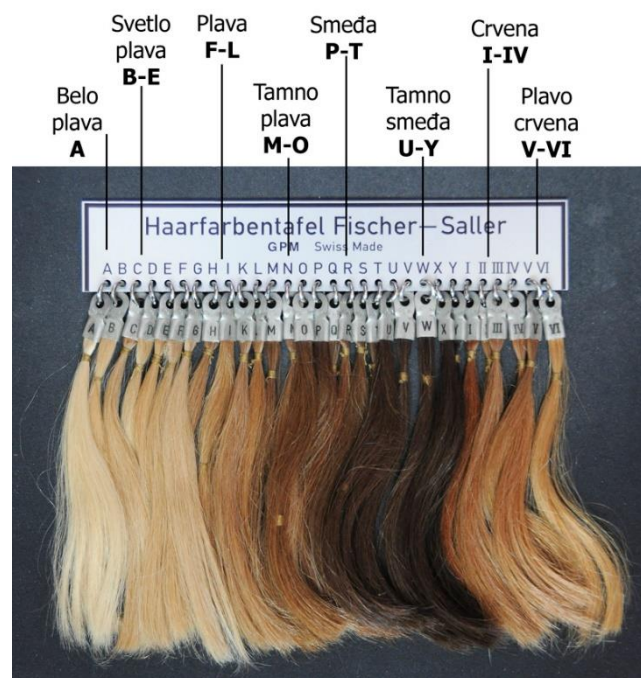
Osnovni anatomski položaj čovečjeg tela određuje se zamišljenim linijama koje daju tri osnovne ravni: sagitalnu, frontalnu i horizontalnu (Slika 15). Sagitalna ravan deli čoveče telo na dve simetrične bočne polovine i naziva se središnja ili medijalna ravan. Za obeležje koje je bliže sagitalnoj ravni smatra se da je smešteno medijalno (*medialis* = srednji), a udaljeno obeležje je smešteno lateralno (*lateralis* = sa strane). Frontalna (čeaona) ravan je vertikalna i paralelna ravni čela, a deli telo na prednji i zadnji deo. Za obeležja koja su ispred i iza u odnosu na frontalnu ravan koriste se pridevi *anterior* (prednji) i *posterior* (zadnji). Obe ravni seče horizontalna ili poprečna (transverzalna) ravan čovečjeg tela. Za

obeležja koja su iznad i ispod u odnosu na poprečnu ravan koristi se pridev *superior* (gornji) i *inferior* (donji). Anatomska obeležja koja su bliže trupu i sagitalnoj ravni nalaze se proksimalno (*proximalis*) u odnosu na obeležja koja su dalje od trupa, odnosno distalno (*distalis*).

1.8.2. Antroposkopija

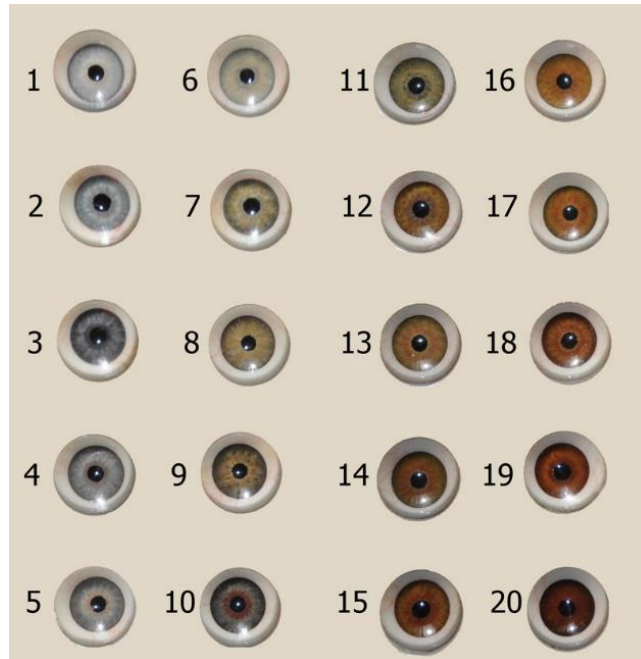
Antroposkopija je dobila ime od grčkih reči *anthropos* (čovjek) i *skopeo* (gledati). Antroposkopijom se određuju osobine koje je moguće posmatranjem definisati, a spadaju u kvalitativna svojstva. To je metoda koja se koristi za izučavanje onih karakteristika, koje nisu izražene tj. merene na kontinualnoj skali (mm ili cm), a njihova ekspresija je podeljena u diskretne kategorije tj. jasno se mogu razgraničiti fenotipovi. Morfološke karakteristike koje se ne mogu utvrditi merenjem, jednostavno se mogu opisati. Uočava se npr. prisustvo ili odsustvo nekog svojstva, oblik, boja, intenzitet itd. Koristi se u analizama kod živih ljudi ali i u forenzičkim analizama za svojstva kod kojih se jasno može grupisati osobina, odnosno jasno je razgraničen fenotip. Osoba ili poseduje ili ne poseduje datu karakteristiku. Antroposkopija se bazira na vizuelnoj proceni subjekta ili se koriste određene skale za procenu osobina, kao što je npr.:

Fišer-Salerova skala za određivanje boje kose (Slika 16), koja se sastoji od 30 prirodnih pramenova kose koji su označeni slovima od A do Z i rimskim brojevima od I do VI. Posmatra se kojoj nijansi boje kose najviše odgovara boja na skali.



Slika 16. Fišer-Salerova skala za određivanje boje kose

Martin-Salerova skala za određivanje boje očiju (Slika 17), sastoji se od 20 modela staklenih očiju čije su boje označene arapskim brojevima.



Slika 17. Martin-Salerova skala za određivanje boje očiju

Lušanova skala za određivanje boje kože koja se sastoji od 36 neprozirnih staklenih pločica koje se upoređuju sa kožom ispitanika.

1.8.3. Tipologija

Tipologija predstavlja metodu analize i klasifikaciju ljudi na različite tipove, koja se vrši na osnovu standardizovanih antropometrijskih pokazatelja. Različiti geografski regioni odlikuju se određenim i različitim tipovima ljudi, međutim i u okviru istog regiona ljudi se međusobno veoma razlikuju, te se mogu podeliti u razne tipove ljudi s obzirom na njihove somatske (telesne) ili psihološke karakteristike. Ovo je stara metoda koja se sprovodi još od Aristotela, koji je razvrstavao ljude prema njihovom fizičkom izgledu i/ili temperamentu. Naročito su popularne tipologije gde se ljudi grupišu ne samo po fizičkim, već i po psihološkim karakteristikama. Na prostorima Balkanskog poluostrva značajnu ulogu u fizičkoj i psihološkoj tipizaciji stanovništva imao je istaknuti antropogeograf Jovan Cvijić.

1.8.4. Biometrija

Biometrija predstavlja deo antropometrije, jer se bazira na određivanju merljivih oznaka za opisivanje i identifikaciju neke osobe. U širem smislu biometrija predstavlja metodu koja proučava biološke fenomene, pomoću statističkih analiza. Ovo uključuje primenu matematičkog modeliranja, primenjene matematike i statističkih metoda u opisivanju bioloških fenomena. Biometrija je savremena metoda koja predstavlja automatizovan metod utvrđivanja identiteta osobe na osnovu fizičkih karakteristika, kao što su: dermatoglifi (otisci prstiju), karakteristike lica, geometrija ruke (oblik šake i dužina prstiju), izgled dužice ili mrežnjače oka, raspored vena ili karakteristike glasa. Danas biometrija nalazi sve veću primenu u utvrđivanju identiteta neke osobe.

1.8.5. Dermatoglifika

Dermatoglifika se bazira na analizi otisaka prstiju. Kao što je navedeno, danas se ova analiza najčešće koristi u biometrijskim analizama, međutim, zahvaljujući svojim posebnim karakteristikama, dermatoglifi su našli široku primenu u različitim istraživanjima humanih populacija. Često se koriste u populacionim istraživanjima, jer se različite populacije razlikuju po broju i vrsti dermalnih šara. Na osnovu analize dermatoglifa, mogu se pratiti migracije, kao i izolovane populacije (koje žive na ostrvima, u zatvorenim planinskim dolinama, rezervatima), s obzirom na to, da se zbog genetskog drifta mogu razlikovati od osnovne populacije od koje potiču. Dermatoglifi služe za određivanje genetičke povezanosti ljudi u multietničkim populacijama. Dermatoglifi se razlikuju kod polova, pa se mogu koristiti i kod određivanja nepravilnosti polnih hromozoma, ali i kod nekih drugih patoloških stanja.

1.8.6. Citogenetske metode

Citogenetske metode su veoma značajne jer opisuju hromosome u telesnim ćelijama. Ćelijski fenotip se može primeniti kao biomarker za razdvajanje normalnog od abnormalnog biološkog stanja. Citogenetske metode za proučavanje hromozoma i njihove povezanosti sa bolestima kod ljudi su veoma napredovale poslednjih godina i dekada. Moderan citogenetski pristup omogućava: da se precizno locira na hromozomu bilo koji gen, da se proučavaju ćelije iz bilo kog tkiva (kao i ćelije tumora), da se identifikuju ćelije koje su izgubile ili dobile određeni hromozom, da se otkrije translokacija u određenom delu hromozoma itd. U tom smislu citogenetika predstavlja značajno sredstvo u dijagnostici različitih oboljenja.

1.8.7. Fiziološke metode

Danas se koriste razne metode za ispitivanje fizioloških karakteristika ljudi. Takve su npr. dinamometrija, oscilografija i spirometrija.

Dinamometrija predstavlja proces merenja mišićne snage, snage i/ili izdržljivosti. Snaga predstavlja sposobnost mišića da proizvede silu. S obzirom na to, da je teško direktno izmeriti pojedinačnu snagu mišića, jačina mišića se određuje jačinom spoljašnje sile koju proizvede mišić ili grupa mišića tokom izometrijske kontrakcije. Ova metoda se vrlo često koristi u sportskoj antropologiji, ali takođe i u drugim istraživanjima, kada je potrebno analizirati mišićnu snagu i funkciju zglobova.

Oscilografija je metoda koja se koristi za merenje protoka krvi u ekstremitetima. Ovom metodom se dobija uvid u stanje krvnih sudova, na osnovu ocrtanih pulsnihih krivulja.

Spirometrija je metoda koja se koristi za ispitivanje disajnih funkcija, tj. za određivanje zapremine (volumena) vazduha koju ispitanik može da izdahne iz pluća.

1.8.8. Analiza telesne kompozicije i merenje potrošnje energije (kalorimetrija)

Koriste se za razumevanje procesa rasta i razvoja, kao i za praćenje faktora rizika za nastanak i razvoj bolesti i predstavljaju bitan element za utvrđivanje fiziološkog profila neke osobe.

Određivanje krvnih grupa je od naročitog značaja u različitim ljudskim populacijama, zbog utvrđivanja mikroevolucionih procesa i populacionih istraživanja.

Ispitivanje osetljivosti na pojedine ukuse (PTC test upotrebom feniltiokarbamida).

Za otkrivanje DNK markera humanih varijacija upotrebljavaju se metode koje se koriste i u molekularnoj genetici: elektroforeza, imuno elektroforeza, spektrofotometrija, razne biohemijske metode pomoću kojih se odvajaju pojedine ćelijske komponente (DNK, RNK, proteini itd.). Markiranje pomoću radioaktivnih supstanci i elektromikroskopija takođe spadaju u metode molekularne genetike.

Za otkrivanje karakternih osobina ljudi koriste se razni psihološki testovi.

1.9. Klasične metode u humanoju genetici

Organizmi koji su pogodni za genetske analize mogu se eksperimentalno ukrštati, vrlo brzo daju velik broj potomaka, a rastu i reprodukuju se na malom prostoru, pod kontrolisanim uslovima. Međutim, kod ljudi stvaranje ovakvih uslova nije moguće. Ljudi žive u različitim uslovima i životnim sredinama. Sami biraju bračnog partnera i reprodukuju se kada hoće i ako hoće. Ljudi žive onoliko dugo kao i genetičari koji proučavaju određeno svojstvo kod ljudi, pa je na taj način praćenje određenih svojstava kroz niz generacija ograničeno. Većina porodica nisu jako velike, pa tako nema dovoljno potomstva da bi se lako doneo zaključak u vezi sa nasleđivanjem. Zbog toga se u humanoju genetici primenjuju neki drugi klasični načini istraživanja, kao što su metod blizanaca, genealoška metoda (rodoslovna stabla) i razne populacione metode (ispitivanje starosedeoaca, doseljenika, populacija različitog porekla u istom okruženju). Ove analize pokušavaju da nađu odgovor na pitanje, kako i u kojoj meri određeni faktori utiču na ispoljavanje različitih osobina, tip i način njihovog nasleđivanja i ispoljavanja u porodicama.

1.9.1. Genealoška metoda - rodoslovna stabla

Da bi se rešio problem analize nasleđivanja ljudskih osobina, naučnici koriste genealošku metodu tj. analizu rodoslovnih stabala. Sa biološke tačke gledišta genealogija se smatra jednim od metoda genetskog istraživanja. Pojam genealogija potiče od grčkih reči *genea* (što označava generaciju, rasu ili porodicu) i *logos* (nauka). Pod genealogijom se podrazumeva proučavanje porodica i istraživanje srodničkih veza i istorije određene porodice. Genealozi koriste usmeno date podatke, istorijske zapise i genetske analize kako bi dobili informacije o određenoj porodici. Začetnik genealoške metode je britanski antropolog *W.H.R. Rivers* (1912) koji je detaljno opisao ovu metodu, nakon čega je ona postala standardna metoda u socijalnoj

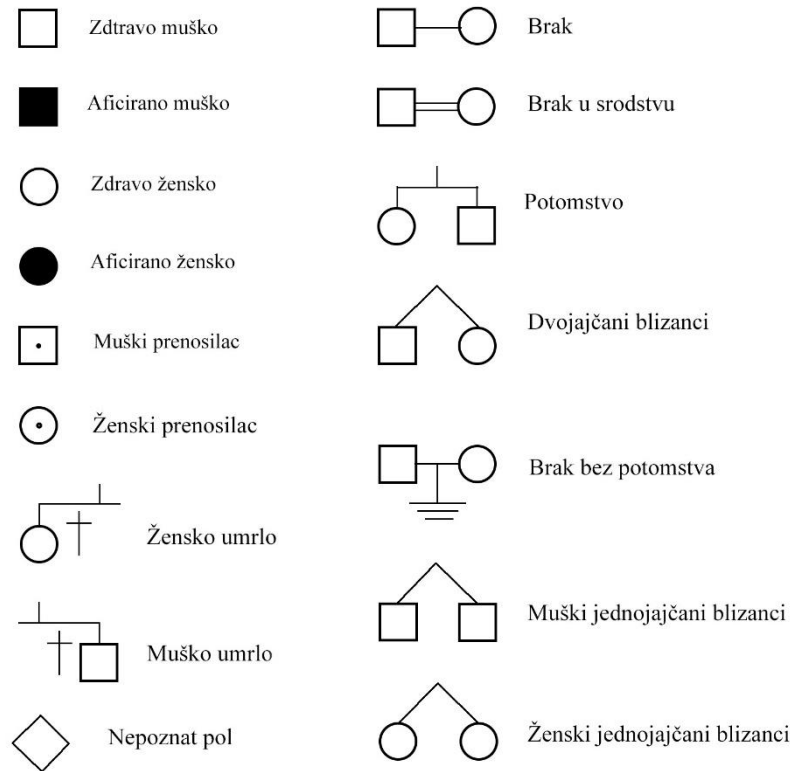
antropologiji. Ova metoda se takođe koristila prilikom studija etničkih grupa koje su migrirale u Sjedinjene Američke Države. Antropolozi su tako, zahvaljujući ovoj metodi, ustanovili da bolest kuru, koja je bila rasprostranjena među nekim plemenima u Novoj Gvineji, nema nasledni karakter, kao što se to prvobitno mislilo, već je povezana sa širenjem kanibalizma na njihovoj teritoriji. Antropolozi su takođe koristili genealošku metodu u istraživanjima širenja *AIDS*-a u Africi. Medicinska genealogija proučava porodice, porodične veze i medicinsku istoriju u porodici. Koristi se za kliničko-konsultantsku praksu u praćenju nasleđivanja različitih osobina. Informacije u vezi sa istorijom bolesti u porodici se dobijaju pomoću usmenog intervjua (od strane kliničkog genetičara, nekog drugog lekara ili genetskog savetnika), iz medicinskih ili istorijskih zapisa, ranijih genetskih analiza i drugih relevantnih izvora.

Rodoslovno stablo ili pedigre predstavlja grafički prikaz srodničkih i genetskih veza između osoba u pojedinačnim generacijama. Ono predstavlja osnovu genealoškog metoda i pruža osnovne informacije o pojavljivanju određene osobine/fenotipa. Prilikom izrade pedigrea koriste se standardne metode, odredbe i simboli koji reprezentuju individue (Slika 18). Detaljnije informacije o članovima porodice navode se u legendi (npr. ispod ili iznad rodoslovlja). Generacije se numerišu rimskim brojevima, a pojedinci u generaciji arapskim brojevima.

Kada genetičari analiziraju rodoslovno stablo oni se oslanjaju na njihovo znanje o verovatnoći i Mendelovim zakonima nasleđivanja, koji mogu da dovedu do zaključka o genetskoj bazi određenog svojstva (tj. načinu nasleđivanja). Na primer, zaključak može da nam sugeriše da je alel odgovoran za neku nepravilnost dominantan ili recesivan, ili da je možda lokalizovan na određenom autozomu ili polnom hromozomu. Sakupljajući veliki broj rodoslovnih stabala različitih porodica povećava se numerička baza za analizu. Kada bilo koje svojstvo prate obični Mendelovi zakoni nasleđivanja, genetičari sa velikom sigurnošću mogu da predvide pojavu tog svojstva ili neke druge anomalije kod dece ili budućih roditelja. Da bi se utvrdio način prenošenja nekog poremećaja obično je prvi korak da se upozna sa istorijom porodice pacijenta i da se grafički predstavi rodoslovno stablo porodice korišćenjem standardnih simbola. Član porodice koji se javio lekaru i kod kog je ustanovljen poremećaj zove se probant, propozitus ili indeksni slučaj. U rodoslovnom stablu ova osoba se označava strelicom. Porodica može imati više od jednog probanta. Osoba iz dotične porodice koja je kontaktirala sa lekarima zove se konsultant. Ona može ili ne mora biti aficirana osoba, ali je u rođачkoj vezi sa probantom. Konsultant daje podatke koji su potrebni za izradu rodoslovnog stabla, kako bi se procenila verovatnoća/rizik ponovnog javljanja određene osobine ili patološkog stanja.

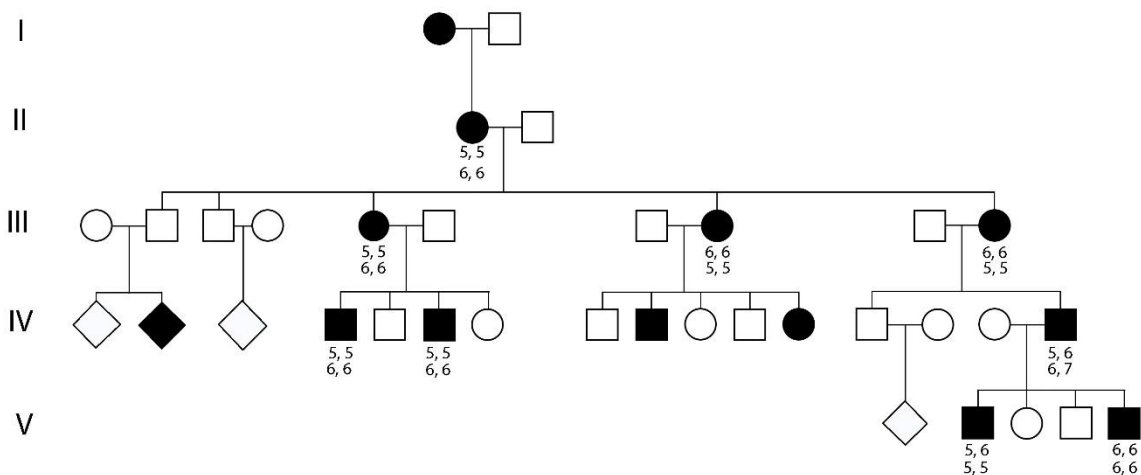
Braća i sestre se zovu potomci. Cela porodica čini (rod, pleme) krvno srodstvo. Prvi stepen srodstva je između roditelja i dece i to su rođaci I stepena. Drugi stepen je između rođenih braće i sestara; III stepen je između tetaka (ujaka, stričeva) sa jedne i bratanaca (sestričina, bratanica) sa druge strane, IV stepen srodstva je između prvih rođaka (braća i sestre od tetaka, ujaka). Potomci prvih rođaka su drugi rođaci i oni su u VI stepenu srodstva. Parovi koji imaju jednog ili više zajedničkih predaka su konsangvini. Ako postoji samo jedan slučaj

aficirane osobe u porodici, on ili ona su "izolovani slučaj". Ako se utvrdi da je poremećaj nastao kao rezultat nove mutacije kod propozitusu to se naziva "sporadični slučaj".



Slika 18. Internacionalne oznake najčešće korišćene prilikom prikazivanja rodoslovlja

Na slici 19 je prikazano rodoslovno stablo porodice sa polidaktilijom. Sa ovim stanjem individua ima višak prstiju, na rukama, na nogama ili i jedno i drugo. Ekspresija gena za ovo svojstvo varira među različitim individuama. Brojevi označavaju broj prstiju na rukama i nogama.



Slika 19. Rodoslovno stablo porodice sa polidaktilijom

Genetičke nepravilnosti kod ljudi

Genetička abnormalnost predstavlja retku, neuobičajenu verziju svojstva, kao što je npr. kada se osoba rodi sa 6 prstiju na nogama umesto 5. Genetska nepravilnost je nasledna i to će pre ili kasnije prouzrokovati ozbiljne medicinske probleme.

Pod sindromom se podrazumeva poznat niz simptoma koji karakteriše određenu nepravilnost.

Aleli koji prouzrokuju ozbiljne genetske nedostatke izlažu ljude velikom riziku pa su stoga i retki u populacijama. Postavlja se pitanje zašto onda oni potpuno i ne nestanu. Kao prvo može se očekivati da se retke mutacije jave kao nove kopije alela u određenoj populaciji (mutacija *de novo*). Drugo, kod heterozigota štetni alel je u paru sa normalnim koji može da prikrije njegovo dejstvo, ali se on opet može preneti na potomke.

Ponekad se pogrešno genetska nepravilnost zove bolešću. Međutim, ovi termini se ne mogu zamenjivati. Bolest je takođe abnormalna promena u načinu funkcionisanja ljudskog tela i takođe je karakterisana nizom simptoma. Ali, bolest može biti prouzrokovana infekcijom, nepravilnom ishranom ili spoljašnjim faktorima, a ne nasleđem mutiranog gena.

Neka svojstva ljudi se nasleđuju po Mendelovim pravilima nasleđivanja. Mnoga su prouzrokovana dominantnim ili recesivnim alelom ili se alel nalazi na X polnom hromozomu. Druga su opet svojstva rezultat promene u strukturi ili broju hromozoma.

Dominantno i recesivno nasleđivanje

Ako se neki fenotip ispoljava i u homozigotnom i u heterozigotnom stanju on je **dominantan**, ako se ispoljava samo u homozigotnom onda je **recesivan**. Autozomno dominantni poremećaji su mnogo ozbiljniji i teži kod homozigota nego heterozigota, međutim dva genetička oboljenja - Hantingtonova bolest i multipla endokrina adenomatoza podjednako su opasne i za homo i heterozigote. Kada se fenotip heterozigota razlikuje od homozigota, a njegova ozbiljnost (težina) je nešto između ta dva genotipa onda se takav fenotip zove

nekompletna dominacija. Ako neki alel izražava svoj efekat samo sa još jednim drugim alelom onda se takvi aleli zovu **kodominantni**.

U mnogim slučajevima pacijenti sa genetskim poremećajem nemaju aficirane rođake ali ipak se može znati da je poremećaj genetičke prirode. Zbog markantne upadljive fenotipske sličnosti različitih porodica sa istim defektom, dobro utvrđeni načini nasleđivanja u drugim porodicama sa istim poremećajem često se može koristiti kao baza za dijagnozu i savetovanje čak iako je pacijent izolovani slučaj u familiji.

Mada se u generalnom smislu nasleđivanje monogenских svojstava može klasifikovati kao autozomno ili X vezano, ili kao dominantno ili recesivno, način nasleđivanja ponekad može biti nejasan usled dejstva velikog broja drugih faktora. Usled malog broja potomaka (što je danas opšti trend u razvijenim zemljama, pacijent (propozitus) može nekad da bude jedini aficirani član porodice, pa stoga način nasleđivanja možda neće odmah biti jasan. I neke druge činjenice treba uzeti u obzir: nove mutacije nisu retka pojava kod dominantnih ili polno vezanih bolesti. Teškoće u dijagnozi mogu da se jave i zbog toga što dati gen nema, ili ima različitu ekspresiju, tako da drugi geni i spoljašnji činioci mogu da utiču na genetsku ekspresiju. Nekad plod sa određenim genotipom ne uspe da preživi do momenta rođenja, pa na taj način znanje o tome da li je određeni poremećaj postojao kod rođaka dotične osobe, može biti zamagljen.

Autozomno recesivno nasleđivanje

Autozomno recesivni poremećaji javljaju se samo kod homozigotnih osoba sa dva mutirana alela i ni jednim normalnim, jer jedan normalni gen može da kompenzuje dejstvo recesivnog i da spreči razvoj anomalije/bolesti. Pošto osoba nasledi samo jedan od dva alela na svakom lokusu od jednog roditelja, homozigoti moraju naslediti mutirani alel od oba roditelja. Na slici 20 je prikazano tipično rodoslovno stablo porodice sa autozomno recesivnim poremećajem. Oba roditelja aficirane osobe su heterozigotni nosioci. Verovatnoća da će njihova deca dobiti recesivni alel je 1/2 od svakog roditelja pa je stoga šansa da se naslede dva recesivna alela $1/2 \times 1/2$ ili 1:4. Proband može da bude jedina aficirana osoba, ali ako postoji i neki drugi aficiran član, onda je on verovatno u rodu sa datom osobom, a nije neka druga osoba u rodoslovnom stablu, osim ukoliko porodica nije visoko inbredovana. Svaki brak u kom svaki roditelj ima bar jedan recesivni alel može da proizvede aficiranog homozigota, a najčešći način je da sklapaju brak dva neaficirana prenosioca (heterozigota). Moguća tri tipa sklapanja brakova i rizik homozigota kod potomstva su:

RODITELJI

nosilac x nosioc: Aa x Aa

nosilac x aficiran: Aa x aa

aficiran x aficiran: aa x aa

RIZIK KOD POTOMSTVA

1/4 AA, 1/2 Aa, 1/4aa; 3/4 : 1/4

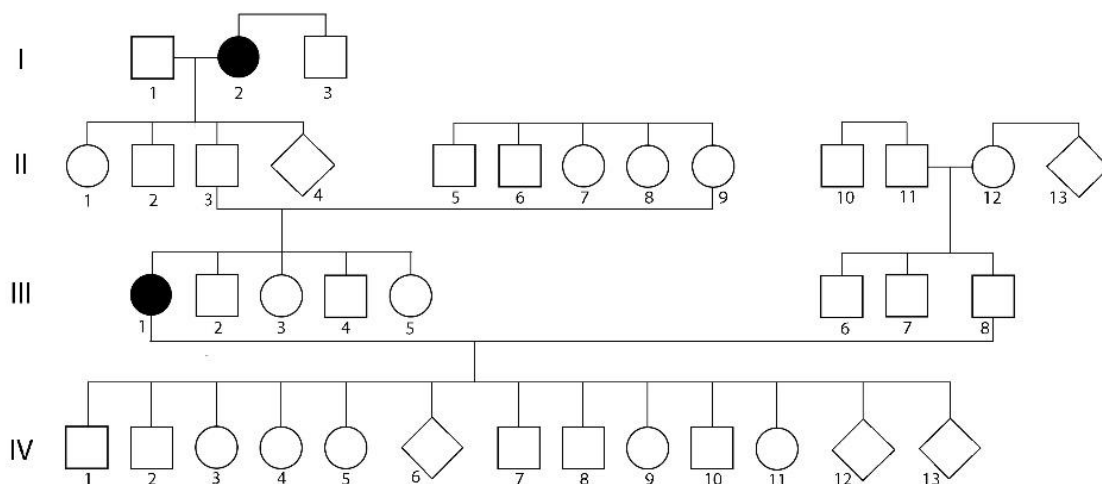
1/2 Aa, 1/2 aa;

aa svi aficirani

Nosioci autozomno recesivnog gena nisu klinički prepoznatljivi, ali su mnogo češći nego homozigotne aficirane osobe. Mutantni alel odgovoran za recesivno oboljenje je generalno gledajući redak, pa je tako šansa da osoba ima dve kopije retkog mutiranog alela mnogo manja nego šansa da osoba nasledi jedan normalan, a drugi mutirani alel. Pošto se autozomno recesivni poremećaj mora naslediti od oba roditelja rizik da bilo koji nosilac ima

aficirano dete zavisi delimično od šanse da je njen ili njegov bračni drug nosilac datog oboljenja. Zbog toga je poznavanje frekvencije prenosilaca bolesti klinički važno zbog genetičkog savetovanja. Najčešći autozomno recesivni poremećaj kod dece Kavkazoida je cistična fibroza (CF). CF je praktično nepoznata u populaciji Azije i relativno je retka u afričko-američkoj populaciji. Međutim, kod Kavkazoida otprilike jedno dete na 2.000 ima mutirane alele cistične fibroze i ima bolest. Izračunato je da je frekvencija nosilaca oko 1/22. U populaciji od 2.000 Kavkazoida može se očekivati jedna osoba sa CF, 90 zdravih prenosilaca i 1.909 normalnih homozigota.

Druga relativno česta genetska bolest među Kavkazoidima je galaktozemija. U proseku 1 na 100.000 novorođenih je recesivan homozigot za alel koji uzrokuje galaktozemiju. Ovakve osobe ne proizvode funkcionalni enzim koji razgrađuje laktozu pa se ona nagomilava u organizmu, do toksičnih razmera. Normalno se laktoza konvertuje u glukozu i galaktozu, a onda u glukozo-1 fosfat (koji se razgrađuje u glikolizi ili se konvertuje u glikogen). Kod osoba sa galaktozemijom potpuna konverzija je blokirana. Galaktoza u krvi raste te se može detektovati u krvi. To štetno utiče na oči, jetru, mozak i uzrokuje iscrpljenost, dijareju, povraćanje. Bolesnici koji se ne leče često umiru u detinjstvu. Međutim, pravilnom ishranom mogu se ublažiti simptomi ove genetičke bolesti.



Slika 20. Rodoslovno stablo porodice sa albinizmom

Karakteristike nasleđivanja autozomno recesivnog svojstva:

- Ako su oba roditelja heterozigoti bilo koje njihovo dete ima 50% šanse da bude heterozigot a 25% šanse da bude recesivni homozigot
- Ako su oba roditelja recesivni homozigoti svako njihovo dete će imati isti takav genotip
- Ako se autozomno recesivni fenotip pojavi kod više od jednog člana porodice, javlja se tipično kod potomstva probanta, a ne kod roditelja baba, deda ili ostale rodbine
- Muškarci i žene uglavnom podjednako oboljevaju

- Roditelji aficirane osobe mogu u nekim slučajevima biti u srodstvu. To je posebno slučaj ako je gen koji je odgovoran za poremećaj redak u populaciji.

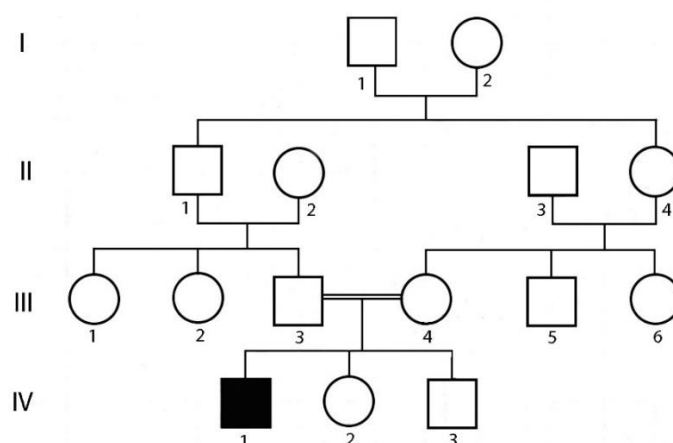
Polno vezani autozomni poremećaji

Autozomno recesivni poremećaji se obično javljaju u podjednakoj frekvenciji kod muškaraca i žena. Međutim, neki poremećaji su vezani za pol, naime javljaju se kod oba pola ali sa različitom frekvencijom. Među autozomnim poremećajima hemohromatozis je primer bolesti koja se češće i jače ispoljava kod muškog pola. Kod ovog autozomnog recesivnog poremećaja metabolizma gvožđa dolazi do pojačane apsorpcije gvožđa iz hrane. Količina gvožđa u organizmu je uvećana i do 10 puta, što dovodi do gomilanja gvožđa sa ozbiljnim patološkim posledicama. Niža učestalost ovog poremećaja kod žena (1/10 u odnosu na muškarce) povezana je sa nižim unosom gvožđa i većim gubitkom gvožđa tokom menstruacije.

Konsangvinitet i inbriding

Većina mutiranih recesivnih alela nalaze se kod prenosilaca, a ne kod obolelih. Mutantni aleli mogu da budu prikriveni u porodici kroz niz generacija a da se uopšte ne pojave u homozigotnoj formi. Prisustvo ovako skrivenog recesivnog gena se ne može otkriti sve dok prenosilac ne sklopi brak sa još jednim prenosiocem, a njihovo dete nasledi oba takva mutirana alela. Analizom kod potomaka incestuoznih brakova utvrđeno je da svako nosi najmanje 8–10 mutiranih alela za dobro poznate recesivne poremećaje.

Verovatnoća da oba roditelja nose mutirani alel na istom lokusu raste ukoliko su roditelji srodnici i ako su oba roditelja nasledili mutirani alel od jednog zajedničkog pretka, što predstavlja konsangvinitet. Poremećaj u rodoslovnom stablu na slici 21 je verovatno autozomalno recesivno svojstvo iako nema nekih drugih informacija da bi se utvrdio stvaran način nasleđivanja.



Slika 21. Recesivno autozomno nasleđivanje

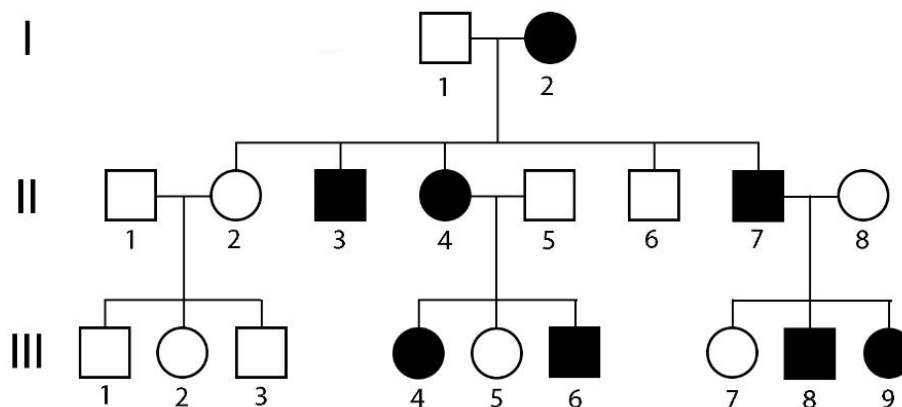
Čak iako roditelji smatraju da nisu srodni, moguće je da imaju zajedničkog pretka iz nekoliko generacija, posebno ukoliko su iz neke slične etničke grupe ili geografskog porekla. Iako je danas u većini populacija u zapadnim zemljama incidencija brakova u srodstvu niska, relativno je česta kod pojedinih etničkih grupa u Japanu, Južnoj Indiji i Srednjem istoku.

Međutim, konsangvinitet nije jedino objašnjenje za autozomno recesivno nasleđivanje. Često se javlja i kod potomaka nesrodnih brakova ako su oba bračna druga nosioci recesivnog gena. To je slučaj kada recesivno svojstvo ima visoku frekvenciju u populaciji. Tako većina aficiranih osoba sa relativno čestim poremećajem, kao što je npr. cistična fibroza, nisu rezultat konsangviniteta, pošto je mutirani alel čest u populaciji. Konsangvinitet se češće nalazio u slučaju bolesnika koji su imali neki redak poremećaj. Genetički rizik kod potomstva iz srodničkih brakova nije tako velik kao što se to obično misli. Konsangvinitet na nivou 3. rođaka ili još daljih se ne smatra da ima genetički signifikantne posledice, a povećan rizik abnormalnog potomstva je u takvim slučajevima beznačajan.

Autozomno dominantno nasleđivanje

Incidencija nekog autozomno dominantnog poremećaja je prilično visoka, posebno u nekim određenim geografskim regionima, kao što je npr. slučaj sa genom za porodičnu hiperholesterolemiju u populacijama Evropljana i Japanaca. Autozomalno dominantni poremećaji brže se šire, prenose se s generacije na generaciju u jednoj porodici i mogu postati problem ne samo pojedinačno za neku osobu već za čitavu porodicu i to često u više generacija.

Kod tipično autozomno dominantnog nasleđivanja svaka aficirana osoba u pedigreu ima aficiranog roditelja koji takode ima aficiranog roditelja i tako dalje sve dok ima tragova bolesti ili do pojave originalne mutacije. Ovo se takođe odnosi i na rodoslovno stablo kod X polno vezanih dominantnih svojstava. Većina mutacija koje prouzrokuju bolesti su retke u populacijama u poređenju sa normalnim alelima. Npr. ako je mutirani alel (A), a alel (a) normalan, roditelji koji rađaju decu sa autozomno dominantnim poremećajem su obično između heterozigota (Aa) i homozigota za normalni alel aa. Očekivano potomstvo iz braka Aa i Aa je: AA, Aa, Aa, aa. Svako dete iz takvog braka ima 50% šanse da primi od roditelja abnormalni alel i da bude Aa i 25% šanse da primi normalan alel i da bude neaficirana aa. Statistički gledano svaka trudnoća je nezavisan događaj i nema veze sa ishodom prethodne trudnoće: pa tako u okviru porodice distribucija aficirane i neaficirane dece može biti sasvim različita od teoretskih 1:1 mada ako se gleda cela populacija potomstvo iz braka Aa x aa roditelja je otprilike 50% Aa i 50% aa. Tipično rodoslovno stablo kod autozomno dominantnog nasleđivanja prikazano je na slici 22.



Slika 22. Rodoslovno stablo porodice sa autozomno dominantnim poremećajem

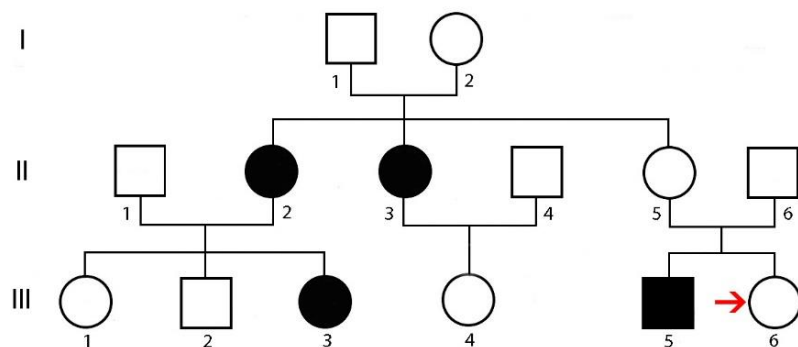
Nova mutacija kod autozomno dominantnog poremećaja

U svakoj populaciji novi alel nastaje mutacijom i može ostati ili biti odbačen selekcijom. Kada se javi nova mutacija njen opstanak u populaciji zavisi od toga da li je povoljna za njenog nosioca ili ne. Kod nekih poremećaja relativna reproduktivna sposobnost je ravna nuli tj. nikad se ne reprodukuju. Prema tome svi posmatrani slučajevi poremećaja sa 0 reproduktivnom sposobnošću su rezultat novih mutacija pošto se mutacija ne može preneti. Ako je reproduktivna sposobnost normalna poremećaj je retko rezultat nove mutacije i pacijent je verovatno pre nasledio mutirani gen nego da se kod njega javila sveža (*de novo*) mutacija.

Varijabilnost u fenotipskoj manifestaciji mutiranih gena: penetrantnost, ekspresivnost i plejotropija

Kod mnogih genetskih poremećaja abnormalni fenotip se jasno razlikuje od normalnog. Međutim, neki poremećaji se ne ispoljavaju u potpunosti kod njihovih nosilaca, a drugi opet imaju prilično različitu ekspresiju u smislu kliničke ozbiljnosti ili životnog doba kada se bolest ispoljila. Ove razlike u ekspresiji često dovode do poteškoća u dijagnozi i interpretaciji rodoslovnog stabla. Postoje tri odvojena slučaja u kojima se dešavaju ovakve razlike u ekspresiji: redukovana penetrantnost, različita ekspresivnost i plejotropija.

Penetrantnost je verovatnoća da neki gen uopšte ima fenotipsku ekspresiju. Kod nekih nosilaca mutiranog alela ne može se otkriti klinički poremećaj, međutim oni ga mogu preneti svojoj deci koja mogu imati poremećaj. U rodoslovnom stablu se tada ne ispoljava anomalija u jednoj generaciji. Primer poremećaja sa redukovanom penetrantnošću je deformitet stopala i ruku (izgled kao klešta raka). Anomalija se razvija u šestoj ili sedmoj nedelji razvića kada se formiraju šake i stopala. Gen nekada ne uspe da se ispolji u porodici (nije dovoljno penetrantan) pa može biti sakriven kroz generacije što komplikuje genetičko savetovanje, zato što rizična osoba sa normalnim šakama može da poseduje gen za ovaj poremećaj i tako ga prenese na svoje dete koje onda može imati poremećaj. Na slici 23 je prikazano rodoslovno stablo porodice sa ovim deformitetom gde je osoba označena strelicom konsultant. Njena majka je nepenetrantni nosilac ovog deformiteta. Ovaj poremećaj ima oko 70% penetrantnost (što znači da samo 70% osoba koje poseduju ovaj gen imaju i poremećaj). Na fenotipsku **ekspresivnost** gena mogu uticati spoljašnji činioci i drugi geni, tako da ljudi sa istim genom nemaju isti fenotip. Čak i u okviru jedne iste familije mogu da variraju simptomi i ozbiljnost bolesti. Zbog **plejotropnog** efekta gena, poremećaj jednog jedinog alela može izazvati poremećaje brojnih organskih sistema. Čak i u istoj familiji dve individue koje nose mutirani gen mogu imati neke iste znake i simptome, dok se ostale manifestacije bolesti mogu sasvim razlikovati.



Slika 23. Rodoslovno stablo porodice sa poremećajem redukovane penetrantnosti

Homozigoti za autozomalno dominantna svojstva

U medicinskoj praksi homozigoti za retke dominantne alele nisu česti zato što su brakovi koji mogu da proizvode homozigotno potomstvo retki. Ako se pretpostavi da je mutirani alel (A) a normalan (a) roditelji homozigota bi morali biti teoretski: $Aa \times Aa$, $AA \times Aa$ ili $AA \times AA$ ili je pacijent primio svežu (*de novo*) mutaciju od neaficiranog roditelja. Klinički, razlika između homo i heterozigota može da se uoči u mnogim slučajevima pošto su autozomno dominantni poremećaji mnogo ozbiljniji i teži kod homozigota.

Heterozigoti za ahondroplaziju imaju nepravilnost skeleta, patuljast rast i veliku glavu. Većina ima normalnu inteligenciju i vodi normalan život u okviru svojih fizičkih mogućnosti. Homozigotno dete od dva heterozigotna roditelja je često prepoznatljivo samo klinički. Homozigoti su mnogo teže pogođeni ovim poremećajem - ne prežive rano detinjstvo.

Karakteristike nasleđivanja autozomno dominantnog svojstva:

- Ako se svojstvo javlja u svakoj generaciji, alel stalno ispoljava svoj efekat, čak i u heterozigotnom stanju. Izuzeci od ovoga su: (1) slučajevi koji nastaju usled svežih mutacija u gametima fenotipski normalnih roditelja, (2) slučajevi u kojima se bolest nije ispoljila (nije penetrantna) ili se ispoljila u blažem obliku
- Ako je jedan roditelj heterozigot a drugi recesivni homozigot bilo koje njihovo dete ima 50% šanse da bude heterozigot
- Zbog nedovoljne penetrantnosti gena, fenotipski normalni članovi porodice ne prenose taj fenotip i njihovoj deci
- Značajna proporcija izolovanih slučajeva javlja se zahvaljujući novim mutacijama.

Nekoliko dominantnih alela postoje u populacijama iako prouzrokuju ozbiljne genetičke poremećaje. Neki postoje zbog spontanijh mutacija. Kod drugih opet prisustvo dominantnog alela ne utiče na reprodukciju ili se aficirane osobe reprodukuju pre nego što se ispolje simptomi bolesti. Na primer, Hantingtonova bolest se karakteriše progresivnim degenerativnim promenama u nervnom sistemu. Prerana smrt je neizbežna. Simptomi se ne ispoljavaju sve dok osoba ne napuni 30 godina. Većina ljudi do tada već ostavi potomstvo.

Aficirane osobe obično umiru sa 40 ili 50 godina ponekad pre nego što shvate da su prenele mutirani alel na svoju decu.

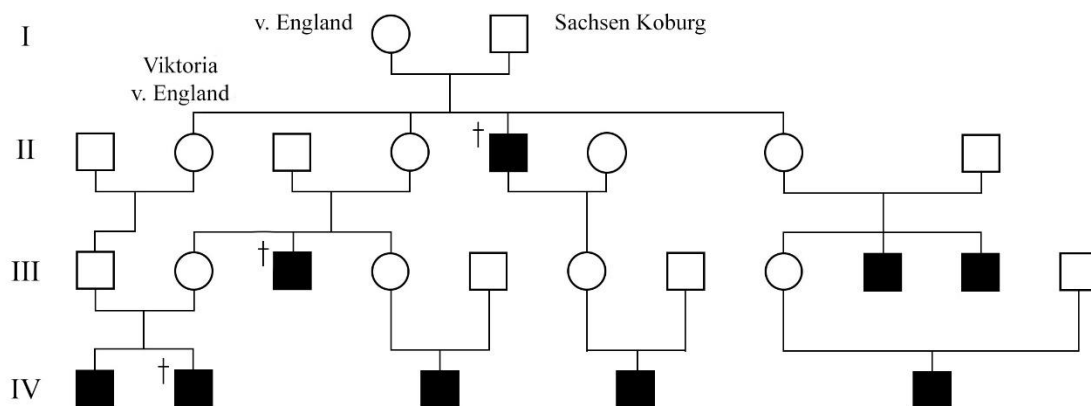
Drugi primer je ahondroplazija. Javlja se sa učestalošću 1:10.000 ljudi. Obično homozigotne osobe umiru na rođenju, dok heterozigotne osobe mogu da se reprodukuju. Dok su heterozigotne osobe mlade, hrskavica skeleta se razvija nepravilno. U zreloj dobi aficirane osobe imaju abnormalno kratke ruke i noge u odnosu na druge delove tela. Odrasle osobe su veoma niske. Često dominantni alel ne prouzrokuje nikakav drugi fenotipski efekat.

Karakteristike recesivno polno vezanog nasleđivanja

- Muškarci obolevaju mnogo češće od žena
- Heterozigotne žene obično nisu obolele ali neke mogu u određenom stepenu pokazivati znake bolesti što zavisi od inaktivacije X hromozoma.
- Kod muškaraca koji imaju samo jedan X hromozom toga nema
- Sinovi ne dobijaju recesivni alel od njihovih očeva, a ćerke mogu. Ako je ona heterozigot postoji 50% šansa da svaki njen sin nasledi recesivni alel
- Ponekad se javljaju i izolovani slučajevi - onda se radi o mutaciji *de novo*.

Na ovaj način se nasleđuje hemofilija i daltonizam.

Učestalost hemofilije A je bila visoka u kraljevskim porodicama u 19. veku u Evropi gde su bliski rođaci često sklapali međusobne brakove. Engleska kraljica Viktorija je bila nosilac. Osamnaest potomaka od njenih 69 rođaka nasledilo je gen (Slika 24).

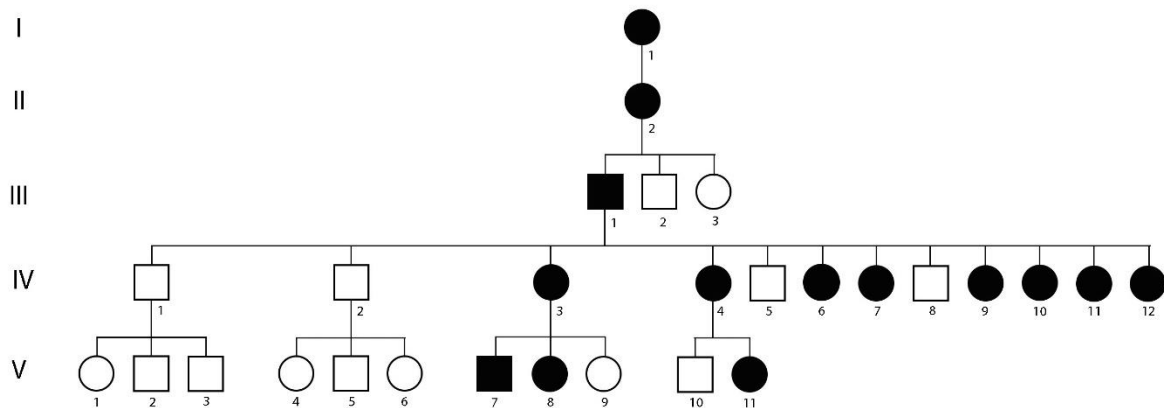


Slika 24. Primer X vezanog recesivnog nasleđivanja hemofilije

X polno vezano dominantno nasleđivanje

Retki X polno vezani dominantni fenotipovi su oko dva puta češći kod žena nego kod muškaraca, mada je ekspresija obično slabija kod žena jer su one najčešće heterozigoti. Jedno od ovakvih oboljenja je rahitis rezistentan na vitamin D, kada se bolest javlja čak i kada se unose dovoljne količine vitamina D. Na ovaj način se nasleđuje i Rettov sindrom, koji predstavlja nasledni neurorazvojni poremećaj koji se javlja pretežno kod ženske dece. Pretpostavlja se da su X polno vezana dominantna svojstva letalna kod muškaraca još pre

rođenja. Tipično rodoslovno stablo kod ovakvog slučaja pokazuje prenos sa aficirane majke na aficiranu ćerku (Slika 25).



Slika 25. Primer X vezanog dominantnog nasleđivanja

Karakteristike X polno vezanog dominantnog nasleđivanja

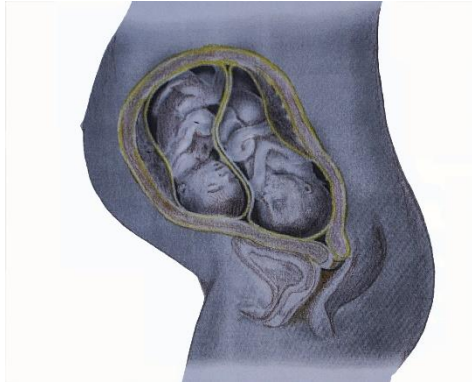
- Aficirani muškarci sa zdravom bračnom partnerkom nemaju aficirane sinove, a imaju bolesne ćerke
- Sinovi i ćerke aficirane žene prenosioca imaju 50% rizika da naslede fenotip
- Šema nasleđivanja je ista kao kod autozomalno dominantnog nasleđivanja
- Za retke fenotipove aficirane žene su oko dva puta češće nego aficirani muškarci, ali aficirane žene imaju slabiju ekspresiju fenotipa.

1.9.2. Blizanci

Postoji više metoda pomoću kojih se utvrđuje mehanizam nasleđivanja većeg broja normalnih i patoloških svojstava. Studije blizanaca predstavljaju posebnu vrstu epidemioloških istraživanja, koja se sprovode radi utvrđivanja uticaja genetskih i faktora spoljašnje sredine u ispoljavanju normalnih i abnormalnih karakteristika čoveka. Rezultati studija blizanaca vrlo često kasnije budu potkrepljeni rezultatima molekularnogenetičkih analiza. Danas se kombinuju istraživanja na blizancima sa molekularnogenetičkim analizama, kako bi se određeni tipovi ponašanja kod ljudi možda mogli povezati sa određenim formama gena.

Ideja da se blizanci koriste u istraživanjima heritabilnosti ljudskih karakteristika, potiče još od britanskog naučnika Frensis Galtona (*Francis Galton*), koji je 1875. objavio rad "The history of twins". Mnogo godina kasnije, Valter Jablonski (*Walter Jablonski*) (1922), sprovodi prvo klasično istraživanje blizanaca. Početkom 90-ih godina 20. veka, Tomas Bušard (*Thomas Bouchard*) zajedno sa Nensi Segal (*Nancy Segal*) sprovodi jedno od najpoznatijih istraživanja nasleđivanja kod čoveka. Oni su proučavali identične blizance koji su odvojeni po rođenju, a zatim odgajani u različitim porodicama, pretpostavivši da sličnosti u karakternim osobinama i navikama između ovakvih blizanaca, ako postoje, moraju biti pod strogom genetskom kontrolom. Njihova istraživanja su ukazala da je 70% varijanse koeficijenta inteligencije pod dejstvom genetičkih faktora, a oni značajno utiču i na razne crte ličnosti, manire, socijalno

ponašanje, izbor zanimanja i slobodnog vremena. Bouchardovo istraživanje je verovatno jedinstveno u istoriji, s obzirom na to da današnje agencije za usvajanje ne dozvoljavaju razdvajanje blizanaca. Današnja istraživanja, oslanjaju se na analizu blizanaca koji su odgajani zajedno, čime se kontroliše ne samo genetička pozadina, nego i zajedničko okruženje u ranom životu.



Slika 26. Blizanci

Blizanci predstavljaju dva ploda koji se u telu majke istovremeno razvijaju te se rode odmah jedan iza drugog (Slika 26).

Postoje dva tipa blizanaca:

- jednojajčani (identični, monozigotni - MZ)
- dvojajčani (dizigotni - DZ)

Jednojajčani blizanci nastaju oplodnjem jedne jajne ćelije, jednim spermatozoidom, a ubrzo nakon oplodnje jaje se podeli na dva potpuno jednaka dela.

Takvi blizanci uvek su istog pola. Jednojajčani blizanci mogu biti trojke, četvorke pa i petorke. Jednojajčani blizanci su jednake nasledne konstitucije, imaju isti genotip i iste osobine, a razlike se mogu javiti samo pri somatskim mutacijama u toku razvića organizma. Oni dele 100% genetskog materijala. Monozigotni blizanci identični su i morfološki i fiziološki što najbolje dokazuje mogućnost transplantacije kože s jednog blizanca na drugog. Fizički su gotovo istovetni i imaju skoro iste psihološke osobine. Rađanje jednojajčanih blizanaca se ne nasleđuje u porodici.

Dvojajčani ili dizigotni blizanci se razvijaju iz dve ili više oplodjenih jajnih ćelija od kojih je svaka oplodjena drugim spermatozoidom obično u isto vreme. Oni mogu biti istog ili različitog pola, a po drugim genetskim svojstvima međusobno se razlikuju kao braća neblizanci (s tim što dele istovremeno i fetalno razdoblje svojih života). Rađanje dizigotnih blizanaca nasleđuje se po majci. Tendencija ka hiper-ovulaciji, ili oslobađanju više od jedne jajne ćelije u ciklusu je nasledna osobina koja može da se prenosi sa majke na ćerku. Dizigotni blizanci dele oko 50% zajedničkih gena.

Pored monozigotnih i dizigotnih blizanaca, postoje i poluidentični blizanci koji nastaju kada se jedna neoplođena jajna ćelija deli pre oplodnje i tada je oplode dva odvojena spermatozoida. Poluidentični blizanci dele oko 75% zajedničkih gena, više nego dvojajčani, ali manje od jednojajčanih. Mogu biti istog ili suprotnog pola.

Samo oko 25% identičnih blizanaca i 1% ljudi u celom svetu su blizanci “slika u ogledalu”. Ovakvi blizanci nastaju kada se jedna jajna ćelija deli nešto kasnije nego kod tipičnih jednojajčanih blizanaca. Blizanci “slika u ogledalu” često svoje prve zube dobijaju na suprotnim stranama, a njihovi otisci prstiju su kao slika u ogledalu. Raspored i tip šara na prstima kod jednog blizanca, nalazi se na suprotnoj ruci kod drugog blizanca.

Ponekad su tela blizanaca na nekom mestu spojena – ovaj fenomen nosi naziv sijamski blizanci, po paru blizanaca Čangu i Engu rođenih u Sijamu (današnji Tajland), koji su bili spojeni u kukovima. Incidencija rađanja je retka, otprilike jedan na svakih 50.000 do 100.000

porođaja. Češće se javlja kod ženske nego muške dece, a odnos rađanja je otprilike 3:1. Postoje dve teorije koje pokušavaju da objasne razlog nastanka ovakvih blizanaca. Prema prvoj teoriji najverovatniji razlog je nepotpuno odvajanje ćelija koje se dele nakon oplodjenja jednog jedinog jajeta. Prema drugoj teoriji, oplodena jajna ćelija se u potpunosti podeli, ali matične ćelije (koje traže slične ćelije) pronalaze matične ćelije na drugom blizancu i na taj način ih spajaju.

Ispitivanjem MZ i DZ blizanaca moguće je oceniti da li je neko svojstvo nasledno ili nije, a ako jeste, koliki je uticaj spoljašnjih činilaca, a koliki je uticaj naslednosti (hereditarnosti). Studije blizanaca određuju heritabilnost nekog svojstva na osnovu stepena konkordantnosti. Konkordantnost za neko oboljenje ili osobinu kod MZ i DZ blizanaca je statistička mera verovatnoće. Ako jedan blizanac ima određenu osobinu ili stanje, kakva je verovatnoća da i drugi blizanac ima (ili će razviti) tu istu osobinu ili bolest. Ako se blizanci podudaraju u nekom svojstvu, govori se o **konkordantnosti** (podudarnosti) s obzirom na to svojstvo, a nepodudaranje se naziva **diskordantnost**. Konkordantnost se računa posebno za MZ i DZ parove blizanaca. Budući da su DZ blizanci različite nasledne konstitucije to je i stepen podudarnosti kod njih manji. **Kada je konkordantnost veća kod parova MZ nego DZ blizanaca, to ukazuje da genetska komponenta varijabilnosti ima jaču ulogu u determinaciji neke osobine nego komponenta životne sredine. Što je veća sličnost kod monozigotnih blizanaca, to je pretpostavka o ulozi naslednih faktora čvršća.** Pri određivanju da li su blizanci MZ ili DZ dolazi u obzir istraživanje konkordantnosti svih svojstava (osobina) koje ne zavise od uticaja okoline (npr. krvne grupe, Rh faktor, ukus PTC, otisci prstiju su vrlo slični). U osobinama koje su isključivo determinisane genima (npr. krvne grupe) MZ blizanci pokazuju 100% sličnost tj. svi parovi imaju istu karakteristiku (Tabela 2).

Tabela 2. Primer podudarnosti nekih svojstava kod MZ i DZ blizanaca

	MZ	DZ
Boja očiju (plava ili smeđa)	100%	55%
Boja kose (svetla ili tamna)	100%	30%
Krvna grupa	100%	-

Dosadašnje studije blizanaca uglavnom su se bazirale na prikupljanju demografskih i medicinskih podataka, kao i podataka o antropometrijskim karakteristikama i životnom stilu. Posebna pažnja se odnosi na opšte zdravlje, kardiovaskularne i respiratorne bolesti, dijetetske i psihosocijalne karakteristike. Genetička analiza blizanaca pokazala je da i kod razvika karakternih i psihičkih osobina velik uticaj ima nasleđe.

Klasične studije blizanaca procenjuju fenotipsku varijansu u velikom uzorku i pokušavaju da procene koliko su za nju zaslužni:

- genetski faktori (heritabilnost)
- zajedničko okruženje tj. događaji koji se dešavaju sa oba blizanca i koji na njih utiču na isti način

- jedinstveno okruženje tj. događaji koji se dešavaju jednom blizancu ali ne i drugom, ili događaji koji utiču na blizance na različit način.

Ove tri komponente se obeležavaju na sledeći način: A – genetski činioci (po eng. A – *additive genetics*); C – zajedničko okruženje (po eng. C – *common environment*); E – jedinstveno okruženje (po eng. E – *unique environment*). Za ove tri komponente se koristi akronim ACE.

ACE model pokazuje koliki je procenat varijanse za neko svojstvo nasledan, u odnosu na proporciju usled zajedničkog ili jedinstvenog okruženja. MZ blizanci odgajani zajedno, dele 100% zajedničkih gena i istu spoljašnju sredinu. Sve razlike koje nastaju između njih u takvim okolnostima su slučajne. Korelacija ili konkordantnost između identičnih blizanaca omogućava procenu A + C. Dizigotni blizanci odgajani zajedno takođe dele istu sredinu C, ali imaju zajedničkih 50% gena. Na taj način korelacija između DZ blizanaca je $1/2A + C$. Ako se korelacija obeleži sa (r), tada je rMZ i rDZ korelacija nekog svojstva kod identičnih i dizigotnih blizanaca. Za bilo koje svojstvo korelacija kod monozigotnih i dizigotnih blizanaca se može predstaviti formulom:

$$r_{MZ} = A + C$$

$$r_{DZ} = 1/2A + C$$

Prema tome, A predstavlja dvostruku razliku koeficijenta korelacije između MZ i DZ blizanaca. Budući da razlika u koeficijentima korelacije MZ i DZ blizanaca nastaje kao rezultat različite genetske sličnosti, genetski faktor A se može izračunati po formuli:

$$A = 2(r_{MZ} - r_{DZ})$$

Komponenta C se jednostavno može izračunati na taj način što se od koeficijenta korelacije kod MZ blizanaca oduzme A.

$$C = r_{MZ} - A$$

Komponenta E se izračunava po formuli:

$E = 1 - r_{MZ}$; s obzirom na to da se MZ blizanci razlikuju jedino u pogledu jedinstvenog okruženja.

Heritabilnost nekog svojstva se može odrediti izračunavanjem Holzingerovog koeficijenta naslednosti (H). Što je veća H vrednost odnosno koeficijent naslednosti to je veća i genetska komponenta u varijabilnosti određenog fenotipa. Kod diskretnih obeležja koeficijent naslednosti se izračunava po formuli:

$$H = \% \text{ sličnosti MZ} - \% \text{ sličnosti DZ} / 100 - \% \text{ DZ}$$

Kod kvantitativnih obeležja, način izračunavanja vrednosti H je isti, samo se umesto procenta istih parova MZ, odnosno DZ blizanaca, u formulu uvodi koeficijent korelacije:

$$H = (r_{MZ} - r_{DZ}) / (1 - r_{DZ})$$

U nastavku su prikazani koeficijenti naslednosti H za morfološke antropometrijske karakteristike (prema Sergienku, 1999)

Morfološka karakteristika	H
Visina tela	0,514-0,980
Konstitucioni tip	0,440-0,936
Dužina nogu	0,68-0,861
Sedeća visina	0,530-0,876
Dužina ruku	0,566-0,900
Masa tela	0,602-0,880
Obim nadlaktice	0,530-0,907
Obim grudnog koša	0,450 – 0,907
Širina šake	0,800
Širina ramena	0,240-0,835
Obim natkolenice	0,600-0,827
Dužina stopala	0,430-0,700
Obim struka	0,250

Za visinu tela, dužinu nogu, ruku i šaka (longitudinalna dimenzionalnost skeleta) kao i za širinu ramena, kukova i karlice (transverzalnu dimenzionalnost skeleta), u velikom procentu je odgovorno nasleđe. Neki autori navode da je visina tela genetski uslovljena sa 85%, a dužina nogu i širina kukova sa 80%. Kod mase tela uticaj herediteta je manji i iznosi 60%. Dokaz da je kod ovog pokazatelja, značajan uticaj herediteta, govore i rezultati ispitivanja, koji pokazuju da je razlika u masi tela kod MZ blizanaca bila veća od 6 kg samo u 2% slučajeva, a kod DZ ta razlika je nađena u 51,5% slučajeva. Uticaj herediteta se ispoljava i na drugim konstitucionalnim osobinama, tako da se taj uticaj kod ektomornog konstitucionalnog tipa kreće od 35 do 50%, kod mezomornog uticaj ovih faktora je 42%, a kod endomorfne konstitucije 50%. Hereditet ima uticaja na krvne grupe i krvne faktore, veličinu krvnog pritiska, frekvenciju pulsa i na neke psihomotorne aktivnosti. Za razvoj inteligencije i temperamenta presudan je uticaj herediteta, a za razvoj karakternih osobina je presudan uticaj okoline.

Učestalost blizanaca u populaciji

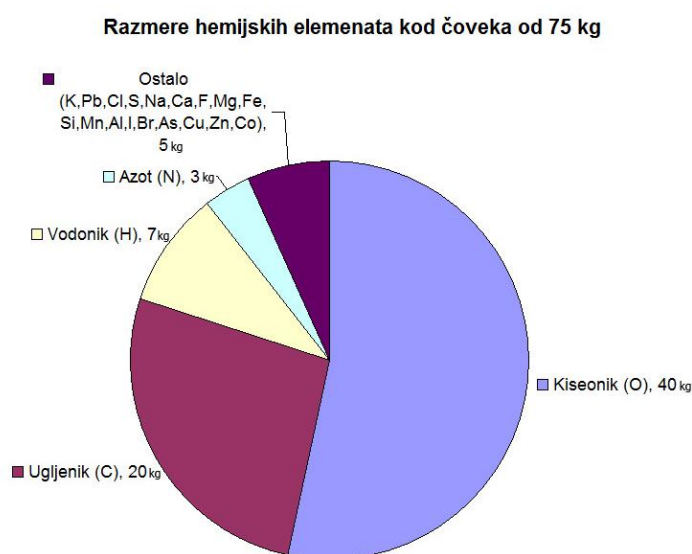
Učestalost blizanaca varira i nije jednaka u različitim populacijama i etničkim grupama. Rađanje MZ blizanaca relativno je konstantno u ljudskim populacijama i iznosi oko 3 na 1000 porođaja, a činioci poput rase, starosti majke ili ishrana majke ne utiču na stopu. Tačan razlog koji uzrokuje da se oplođeno jajašce razdvoji u dva zametka nije poznat i čini se da je to fenomen koji se događa nasumice. Dvojajčani blizanci se rađaju u različitim delovima sveta s različitim stopom učestalosti. Stope su visoke u Africi, niske na Dalekom istoku, a u SAD, Evropi i Indiji su srednje. Najviše stope zabeležene su kod jednog plemena u Zapadnoj Nigeriji gde se gotovo na 1 od 25 porođaja rađaju blizanci. Rađanje DZ blizanaca je češće kod belaca kod kojih se u nekim populacijama javlja sa učestalošću 10 na 1000 porođaja (Čehoslovačka i Grčka).

U mnogim državama postoje registri blizanaca. Države koje imaju najveće registre blizanaca su: Švedska, Danska, Norveška, Finska, Australija, Šri Lanka, Velika Britanija. Najstariji registar blizanaca je u Danskoj, osnovan 1954. godine koji sadrži informacije o više od 88.000 blizanačkih parova koji su rođeni u Danskoj od 1870. godine. Veliki registar blizanaca nalazi se i u Švedskoj, a sadrži podatke o 85.000 blizanačkih parova. Od 2012. godine na Odseku za psihologiju Filozofskog fakulteta u Novom Sadu sprovodi se istraživanje blizanaca u okviru projekta “Nasledni, sredinski i psihološki činioci mentalnog zdravlja”.

2. SASTAV ČOVEČJEG TELA – TELESNA KOMPOZICIJA

Sastav tela ili telesna kompozicija se odnosi na količinu strukturalnih delova ljudskog tela na svim nivoima, od molekularnog do organizma u celini. Telesna kompozicija i distribucija fluida su značajni u mnogim poljima humane biologije, kao što su nutricija (ishrana), higijena, fiziologija, a takođe imaju značaja i u medicinskim i sportsko medicinskim naukama. Uslovi života, socijalni status, fizička aktivnost, kao i genetska predispozicija samo su neki od faktora koji utiču na sastav telesne kompozicije pojedinca. Na osnovu telesne kompozicije može se steći utisak o životnom stilu koji uključuje i dobre i loše navike, a odražava se na strukturu tela. Kvantitativna analiza sastava tela živog organizma predmet je vrlo intenzivnih istraživanja od druge polovine 20. veka, a naročito poslednjih tridesetak godina. Procena sastava tela, naročito količine telesne masti, neizostavno je u istraživanjima fenomena gojaznosti i njenog lečenja, te nutritivnog statusa.

Glavni elementi koji se nalaze u ljudskom telu su kiseonik (O), ugljenik (C), vodonik (H) i azot (N). Ova četiri elementa su zastupljena sa 96,2%, a zajedno sa kalcijumom (Ca) i fosforom (P) čine 99% elemenata u ljudskom telu. Samo 0,85% čine kalijum (K), sumpor (S), natrijum (Na), hlor (Cl) i magnezijum (Mg). Ovih 11 elemenata je neophodno za život. Ostali elementi su zastupljeni u tragovima. Čovek koji je težak 75 kg imao bi u proseku 40 kg kiseonika, 20 kg ugljenika, 7 kg vodonika i 3 kg azota (Grafikon 1). Ostalih 5 kg deli se na kalijum, olovo, hlor, sumpor, natrijum, kalcijum, fluor, magnezijum, gvožđe, silicijum, mangan, aluminijum, jod, brom, arsen, bakar, cink, kobalt itd. Neki od ovih elemenata su karakteristični za kosti (kalcijum), za krv je značajno gvožđe ali isto tako i kobalt, i bakar, iako samo u tragovima. Mnogi elementi u tragovima imaju ulogu katalizatora i sastavni su deo hormona, npr. jod i brom.



Grafikon 1. Zastupljenost hemijskih elemenata u telu čoveka

Jedna od glavnih komponenti živih sistema je voda, koja čini čak 50–95% težine živog sistema. Tako je i kod čoveka. Od hemijskih jedinjenja u ljudskom telu najznačajnija je voda koje u telu novorođenčeta ima oko 70 do 80%, a kod odraslog čoveka oko 60%. Na drugom mestu su belančevine, ugljeni hidrati, masnoće. Za starenje je karakteristično da telo gubi vodu, količina vode kod odraslog čoveka u proseku pada na 75 do 62%, a kod starih ljudi na 58%. Pojedini organi sadrže različite količine vode, na primer mozak mnogo, a kosti malo. Najveći deo vode čini intracelularna voda, zatim ekstracelularna tečnost i transcelularna tečnost (cerebrospinalna tečnost, očna, peritonealna i sinovijalna).

Telesna masa sama po sebi često nije dobar pokazatelj gojaznosti, s obzirom na to da i kod osoba iste telesne mase i visine tela neretko nalazimo različit sastav tela, odnosno najjednostavnije, različite udele telesne masti i nemasne mase tela. Tako npr. osoba prekomerne telesne mase u odnosu na svoju visinu ne mora nužno biti gojazna (imati prekomernu količinu telesne masti), već je „višak“ telesne mase možda rezultat većeg udela nemasne mase tela zahvaljujući razvijenosti skeletne muskulature i skeleta, kao što je čest slučaj kod bodi -bildera i sportista borilačkih sportova.

S druge strane vitke, izrazito linearne, ektomorfne građe tela, mogu imati normalnu ili ispodprosečnu telesnu masu, uz međutim, normalnu ili pak prekomernu količinu telesne masti.

Danas postoji više modela za izučavanje sastava čovečjeg tela, u zavisnosti iz kojeg naučnog ugla se proučava ljudsko telo. Hemičari najčešće koriste četvorokomponentni model (mast, voda, proteini, minerali), a nutricionisti dvokomponentni (mast i bezmasna komponenta). Većina tradicionalnih metoda određivanja sastava tela zasniva se na dvokomponentnom modelu sastava tela, prema kojem se ukupna telesna masa sastoji od dva dela: masne i nemasne mase.

Telesna masa = nemasna masa + masna masa

Pritom nemasnu masu tela čine: voda, mišići, skelet i unutrašnji organi, a masnu masu čini tzv. "bitna" (esencijalna) i „nebitna“ (neesencijalna) mast.

„Bitna“ mast čini 2 do 5% masne mase tela muškaraca i 10 do 13% mase tela kod žena u obliku lipidnih sastojaka ćelija.

„Nebitnu“ ili rezervnu mast čine potkožno masno tkivo, žuta koštana srž i abdominalna visceralna mast (oko unutrašnjih organa). S obzirom na količinu pojedinih komponentata mase tela, postoji izražen polni dimorfizam sa znatno većim udelom masti u ukupnom sastavu tela žena u odnosu na muškarce. Odnos masnog i nemasnog dela tela menja se tokom života, a moguće ga je modifikovati spoljašnjim činiocima, kao što su ishrana, fizičko vežbanje i sport.

Sa antropometrijskog stanovišta četvorokomponentni model, postavljen od Matejke još 1921. godine je najprihvatljiviji za tumačenje morfološkog statusa. Matejka je rasčlanjivao masu tela (W) na koštanu, mišićnu i masnu masu, plus ostatak, tj.

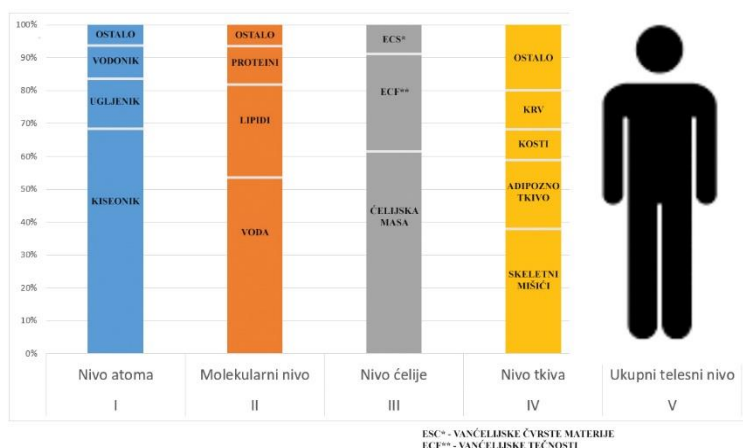
$$W = O + D + M + R,$$

O - koštana masa, D – masna masa, M – mišićna masa, R – ostatak.

2.1. Nivoi telesne kompozicije

Telesna kompozicija se može razmatrati na različitim nivoima, pri čemu svaki nivo ima jasno definisane komponente. Na slici 27 prikazani su nivoi telesne kompozicije:

I nivo (nivo atoma), II nivo (molekularni nivo), III nivo (nivo ćelija), IV nivo (nivo tkiva), V nivo (ukupni telesni nivo). Suma svih delova na svakom od pet nivoa odgovara ukupnoj telesnoj masi.



Slika 27. Nivoi telesne kompozicije

I nivo – Nivo atoma obično uključuje jedanaest osnovnih elemenata (a time i jedanaest komponenata): kiseonik (O), ugljenik (C), vodonik (H), azot (N), kalcijum (Ca), fosfor (P), kalijum (K), sumpor (S), natrijum (Na), hlor (Cl) i magnezijum (Mg).

II nivo – Jedanaest osnovnih elemenata gradi preko 100.000 jedinjenja u našem telu, od vode do DNK. Imajući u vidu njihovu zastupljenost u ukupnoj telesnoj masi, na molekularnom nivou - telesnu kompoziciju čine voda, lipidi, proteini, ugljeni hidrati i minerali (koji grade koštano i meka tkiva)

III nivo – Na ćelijskom nivou organizacije telo se sastoji od tri osnovne komponente: ćelijske mase, vanćelijske tečnosti i vanćelijskog matriksa ili čvrste materije. Ukupnu masu ćelija čine sve ćelije organizma, bez obzira na poreklo, funkciju ili strukturu. Vanćelijsku tečnost čine intravaskularna plazma i intersticijalna tečnost. Vanćelijski matriks se sastoji od organskih materija kakve su npr. kolagen i elastin u vezivnim tkivima i neorganskih elemenata kao što su kalcijum i fosfor u kostima.

IV nivo – Ovaj nivo podrazumeva tkiva koja učestvuju u izgradnji organa i sistema. Tkiva su izgrađena od ćelija zajedničkog izgleda, funkcije i embrionalnog porekla. Sva tkiva u organizmu se mogu grupisati u pet grupa: mišićno, koštano, vezivno, epitelno i nervo tkivo.

V nivo – Ovaj nivo se odnosi na veličinu, oblik, spoljašnje i fizičke karakteristike tela.

Izučavanje sastava čovečjeg tela relativno je novi deo morfologije čoveka. Poslednjih decenija uvedeni su novi metodi fizičkih i hemijskih analiza čoveka, posebno rentgenografski i metodi izotopa, koji omogućavaju da se sazna ne samo odnos pojedinih komponenata u

čovečjem organizmu, već i kakav je optimalni odnos pojedinih komponenata u raznim periodima života, kod predstavnika oba pola, kod raznih populacionih i profesionalnih grupa, koje su granice normalnih variranja itd.

2.1.1. Metode određivanja telesne kompozicije

Klasični anatomski način: naročito je bio razvijen u prvim decenijama 20. veka. Anatomske metode su izučavali pojedine organe i tkiva i na osnovu njih raščlanjavali telo na sastavne delove.

Antropometrijski način: merenje antropometrijskih karakteristika predstavlja jednu od najstarijih metoda za određivanje telesne kompozicije. Antropometrija uključuje merenje mase tela, visine, obimskih karakteristika i debljine kožnih nabora. Ove karakteristike se vrlo često koriste, s obzirom na to da se jednostavno određuju, merenje ne zahteva veća materijalna sredstva, a dobijeni rezultati su sigurni i tačni. Indeksi koji se dobijaju na osnovu poređenja visine i telesne mase predstavljaju vrlo jednostavan metod za određivanje telesne kompozicije. Danas se najčešće izračunava tzv. ITM – indeks telesne mase (engl. BMI - *body mass index*) koji predstavlja odnos između mase tela u kilogramima i kvadrata visine tela u metrima (kg/m^2), a preporučen je od strane Svetske zdravstvene organizacije. Međutim glavni nedostatak ITM, kao pokazatelja telesne kompozicije je što ne razdvaja masnu masu tela (*FM* – *fat mass*) od nemasne mase (*FFR* – *fat free mass*), jer je poznato da osobe koje imaju isti ITM mogu da se razlikuju u sadržaju masnog tkiva. Obimske karakteristike, kao što su obim nadlaktice i obim struka, takođe su jednostavne mere koje se koriste za određivanje telesne kompozicije, naročito u zemljama sa niskim socioekonomskim stanjem. Obim struka ukazuje na visceralnu gojaznost, dok obim nadlaktice veoma dobro ukazuje na neuhranjenost dece. Metoda merenja debljine kožnih nabora se često koristi za određivanje telesne kompozicije, zbog svoje jednostavnosti i praktičnosti. Zasniva se na merenju dva sloja kože i subkutanog masnog tkiva koje se nalazi ispod kože. Deo kože se uhvati pomoću palca i kažiprsta, a zatim se pomoću kalipera izvrši merenje duplikature kože. Radi dobijanja sigurnijih rezultata, preporučuje se da se merenje izvrši tri puta. Debljina kožnih nabora se može meriti na različitim mestima na telu čoveka, a zatim se pomoću formula koje su specifične za pol i uzrast odredi masna masa tela.

Merenje ukupne količine kalijuma u organizmu: u telu čoveka nalazi se kalijum-40, prirodni radioaktivni izotop, koji emituje gama zrake. Kalijum-40 se primarno nalazi intracelularno (98%), a ne u uskladištenim mastima, te se merenje ukupne količine kalijuma smatra kao najbolji metod za utvrđivanje mase ćelija u organizmu. Određivanje mase ćelija je veoma bitno jer se u njoj nalazi sva energija koja je potrebna za izvođenje različitih funkcija, kao što je npr. rad mišića ili pojedinih organa. Merenje ukupne mase ćelija preko kalijuma-40, koristi se kako kod zdravih osoba, tako i kod bolesnih, s obzirom na to da se koncentracija kalijuma u ćelijskoj masi održava konstantnom i u okviru određenih granica, mehanizmima homeostaze. Promene u ukupnoj količini kalijuma, ukazaće na promenu u ćelijskoj masi. Oprema koja se koristi u ovoj metodi je skupa, što predstavlja ograničavajući faktor ove metode.

Metoda vazdušne pletizmografije Bod Pod: zasniva se na merenju telesne mase preciznom vagom i zapremine tela tokom sedenja u komori. Iz proste jednačine $gustina\ tela = masa/zapremina$, dobije se podatak o ukupnoj gustini tela i relativni odnos masne i bezmasne mase tela. Oprema se sastoji od prednje komore za testiranje koja je dovoljno prostrana da u nju može da sedne odrasla osoba i zadnje (referentne) komore od koje je odvojena posebnom membranom (dijafragmom). Na osnovu obrnuto srazmernog odnosa pritiska i zapremine (Bojl-Mariotov zakon) a uvek konstantne zapremine referentne komore, moguće je izračunati zapreminu vazduha u prednjoj komori. Zapremina tela se dobija oduzimanjem zapremine vazduha prazne komore i zapremine vazduha kada je u komori ispitanik.

Dvostruko-energetska apsorpciometrija X zraka (DXA): ova metoda se klinički primenjuje kao zlatni standard za postavljanje dijagnoze osteopenije i osteoporoze kao i za praćenje efekata terapije ovih oboljenja. DXA aparati takođe omogućavaju procenu telesnog sastava, u čitavom telu ili u pojedinim delovima tela, mereći tri glavne komponente: sadržaj minerala u kostima, bezmasnu i masnu masu tela.

Metoda podvodnog merenja - hidrodensitometrija: ova metoda je u praksi limitirana jer zahteva posedovanje bazena sa vodom. Metoda se zasniva na utvrđivanju telesne kompozicije iz telesne gustine. Podrazumeva primenu dvokomponentnog modela po kojem je telesni sastav predstavljen masnom komponentom koja ima malu gustinu i bezmasnom komponentom tela koja ima veću gustinu. Gustina ljudskog tela (D_b), je ekvivalentna odnosu njegove mase (T_M) i zapremine (V):

$$D_b = T_M / V$$

Telesnu masu je relativno lako izmeriti, tako da je za tačno merenje telesne gustine prvenstveno potrebno tačno odrediti telesnu zapreminu. Kad je subjekat potopljen u vodu zapremina tela je jednaka gubitku težine u vodi, korigovane gustinom vode koja odgovara temperaturi vode u vremenu potapanja.

$$V = (W_a - W_w) / D_w$$

W_a – težina subjekta u vazduhu

W_w – težina subjekta u vodi

D_w – gustina vode

Analiza bioelektrične impedancije (BIA): BIA metod procenjuje strukturu sastava tela emitovanjem niske, bezbedne doze struje (800 μ amp na 50 kHz) kroz ljudski organizam. S obzirom na to da je impedancija (mera otpora električnoj struji) proporcionalna količini vode u telu, ovom metodom se može odrediti ukupna količina vode u organizmu. Kada se struja propusti kroz telo, ona teče kroz provodljiva tkiva, prvenstveno kroz tkiva sa visokim sadržajem vode, koja imaju nisku impedancu. Masno tkivo i kosti su slabiji provodnici upravo zbog niskog sadržaja vode. Metoda je brza, neinvazivna i relativno jeftina za procenu telesne kompozicije u terenskim i kliničkim uslovima. Merenje bioelektrične impedancije najčešće se izvodi uz pomoć četiri elektrode, dve ulazne i dve izlazne. Kroz telo se propušta slaba struja, a preko izlaznih elektroda se meri pad u naponu iz kojeg se izvodi impedancija tela. Novijim

aparatura koji rade na principu bioelektrične impedancije moguće je odrediti kako procenat masne, tako i procenat bezmasne komponente: ukupnu količinu vode (*total body water TBW*), intracelularnu količinu vode (*intracellular water ICW*), ekstracelularnu vodu (*extracellular water ECW*), koštanu gustinu (*bone mineral density BMD*), količinu masti (*fat mass FM*), ćelijsku masu (*body cell mass BCM*). Ove parametre moguće je odrediti kako na celokupnom telu tako i na pojedinim delovima.

Dnevna kolebanja sadržaja telesne vode uslovljenih unosom hrane, vode i fizičkom aktivnošću mogu imati uticaja na preciznost i tačnost ove metode. Pouzdanost dobijenih vrednosti zavisi i od drugih faktora: položaja tela, trajanja merenja, hidriranosti, faze menstrualnog ciklusa kod žena i dr.

Druge dodatne metode za određivanje telesne kompozicije su: kompjuterizovana tomografija, magnetna rezonancija, aktivacija neutrona, ukupna električna provodljivost tela. Ove metode se manje koriste, s obzirom na to da su manje dostupne i skupe. Smatra se, da su kompjuterizovana tomografija i magnetna rezonancija najpouzdanije metode za kvantifikaciju ukupnog i regionalnog masnog, skeletnog i mišićnog tkiva. Kompjuterizovana tomografija radi na principu povezanosti između razlike u slabljenju X zraka i razlike u fizičkoj gustini tkiva, da bi se dobila dvodimenzionalna slika i video poprečni presek masnog, koštanog, mišićnog tkiva i pojedinih organa. Magnetna rezonancija određuje količinu masnog tkiva, analiziranjem apsorpcije i emisije energije u radio-frekvencijskom opsegu elektromagnetnog spektra. In vivo aktivacija neutrona se koristi da bi se odredila količina pojedinih elemenata u ljudskom telu, kao što su: vodonik, ugljenik, azot, kiseonik, kalcijum i fosfor. Metod se bazira na korišćenju neutronske polje, kako bi se indukovala nuklearna reakcija u atomima ljudskog tela, u zavisnosti od energije neutrona. Ukupna električna provodljivost tela se koristi kako bi se utvrdila ukupna količina vode u organizmu.

Još jedna nova metoda je trodimenzionalni skener ljudskog tela, koji se može koristiti da bi se odredila zapremina tela. Nova metoda 3DPS sistem (Hamamatsu Photonics KK, Hamamatsu, Japan) može da sakupi 2.048.000 podataka za 10 sekundi iz čega se mogu dobiti vrednosti za ukupnu i regionalnu zapreminu i dimenzije tela.

3. KOMPONENTE TELESNE KOMPOZICIJE

3.1. Koštana komponenta

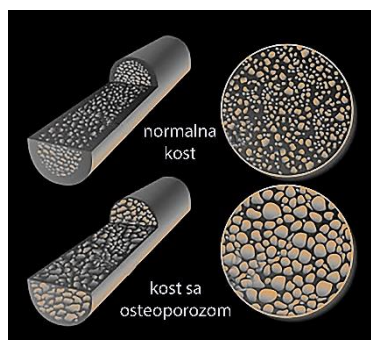
U telu čoveka ima ukupno 206 kostiju. Kostiju su izgrađene iz organske i neorganske komponente. Organska komponenta čini 35% koštane mase, a izgrađena je iz ćelija, kolagenih vlakana i amorfnih mase. Neorganska komponenta čini 65% koštane mase, a čine je mineralne soli, prvenstveno kalcijum-fosfat. Kostiju su izgrađene od zbijenog i suđerastog koštano tkiva.

Od nespecijalizovanih ćelija koje se nalaze u donjim (unutrašnjim) slojevima periosteuma diferencira se nekoliko tipova ćelija: osteoblasti, osteociti i osteoklasti.

Osteoblasti su ćelije od kojih se formira kost. One grade matriks kostiju i nalaze se na mestima rasta, reparacije i remodelovanja kostiju.

Osteociti su zrele koštane ćelije koje nastaju od osteoblasta. Kada se osteoblasti okruže matriksom nastaje osteocit.

Osteoklasti su velike ćelije, sa više jedara, koje su sposobne da razgrađuju koštano tkivo. Smatra se da nastaju od monocita. Nalaze se na mestima popravke i remodelovanja kostiju. Osteoklasti su bitni za rast i popravku (zarastanje) kostiju.



Slika 28. Uzdužni i poprečni presek normalne i kosti sa osteoporozom

Osteoporoza je stanje kada dolazi do slabljenja kostiju usled smanjenja koštane mase koja izgrađuje skelet (Slika 28). Tokom života kostiju se kontinuirano remodeliraju. Dok dete raste i u periodu mladosti nivo formiranja kostiju je veći od razaranja kostiju. Međutim, nakon 40-50 godina reapsorpcija koštane mase počinje da prevladava i totalna koštana masa polako počinje da opada. U osnovi osteoporoze je poremećaj ravnoteže između razgradnje i procesa stvaranja nove kosti.

Tokom vremena muškarci gube 25% a žene 35% koštane mase. Muškarci imaju gušće kosti od žena, a nivo hormona testosterona generalno se mnogo ne snižava sve do 65. godine. Polni hormoni igraju važnu ulogu u čvrstini kostiju. Kod žena nivo estrogena počinje da opada u otprilike 45. godini. tako da ove razlike utiču da žene mnogo više podležu frakturama, posebno kukova, rebara, dugih kostiju i karlice. Osteoporoza je obično uslovljena starošću, međutim može biti rezultat: endokrinih bolesti (hiperparatireoidizam, hipertireoza, hipogonadizam, diabetes mellitus), bolesti vezivnog tkiva, imobilizacije i smanjene fizičke aktivnosti, upotrebe lekova (heparin, kortikosteroidi, antikonvulzivi, hipervitaminoza A, tireoidni hormoni), gastrointestinalnih poremećaja (suptotalna gastrektomija, malapsorpcioni sindrom, hronične bolesti jetre), poremećaja u ishrani (deficit kalcijuma, vitamina D, proteina), reumatoidnog artritisa.

Faktori rizika nakon menopauze su:

etnička pripadnost – češće kod Kavkazoida nego Negroida

pozitivna porodična anamneza
nizak rast, mala telesna masa
nulipare
rana menopauza
smanjena funkcija ovarijuma pre menopauze .

Faktori ishrane:

ishrana bogata proteinima
prekomerno unošenje soli
smanjeno unošenje kalcijuma, prekomerno unošenje fosfata
konzumiranje veće količine kofeina (više od 5 kafa dnevno).

Stil života:

sedeći način života
odsustvo fizičke aktivnosti
prekomerno unošenje alkohola, pušenje, konzumiranje droga.

Kod ljudi koji su neaktivni kao što su oni koji su vezani za krevet, gubitak koštane mase je oko 25 puta brži nego kod ljudi koji su umereno aktivni.

Osteoporotični prelomi, u razvijenim zemljama, predstavljaju značajan uzrok morbiditeta i mortaliteta, a produženjem životnog veka očekuje se da u budućnosti ima sve više pacijenata sa osteoporozom. Danas se smatra da osteoporozu ima oko 25 miliona osoba, prevashodno žena, pa je veoma važno raditi na prevenciji jer je cena lečenja osteoporotičnih preloma veoma visoka.

Koštana masa se može proceniti na osnovu dva parametra. To su: gustina minerala u kostima (engl. bone mineral density, BMD) i količina minerala u kostima (engl. bone mineral content, BMC), koje se podudaraju s koštanom masom, na temelju kojih se može s visokom sigurnošću proceniti koštana masa i dijagnostikovati osteoporoza. "Zlatni standard" za dijagnozu osteoporoze je denzitometrija. Razlikuje se nekoliko vrsta denzitometrijskih metoda, kao što su DXA, SXA, SPA, DPA. Uobičajeno se koriste denzitometri koji su zasnovani na DXA metodi (engl. dual x-ray absorptiometry = dvostruko-energetska apsorpcijometrija X zraka). DXA metoda se zasniva na korišćenju X-zraka dve jačine u vrlo maloj dozi, koji se propuštaju kroz kost, iza kosti senzori mere X-zrake koji su prošli kroz kost, a rezultat se obrađuje u računaru. Razlika energije propuštenih i apsorbovanih X-zraka omogućuje procenu gustine minerala u kostima, koja se izražava u apsolutnim vrednostima u g/cm². BMD se meri u području slabinskog dela kičme, vrata bedrene kosti (kuk) i donje trećine palčane kosti. Doza zračenja vrlo je niska, pretraga je jednostavna, bezbolna i brza. Traje 10-15 minuta, ne zahteva nikakvu pripremu, osim odstranjenja metalnih delova sa odeće. Izvodi se sedeći i držeći podlakticu na ležaju aparata ili ležeći na njemu. Prednosti ove metode su niska doza zračenja, visoka preciznost i relativno niska cena. Doza zračenja primljena pri denzitometriji tako je mala da se ni osobe koje rade s uređajem ne štite posebno i iznosi 1-3 mRem, što odgovara dozi

zračenja koja se primi tokom leta avionom u trajanju 3-9 sati ili na površini Zemlje od kosmičkog zračenja u trajanju od 3 do 9 dana.

Druge su metode manje precizne ili znatno skuplje, a neke su povezane s visokom dozom zračenja. Ultrazvučno merenje mineralne gustine kosti dobro se podudara s rezultatima DXA, nema X-zračenja, ali nije pogodno za praćenje toka lečenja u kliničkom radu s bolesnicima zbog velikog oscilovanja rezultata, pa se više koristi u epidemiološkim istraživanjima.

Prilikom denzitometrijskog merenja mineralne gustine kostiju (BMD) rezultati se izražavaju na tri načina:

u apsolutnim vrednostima, u g/cm^2 ;

kao "T score" (T vrednost), koja predstavlja odstupanje izmerene vrednosti BMD od max koštane mase mladih osoba izraženo u standardnim devijacijama (SD);

kao "Z score" (Z vrednost), koja predstavlja odstupanje izmerene vrednosti BMD od prosečne koštane mase osoba iste dobi izraženo u standardnim devijacijama.

Svetska zdravstvena organizacija je 1994. godine usvojila kvantitativnu definiciju osteoporoze koja se bazira na denzitometrijskom merenju mineralne gustine kosti i proceni T vrednosti. Zavisno od T vrednosti rezultati označavaju različitu koštanu masu:

povećana koštana masa $T > +1$

normalna koštana masa T između -1 i +1

osteopenija T između -1,0 i -2,5

osteoporoza $T < - 2,5$ ili $Z < - 1,0$

3.1.1. Kostí skeleta

Skelet daje potporu telu: kosti nogu (butna kost-femur posebno kao i golenjača-tibia) daje potporu celom telu kada stojimo, a karlične kosti daju potporu trbušnoj i karličnoj šupljini.

Skelet štiti mekane delove tela: kosti lobanje štite mozak; grudni koš koji se sastoji od rebara, grudnih pršljenova i grudne kosti štiti srce i pluća.

Skelet proizvodi krvne ćelije: sve kosti fetusa imaju sruđerasto tkivo sa crvenom koštanom srži koja proizvodi krvne ćelije. Kod odraslih pljosnate kosti lobanje, rebra, grudna kost, ključna kost, a takođe i pršljenovi i karlična kost proizvode krvne ćelije. Mast se skladišti u žutoj koštanoj srži.

Skelet skladišti minerale i mast: sve kosti imaju matriks koji sadrži kalcijum-fosfat. Kada se kost remodelira osteoklasti razaraju kost i vraćaju jone kalcijuma i fosfora u krvotok.

Skelet sa mišićima omogućava pokrete tela.

Klasifikacija kostiju vrši se prema njihovom obliku. Dele se na: duge, kratke, pljosnate, nepravilne, pneumatične i sezamoidne.

Duge kosti (*ossa longa*): Dužina im je znatno veća od debljine i širine. One ulaze u sastav donjih i gornjih ekstremiteta. Na svakoj dugoj kosti razlikuje se telo (korpus ili dijafiza) i okrajci (*extremities* ili *epifize*).

Kratke kosti (*ossa brevia*): sve tri dimenzije su im približno jednake. Nalaze se na završecima udova.

Pljosnate kosti (*ossa plana*): kod njih je debljina znatno manja od širine i dužine. Takve su kosti lobanje i karlice.

Neppravilne kosti (*ossa irregularia*): imaju različite oblike koji omogućavaju kontakt sa drugim kostima, kao što su kičmeni pršljenovi i kosti lica.

Pneumatične kosti (*ossa pneumatica*): okružuju nosnu duplju i sadrže šupljine ispunjene vazduhom - paranazalne šupljine ili sinusi (*sinus paranasales*).

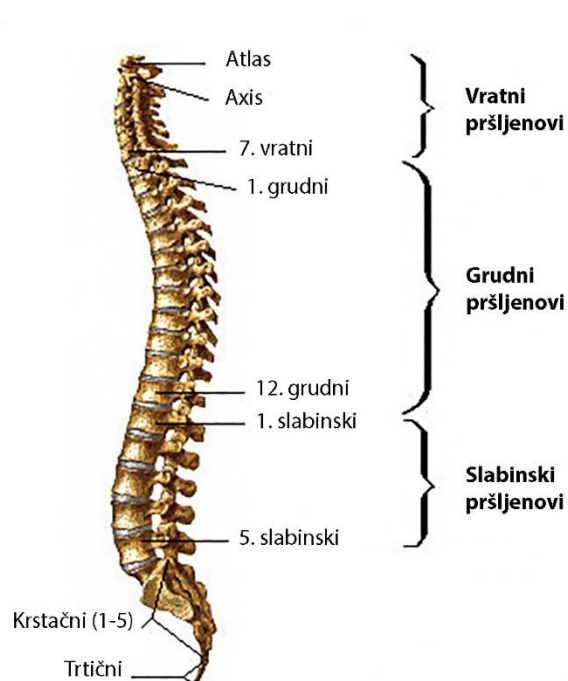
Sesamoidne kosti (*ossa sesamoidea*): imaju oblik kao seme susama. Razvijaju se u tetivama nekih mišića, najčešće u predelu zglobova (primer je čašica - *patella*).

Skelet se deli na:

- osovinski (*skeleton axiale*) i
- pridruženi (*skeleton appendiculare*).

Osovinski skelet se sastoji iz 80 kostiju, a čine ga lobanja (*cranium*), kičmeni stub (*columna vertebralis*), grudna kost (*sternum*), rebra (*costae*).

Apendikularni skelet se sastoji iz 126 kostiju. Čine ga kosti gornjih udova (*ossa membri superioris*) i kosti donjih ekstremiteta (*ossa membri inferioris*).



Slika 29. Građa kičmenog stuba

3.1.2. Kostii kičmenog stuba

Kičma predstavlja šupalj koštani stub koji čini osovinu tela (Slika 29). Postavljen je u srednjoj liniji zadnje strane tela. Kod muškaraca je dužine 72–75 cm, a kod žena 60–65 cm. Kičmeni stub (*columna vertebralis*) sastoji se iz kičmenih pršljenova (*vertebrae*) kojih ima 33. Prema delu trupa gde se nalaze dele se na: vratne (7), grudne (12), slabinske (5), krsne (5) i trtične (4-5). Vratni, grudni i slabinski pršljenovi su slobodni tj. pokretni jedan prema drugom, to su tzv. pravi pršljenovi (*vertebrae verae*). Krsni i trtični su srasli u krsnu i trtičnu kost, to su tzv. lažni pršljenovi (*vertebrae spuriae*). Prvi vratni pršljen se zove atlas i on drži glavu. Nazvan je po Atlasu, titanu iz grčke mitologije koji je, po verovanju starih Grka, držao na

svojim plećima nebeski svod. Pokretanje atlasa omogućava klimanje glave kao kad glavom pokažemo “da”. Takođe omogućava pregibanje glave na desnu ili levu stranu. Drugi vratni pršljen ili obrtač (*axis*) nosi produžetak (tzv. “zub” ili *dens*) koji se zglobljava sa atlasom i oko koga se atlas rotira na jednu ili drugu stranu, kao kad glavom pokažemo “ne”.

Grudnih pršljenova ima 12. Imaju zglobne površine na telu pršljena koje služe za zglobljavanje sa glavom rebra.

Slabinskih pršljenova ima 5. Odlikuju se velikim, krupnim telom.

Krsna kost je nastala srastanjem 5 krsnih pršljenova. Trouglastog je oblika sa bazom postavljenom naviše, a vrhom naniže.

Trtična kost nastala je spajanjem 4-5 trtičnih pršljenova.

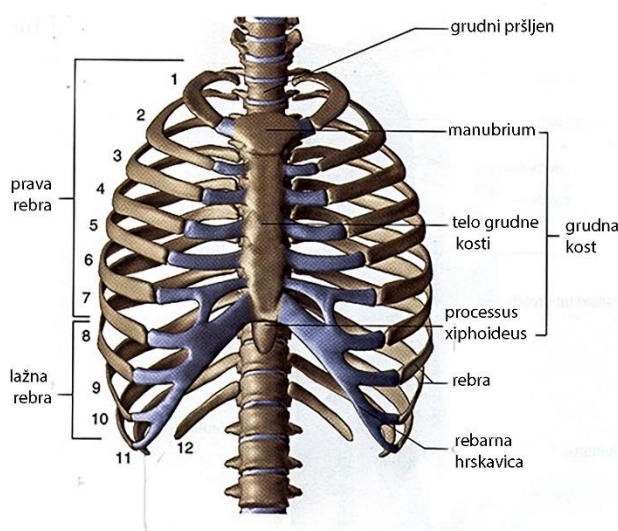
Otvori kičmenih pršljenova obrazuju kičmeni kanal (*canalis vertebralis*) u kome je smeštena kičmena moždina i na taj način je dobro zaštićena od spoljašnjih oštećenja.

Kičmeni stub nije prav nego ima oblik izduženog dvostrukog latiničkog slova S. U vratnom i slabinskom delu je izbočen napred (vratna i slabinska lordoza), a u grudnom i krsnom delu nazad (grudna i krsna kifoza).

Između pršljenova nalaze se međupršljenski diskovi izgrađeni od hrskavice i vezivnog tkiva i imaju ulogu jastučića koji sprečavaju da se kičmeni pršljenovi taru jedan o drugi. Diskovi slabe sa starenjem, mogu da iskliznu i da puknu. Bol nastaje kada iskliznuti disk pritiska kičmenu moždinu i spinalne nerve, što ponekad zahteva hirurško odstranjivanje diska.

3.1.3. Grudni koš -thorax

Grudni koš ima oblik zarubljene kupe (Slika 30). Prednju stranu grudnog koša grade



grudna kost i rebarne hrskavice. Zadnju stranu grade 12 grudnih pršljenova i zadnji krajevi rebara. Bočne strane grudnog koša čine tela rebara koja između sebe ograničavaju međurebarne prostore. Grudni koš ima ulogu zaštite ali je takođe i fleksibilan, štiti srce i pluća ali može takođe i da se širi i pokreće gore-dole prilikom udisaja (inspiracije) i izdisaja (ekspiracije).

Rebra - costae

Postoji 12 pari rebara. Oni se zadnjim krajem spajaju sa grudnim pršljenovima, a prednjim preko rebarnih hrskavica sa grudnom kosti. Samo prvih 7

Slika 30. Skelet grudnog koša

pari rebara se spaja direktno sa grudnom kosti i to su tzv. prava rebra. Ostala rebra su tzv. lažna rebra. Naime 8. 9. i 10. rebro su spojeni indirektno sa grudnom kosti preko rebarne hrskavice

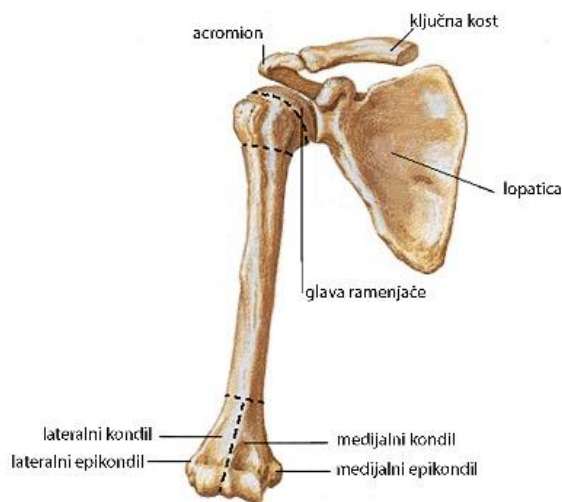
7. rebra, dok se 11. i 12. rebro slobodno završavaju prednjim krajem u mišićima zadnjeg trbušnog zida (tzv. “plutajuća” rebra). Rebra pripadaju tipu dugih kostiju.

Grudna kost - sternum

Grudna kost se nalazi na sredini prednje strane skeleta grudnog koša. Pripada tipu pljosnatih kostiju. Podseća na kratki rimski mač na kome se razlikuju drška, telo i vrh. Znači sastoji se iz tri kosti koje se tokom fetalnog perioda spajaju.

3.1.4. Kostur gornjeg uda

Kostur gornjeg uda se naslanja i vezan je za grudni koš (Slika 31). Čine ga kosti ramenog pojasa i kosti slobodnog, pokretnog dela ruke. Rameni pojas je nepokretni deo kostiju gornjeg uda i čine ga ključna kost i lopatica. Kosti ruke ili slobodnog dela gornjeg uda dele se na nadlaktice (ramenjača), kosti podlaktice (žbica i lakatna kost) i kosti šake.



Slika 31. Skelet ramenog pojasa i nadlaktice

kosti. Na zadnjoj strani lopatice nalazi se greben koji se idući ka spolja nastavlja u natplećak (*acromion*) – ove strukture su opipljive ispod kože.

3.1.6. Kosti nadlaktice

Ramenjača (humerus)

Ramenjača se smatra jednom od najvažnijih dugih kostiju skeleta. Na njoj se uočavaju telo i dva kraja (gornji i donji). Na gornjem kraju se nalazi glatka, okrugla glava koja se zglobljava sa lopaticom, gradeći zglob ramena. Opseg pokreta u ovom zglobu je veoma veliki, te je i verovatnoća za dislokaciju velika.

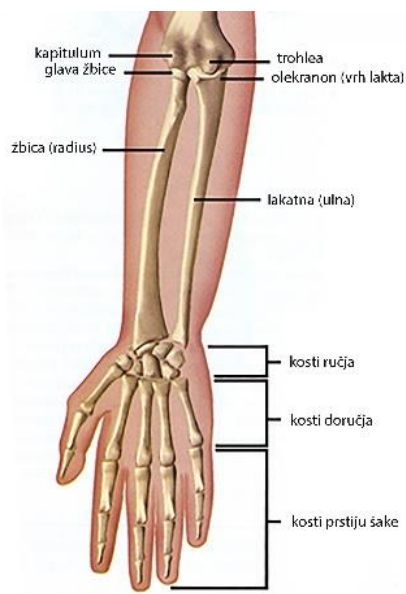
3.1.5. Kosti ramenog pojasa

Ključna kost (clavicula)

Ključna kost je parna kost u obliku izduženog latiničkog slova S (Slika 31). Leži horizontalno na gornjem otvoru grudnog koša i pruža se od drške grudne kosti do lopatice. Pripada tipu dugih kostiju.

Lopatica (scapula):

Lopatica je parna kost trouglastog oblika koja pripada pljosnatim kostima. Nalazi se na zadnjoj strani grudnog koša. Zglobljava se sa ramenjačom i ključnom

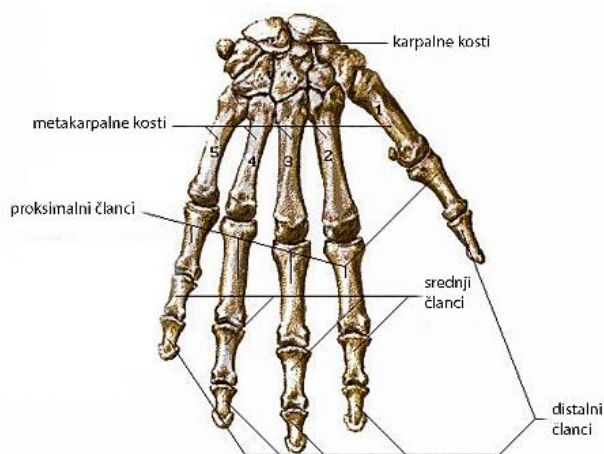


Slika 32. Kostii podlaktice sa šakom

3.1.7. Kostii podlaktice

Kostur podlaktice čine dve kosti - žbica (*radius*) koja je kraća i lakatna (*ulna*) kost koja je duža (Slika 32). One su međusobno paralelne i leže između lakta i ručnog zgloba. Specifična struktura zgloba lakta, omogućava rotaciju podlaktice, bez promene u poziciji nadlaktice. Kostii su paralelne kada je podlaktica u položaju supinacije tj. kada je dlan šake okrenut napred, a palac spolja. Ukrštene su kada je podlaktica u položaju pronacije tj. kada je dlan šake okrenut nazad, a palac unutra. Žbica i lakatna kost se spajaju svojim krajevima, a njihova tela ograničavaju međukoštani prostor koji ispunjava snažna fibrozna opna. Gornjim krajevima ove dve kostii se zglobljavaju međusobno kao i sa ramenjačom gradeći zglob lakta. Zglob lakta je, prema tome, kompleksan zglob.

3.1.8. Kostii šake



Slika 33. Kostii šake

Njihova tela ograničavaju četiri međukoštana prostora koje ispunjavaju mišići šake. Najkraća kost je prva, a najduža treća.

Kostii prstiju šake (*ossa digitorum manus*)

Kostii prstiju šake pripadaju tipu dugih kostiju. Svaki prst ima po tri članka (phalanges) – proksimalni, medijalni i distalni, izuzev palca koji ima dva - proksimalni i distalni.

Svaka šaka se sastoji od 27 kostiju koje se dele na kostii ručja, doručja, i kostii prstiju šake (Slika 33).

Kostii ručja (*ossa carpi*)

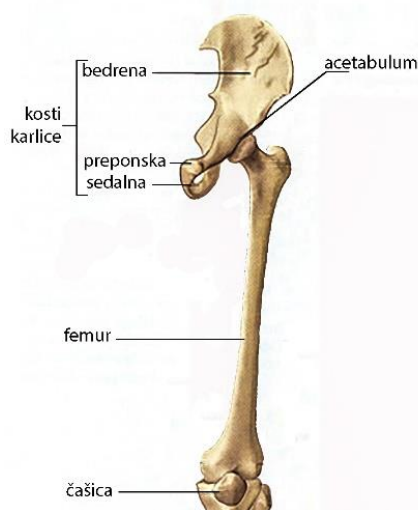
Kostii ručja raspoređene su u dva reda, a u svakom redu se nalazi po četiri kostii. One pripadaju tipu kratkih kostiju i kockastog su oblika. Kostii oba reda su čvrsto međusobno povezane. Ručje se gore zglobljava sa kostima podlaktice gradeći ručni zglob, a dole sa kostima doručja.

Kostii doručja (*ossa metacarpi*)

Doručje se sastoji od pet dugih kostiju.

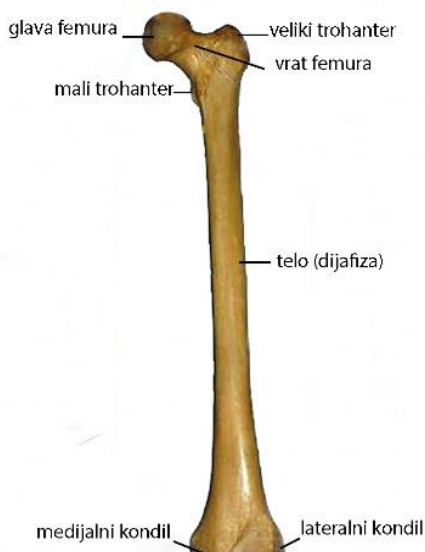
3.1.9. Kostii donjeg uda

Kosti donjeg uda čine karlični pojas i kosti slobodnog, pokretnog dela noge. Karlični pojas čini karlična kost koja povezuje kostur noge sa krsnom kosti tj. sa kičmenim stubom. Kostur slobodnog dela noge se sastoji od kostiju natkolenice (butna kost i čašica), kostiju potkolenice (golenjača i lisnjača) i kostiju stopala (Slika 34).



Slika 34. Kostii karlice sa nadkolenicom

međusobno spajaju preko hrskavičavog diska, bedrena kost je povezana sa krsnom kosti, a preko acetabuluma karlična kost se zglobljava sa femurom gradeći zglob kuka. S obzirom na to da se bedrena, preponska i sedalna kost spajaju u acetabulumu, femur se zapravo spaja sa sve tri kosti karlice.



Slika 35. Butna kost

3.1.10. Kostii karličnog pojasa

Karlični pojas čine dve karlične kosti, krsna i trtična kost. Krsna i trtična kost pripadaju završnom delu kičmenog stuba, dok karlična kost pripada kostima donjeg uda. Kostii karličnog pojasa zatvaraju prostor u kome se nalaze organi trbušne duplje (tzv. “velika karlica”) i organi karlične duplje tzv. “mala karlica”. Karlična kost je parna kost nepravilnog oblika. Sastoji se iz bedrene (*ilium*), preponske ili stidne (*pubis*) i sedalne kosti (*ischii*). One su do puberteta spojene hrskavicom nakon čega ovaj spoj okoštava na mestu koje se zove zglob čašica ili *acetabulum*. Bedrena kost je najveća i čini gornji deo karlične kosti, sedalna kost je pozadi (njom se oslanjamo tokom sedenja), a preponska kost se nalazi napred. Gornja ivica bedrene kosti je opipljiva ispod kože i naziva se bedreni greben (*crista iliaca*). Dve pubične kosti se

3.1.11. Kostii natkolenice

Butna kost (*femur*)

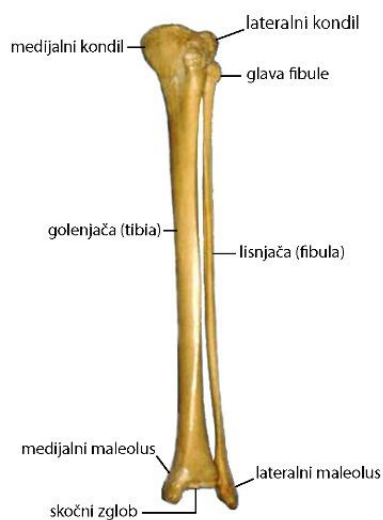
Butna kost je najduža i najdeblja kost kod čoveka. Pripada tipu dugih kostiju (Slika 35). Na njenom gornjem kraju nalazi se glava femura, koja se spaja sa karličnom kosti u acetabulumu, kratak vrat koji sa telom butne kosti zaklapa tup ugao koji ima značaj u biomehanici zgloba kuka, kao i dva velika nastavka - veliki i mali trohanter na kojima se pripajaju mišići kuka. Na distalnom kraju femur ima dva kondila - spoljašnji i unutrašnji koji se zglobljava sa čašicom i golenjačom. Butna kost je u celini ispupčena napred. Bitna je u forenzičkim analizama, s obzirom na to

da je otpornija od drugih kostiju, a takođe je značajna za procenu visine tela i genetičke analize.

Čašica (*patella*)

Formira se u tetivi četvoroglavog mišića. Trouglastog je oblika sa bazom postavljenom naviše, a vrhom naniže. Prednja strana je hrapava, a na zadnjoj strani se nalazi zglobna površina za spajanje sa donjim okrajkom butne kosti. Najvažnija funkcija čašične kosti je da poveća biomehaničku efikasnost zgloba kolena tokom ekstenzije potkolenice.

3.1.12. Kostii potkolenice



Slika 36. Kostii potkolenice

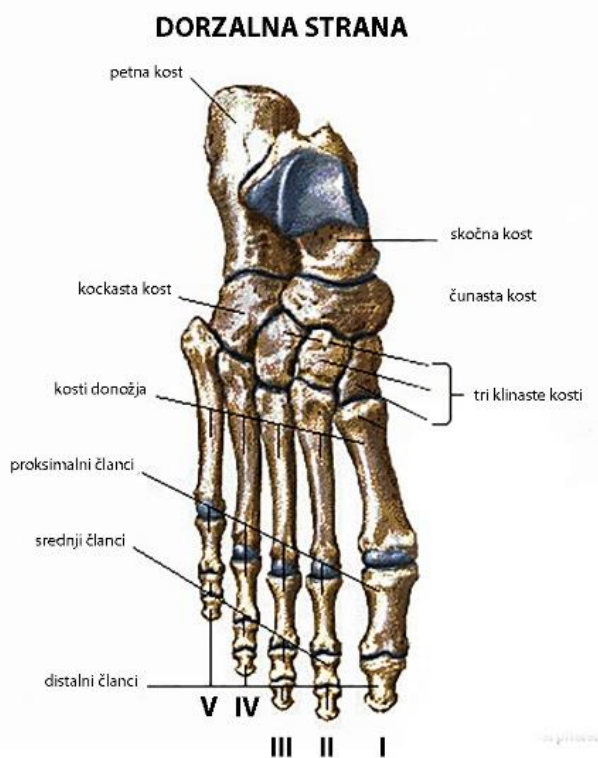
zglob.

Golenjača (*tibia*) i lisnjača (*fibula*)

Golenjača i lisnjača su podjednake dužine (Slika 36). Golenjača je smeštena sa unutrašnje strane, znatno je deblja i prenosi težinu tela sa butne kosti na skelet stopala. Ona je druga kost po veličini. Lisnjača se nalazi sa spoljašnje strane golenjače i postavljena je iza i niže od nje. Ne zglobljava se sa butnom kosti i ne učestvuje u prenosu opterećenja. Sa oba svoja kraja se zglobljava sa golenjačom.

Fibula na gornjem kraju nosi glavu koja se zglobljava sa golenjačom. Obe kosti na donjim krajevima nose produžetke – gležnjeve (golenjača nosi unutrašnji gležanj *malleolus medialis* a lisnjača spoljašnji gležanj – *malleolus lateralis*). Kostii potkolenice se svojim krajevima međusobno zglobljavaju i ograničavaju međukostani prostor, donjim krajevima se zglobljavaju sa skočnom kosti gradeći skočni

3.1.13. Kosti stopala



Slika 37. Kosti stopala

svakom prstu se nalaze po 3 članka (proksimalni, srednji i distalni) izuzev palca kome nedostaje srednji članak.

Kosti stopala se sastoje od 26 kostiju poređanih u tri grupe: kosti nožja (7) kosti donožja (5) i kosti prstiju stopala (14) (Slika 37).

Kosti nožja (*ossa tarsi*)

Kosti nožja se grupišu u dva reda, a pripadaju tipu kratkih kostiju koje liče na kocku. U zadnjem redu su dve najveće kosti: skočna kost (*talus*) i ispod nje petna kost (*calcaneus*). U prednjem redu se nalazi 5 kostiju: kockasta, čunasta i tri klinaste kosti.

Kosti donožja (*ossa metatarsi*)

Kosti donožja pripadaju tipu dugih kostiju a ima ih ukupno 5.

Kosti prstiju stopala (*ossa digitorum pedis*)

Kosti prstiju stopala pripadaju tipu dugih kostiju, a ima ih ukupno 14. U

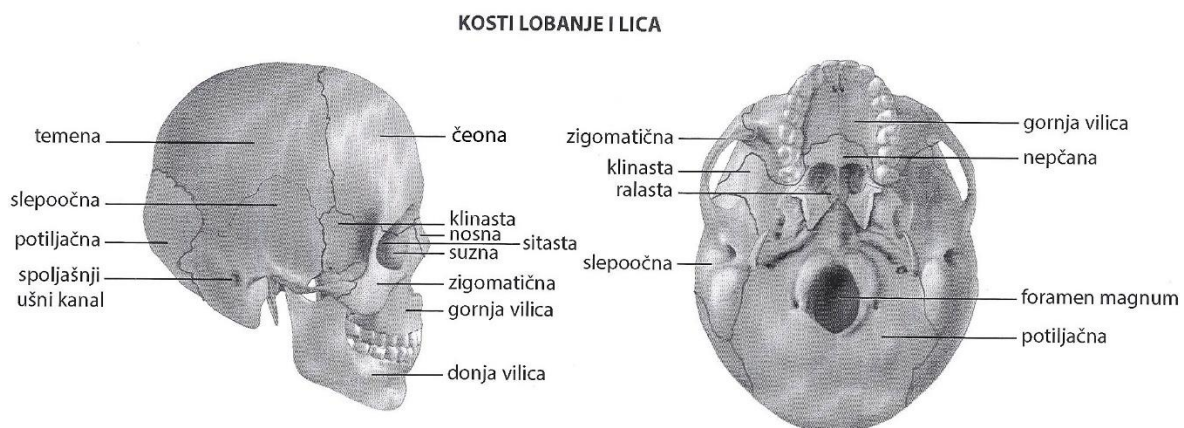
3.1.14. Kosti glave

Kosti glave čine kosti lobanje (*neurocranium*) i kosti lica (*viscerocranium*) (Slika 38)

Kosti lobanje

Kosti lobanje se formiraju veoma rano tokom fetalnog razvoja (sedma, osma nedelja) i svaka kost ima svoj sopstveni centar osifikacije. Proces započinje u bazi lobanje, a zatim se širi dalje. Najkasnije se dešava osifikacija kostiju lica. Kostur lobanje štiti mozak. Sastoji se od 8 pljosnatih kostiju koje su čvrsto spojene kod odraslih osoba. Parne kosti su slepoočna i temena kost, a ostale su neparne (čeona, potiljačna, sitasta i klinasta). Kod novorođenčadi neke kosti nisu potpuno formirane i spojene su membranama tzv. fontanelama. Fontanele se obično zatvaraju u uzrastu od 16 meseci. Neke kosti sadrže vazdušne prostore koji su obloženi mukoznom membranom i koji smanjuju težinu lobanje. Većina ovih šupljina su paranazalni sinusi koji su u vezi sa nosnom dupljom i koji učestvuju u vlaženju i zagrevanju udahnutog vazduha i koji daju rezonantni zvuk glasu (učestvuju u stvaranju glasa). U slepoočnoj kosti se takođe nalaze vazdušni prostori (tzv. mastoidna pećina i mastoidne ćelije) koji su povezani sa bubnom dupljom i ulaze u sastav srednjeg uva.

Na prednjem delu kranijuma nalazi se čeona kost i ona formira čelo, dve temene kosti (*os parietale*) nalaze se iza čeone kosti sa strane, a potiljačna kost (*os occipitale*) formira zadnji deo krova i deo baze lobanje. Kost se lako može prepoznati po otvoru (*foramen magnum*) kroz koji prolazi kičmena moždina. Ispod temene kosti nalazi se slepoočna kost (*osa temporalia*) koja sadrži spoljašnji ušni kanal, srednje i unutrašnje uvo. Kroz ovu kost takođe prolazi velika arterija (unutrašnja karotidna arterija) koja je zadužena za ishranu najvećeg dela mozga. Klinasta kost (*os sphenoidale*) koja ima oblik slepog miša sa raširenim krilima umetnuta je poput klina između čeone, sitaste, temenih i slepoočnih kostiju. Sve ostale kosti se povezuju sa njom pa se zato smatra ključnom kosti lobanje. Sitasta kost (*os ethmoidale*) leži ispred klinaste kosti i učestvuje u izgradnji očnih duplji (orbita) i zidova nosne duplje. U izgradnji očne duplje učestvuju različite kosti lobanje i lica. Očne duplje se zovu orbite zbog naše sposobnosti da rotiramo oči.



Slika 38. Kostilobanje i lica

Kosti lica

Kostur lica čini 15 kostiju koje mogu biti parne i neparne. Parne kosti su: gornja vilica, nosna kost, suzna kost, jabučna kost, nepčana kost i donja nosna školjka. Neparne kosti su: donja vilica, ralasta kost i podjezična kost. Najveće kosti su gornja vilica (*maxilla*) i donja vilica (*mandibula*), koje nose ležišta za gornje i donje zube.

Donja vilica je i jedina pokretna kost lica što nam omogućava zagrižaj i žvakanje. Nepčana kost (*os palatinum*) gradi zadnju trećinu koštanog ili tvrdog nepca (prednje nepce gradi gornja vilica) kao i bočni zid nosne duplje. Jabučna kost (*os zygomaticum*) je veoma čvrsta kost i na licu gradi reljefno ispupčenje koje se naziva jabučica ili jagodica. Ona je pozadi spojena u vidu mosta sa slepoočnom kosti gradeći tzv. jabučni luk (*arcus zygomaticus*). Suzna kost (*os lacrimale*) gradi unutrašnji zid očne duplje. Ralasta kost (*vomer*) ima oblik četvrtaste ploče i zajedno sa delom sitaste kosti gradi koštani deo nosne pregrade. Nosna kost (*os nasale*) gradi koren nosa i gornji zid nosne duplje. Donja nosna školjka (*concha nasalis inferior*) gradi bočni zid nosne duplje. Podjezična kost (*os hyoideum*) se nalazi ispod donje vilice i služi za pripoj brojnih mišića i ligamenata.

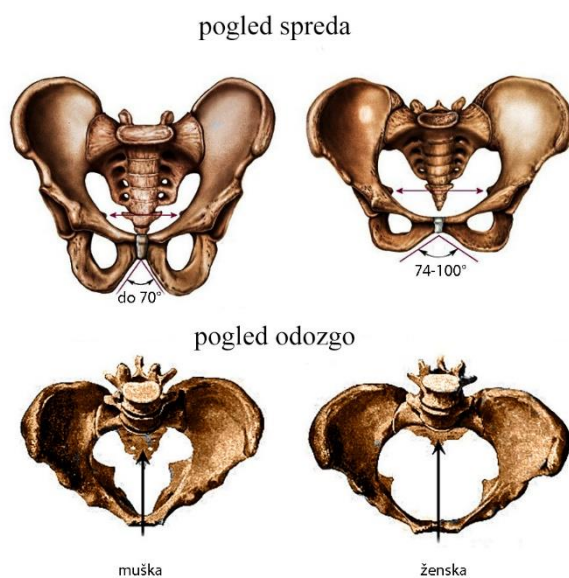
Uši su izgrađene samo od elastične hrskavice, a ne od kosti. Nos je izgrađen od kostiju kao i hrskavičavog i vezivnog tkiva. Nosne kosti grade koren nosa, hrskavica se nalazi u sastavu nosnih krilaca, dok vezivno tkivo formira nosne otvore.

3.2. Polni dimorfizam skeleta

Rast kostiju je hormonski i genetski kontrolisan. Produkcija polnih hormona se povećava u vreme puberteta, što rezultira u pojavi polnog dimorfizma skeleta, koji se kasnije javlja u odraslom dobu. Polni dimorfizam varira kako unutar tako i između populacija. Nakon 18. godine polni dimorfizam skeleta je jače izražen, pa se tako detekcija pola na osnovu koštanog materijala može lakše utvrditi.

U poređenju sa ostalim primatama, kod ljudi su mnogo manje izražene polne razlike u veličini tela i zuba (naročito očnjaka). Polne anatomske razlike u skeletu mogu biti više izražene u nekim regionima, dok su u nekim drugim regionima one manje izražene. Međutim, polne razlike u morfologiji i dimenzijama skeleta postoje i zbog toga su vrlo značajne osteolozima.

Kada se želi otkriti pol na osnovu bilo kog koštanog materijala osteolog započinje svoj rad sa sigurnošću od 50%, s obzirom na to da postoji 50:50 šanse da materijal bude muškog, odnosno ženskog porekla. Za neke elemente, kao što je kranijum, praksom i iskustvom vrlo često može da se utvrdi pol sa tačnošću 80-90%.



Slika 39. Polni dimorfizam karlične kosti

Generalno, ženski skelet se karakteriše manjim dimenzijama i gracilnom morfologijom. Kostiju muškaraca su po pravilu masivnije, a mesta pripoja skeletnih mišića (tzv. koštane kvрге) kod kostiju muškaraca su značajnije naglašene. Tako, kod velikih i mešanih kolekcija kostiju, najveće i najrobusnije kosti, sa izraženim reljefom se klasifikuju kao muške, a najmanji i najgracilniji koštani elementi kao ženski. Normalne individualne varijacije, mogu međutim usloviti i gracilnije manje kosti muškaraca i veće, robusnije kosti žena. Zbog toga se osteolozi tradicionalno koncentrišu na elemente lobanje i karlice, kod kojih su polni markeri mnogo više izraženi.

Pored individualnih varijacija, ponekad se pogrešna identifikacija pola desi i zbog varijacija koje postoje između populacija. Neke populacije se sastoje od individua oba pola, koje su veće, teže i mnogo robusnije, dok se druge populacije karakterišu suprotnim karakteristikama. Zbog ovakvih razlika u veličini i

robusticitetu osteološkog materijala za muškarce iz jedne populacije se može pomisliti da su žene i obrnuto.

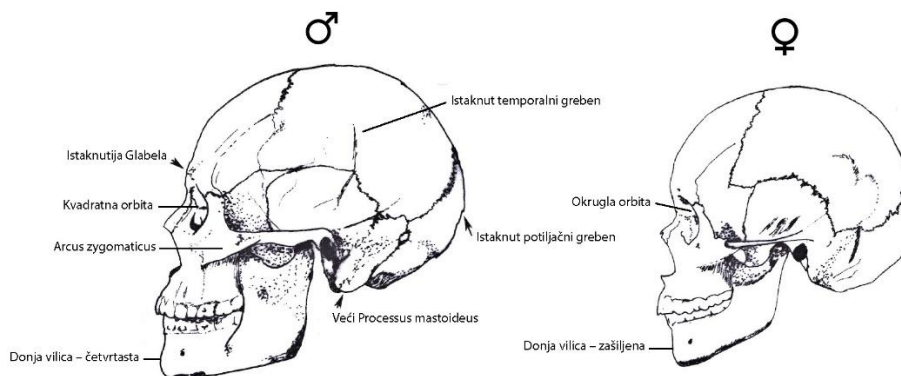
Tehnike koje se koriste u determinaciji pola na osnovu skeletnog materijala, mogu se bazirati na vizuelnoj proceni morfologije i/ili metričkoj proceni skeletnih ostataka. Polni dimorfizam se određuje preko morfometrijskih i morfoskopskih karakteristika, apsolutnih i relativnih mera, veličine, uglova, koštane mase, reljefa itd.

Polni dimorfizam se najviše primećuje na sledećim kostima: karlica, natkolenica i lobanja.

Karlica: oblik i izgled karlice ima najveći značaj za određivanje pola. Postoje velike razlike u anatomiji muške i ženske karlice (Slika 39). Karlica ima bitnu ulogu u kretanju (lokomociji), a kod žena i prilikom porođaja. Tokom evolucije, adaptacija ljudske vrste uspravnom hodu, novi mehanički zahtevi, i smanjenje prečnika karlice, doveo je do polnog dimorfizma u izgledu karlice kod savremenih ljudi.

Za vreme puberteta, muška karlica intenzivnije raste te je robusnija, međutim kod ženskog pola, promene su više vezane za oblik karlice. Tradicionalne metode koje se koriste da bi se odredio pol na osnovu karlice, baziraju se na tome da su krsna i karlična kost kod žena manje i manje robusne nego kod muškaraca. Gornji otvor karlice kod žena je širi nego kod muškaraca. Kod muškaraca je karlica uska i visoka, ulaz u malu karlicu je srcolik, a ugao između stidnih kostiju je oštar (do 70°), što nije slučaj kod žena kod kojih je karlica plitka i široka, ovalnog ulaza u malu karlicu i tupog ugla ili lučne linije između stidnih kostiju ($74-100^{\circ}$). *Acetabulum* je veći kod muškaraca i okrenut je više bočno, dok je kod žena manji i okrenut više unapred.

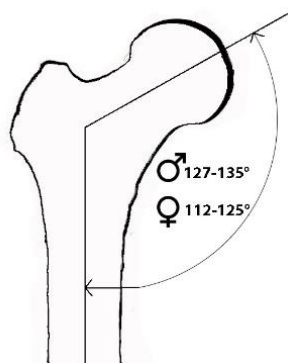
Lobanja: Težina lobanje kod muškaraca je oko 730 grama, a kod žena oko 560 grama. Ženska lobanja je u proseku u apsolutnim i relativnim merama manja od muške (Slika 40). Naročito je mali nosni deo i donji deo lica. Čelo je nisko, ali strmije. Posmatrano odozgo na dole, karakteristično je da ženske lobanje imaju pentagonoidan izgled. Ispupčenja na čeonj kosti koja se nalaze iznad korena nosa (*glabella*) i u predelu obrva (*arcus superciliaris*) su dosta slabo izraženi. Ispupčenje slepoočne kosti koje se nalazi iza spoljašnjeg ušnog kanala (*processus mastoideus*) kod žena je manje izražen, kratak, zašiljen i ravnije je površine. Orbita je okruglija, relativno veća i oštrijih ivica, dok je kod muškaraca više uglasta i romboidnog oblika. Spoj slepoočne i jabučne kosti (*arcus zygomaticus*) je kod žena tanji, pljosnatiji i manje izbačen u stranu. Donja vilica je lakša, nežnija, sa zašiljenim vrhom. Samo telo donje vilice kod žena je tanje.



Slika 40. Polni dimorfizam lobanje

Muškarci imaju mnogo veću i robusniju lobanju od žena. Muška lobanja takođe ima mnogo istaknutije očne grebene (*arcus superciliaris*), istaknutiju glabelu, i istaknutije temporalne i potiljačne grebene. Muškarci takođe imaju više kvadratne orbite, veći mastoidni procesus, veće sinuse i veće okcipitalne - potiljačne kondile nego žene. U poređenju sa ženskom mandibulom, muška mandibula se karakteriše više kvadratnim, četvrtastim oblikom.

Natkolenica: Mnogi autori su dokumentovali polne razlike u karakteristikama drugih kostiju, ali se smatra da su one manje pouzdane u determinaciji pola, u odnosu na karlicu i lobanju. Butna kost ili samo njen gornji deo mogu da pruže bitne podatke za identifikaciju pola.



Slika 41. Ugao između vrata i tela butne kosti

Tu je od velike važnosti ugao između vrata i tela butne kosti. Kod muškaraca iznosi 127 do 135°, a kod žena 112 do 125° (Slika 41). Manji dijagnostički značaj ima dužina butne kosti (kod muškaraca je oko 460 do 470 mm, a kod žena 420 do 430 mm). Takođe, maksimalni dijametar glave femura, humerusa i radiusa su dobri indikatori pola kod odraslih. Najveći prečnik glave butne kosti kod muškaraca je 50 mm, a kod žena 44 mm. Rastojanje između unutrašnjih i spoljašnjih kondilusa je kod muškaraca do 78 mm, a kod žena do 72 mm. Prema nekim naučnicima ove tehnike mogu da otkriju pol, sa tačnošću od 58% do blizu 100%.

Zaključak: Pouzdanost rezultata analize morfoloških skeletnih karakteristika u proceni pola varira u zavisnosti od koštanih delova koji se proučavaju. Dodatni pouzdani podaci se svakako mogu dobiti DNK analizom. Kombinovanje analize morfoloških parametara sa DNK analizom može biti veoma korisno u budućim studijama polnih razlika, naročito prilikom ispitivanja populacija koje imaju široke varijacije u ekspresiji polnog dimorfizma.

3.3. Zglobovi

Zglob (*lat. junctura*) predstavlja spoj dve ili više kostiju. Oni sa jedne strane omogućavaju stabilnost, a sa druge elastičnost i pokretljivost. Stanje zglobova, naročito

kičmenog stuba, kolena, ramena i lakta, može ukazati na stil života. Traume određenih zglobova povezane su i sa tipom fizičke aktivnosti. Dominantna strana tela, može se otkriti poređenjem karakteristika zglobova ruku. Fizički radnici se mogu razlikovati od službenika na osnovu promena u zglobovima ramena, leđa i ruku. Zglobovi se u odnosu na pokretljivost mogu podeliti na pokretne i nepokretne.

3.3.1. Nepokretni zglob

Nepokretni zglob povezuje kosti tako da prostor između njih ispunjava vezivno ili hrskavičavo tkivo (vezivni, odnosno hrskavičavi zglobovi).

Vezivni zglob:

Postoji nekoliko vrsta vezivnih zglobova. Šav (*sutura*) spaja ivice pljosnatih kostiju (kosti lobanje). Oni u toku života mogu okoštati. Prema obliku ivica postoji: ravni, ljuskasti i zupčasti. Fibrozna veza (*syndesmosis*) je spoj dve kosti snažnim međukoštanim vezama - ligamentima (npr. opne između kostiju podlaktice i potkolenice). Veličina pokreta zavisi od dužine ligamenata.

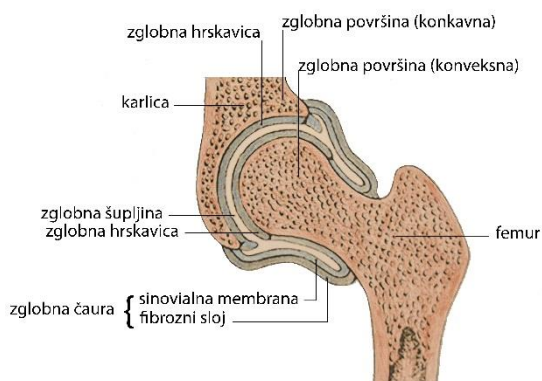
Podtip sindesmoze je i klinasti spoj (*gomphosis*) je zglob kod koga je jedna kost klinasto usađena u drugu (primer: koren zuba u svom ležištu na vilici koji je povezan sa zidovima ležišta pomoću vezivnih vlakana, tzv. periodoncijum).

Hrskavičavi zglob:

Karakteristika hrskavičavog zgloba je minimalna pokretljivost. Većina ovakvih zglobova nalazi se u zoni rasta kostiju kod dece i mladih osoba. Hrskavica spaja dijafize i epifize kostiju i omogućava proliferaciju koštanih ćelija. Prema vrsti hrskavice razlikuju se zglobovi sa hijalinom (*synchondrosis*) i sa fibroznom hrskavicom (*symphyzis*). Sinhondroze s vremenom okoštavaju (takvi su npr. spojevi dijafiza i epifiza dugih kostiju ili spojevi delova sternuma), dok simfize zadržavaju svoju strukturu tokom celog života (npr. spojevi dve stidne kosti ili spojevi kičmenih pršljenova).

Zglob u kojem je moguće samo minimalno pomeranje jedne zglobne površine prema drugoj zove se amfiartroza.

3.3.2. Sinovijalni pokretni zglob



Za sinovijalne zglobove karakteristično je da se između kostiju nalazi šupljina, tj. prostor između njih nije ispunjen tkivom, što im omogućuje pokretljivost. Primeri sinovijalnih zglobova su zglobovi gornjeg i donjeg uda.

Kod pokretnog ili pravog zgloba razlikuju se glavni i sporedni delovi (Slika 42).

Slika 42. Građa pokretnog zgloba

Glavni delovi su: zglobne površine, zglobna šupljina, zglobna čaura.

Zglobne površine (*facies articulares*) su delovi na kostima koji naležu jedan na drugi i koji se obično dopunjuju-jedna je ispupčena, a druga udubljena. Pokrivene su hijalinom zglobnom hrskavicom.

Zglobna šupljina (*cavitas articularis*) je uzani prostor u kome se nalazi tečnost koja omogućava ishranu i klizanje zglobnih hrskavica.

Zglobna čaura (*capsula articularis*) je vezivna opna koja spaja zglobljene elemente skeleta i hermetički zatvara zglobnu šupljinu odvajajući je od okoline. Na njoj se razlikuju dva sloja: spoljašnji - fibrozni (*membrana fibrosa*) i unutrašnji - sinovijalni (*membrana synovialis*). Unutrašnja opna luči tečnost koja vlaži zglobne površine i omogućava njihovo klizanje i pokretljivost, kao i ishranu zglobnih hrskavica.

Sporedni delovi zgloba su: zglobne veze i fibrozno-hrskavičave tvorevine.

Zglobna veza (*ligamentum*) predstavlja snop ili traku fibroznog tkiva razapetog između kostiju.

Vezivno-hrskavičave tvorevine se nalaze u unutrašnjosti nekih zglobova kao što su zglobna usna (*labrum articulare*), meniskus (*meniscus articularis*) ili zglobni kolut (*discus articularis*). One povećavaju podudarnost zglobnih površina (npr. čašična usna povećava dubinu acetabuluma kako glava butne kosti ne bi ispala) i amortizuju pokrete (npr. meniskus u zglobu kolena), a zglobni kolut omogućava zglobljavanje površina koje nisu podudarne (npr. u zglobu ručja i viličnom zglobu).

3.4. Mišićna komponenta

Ljudsko telo ima 752 mišića (*lat. musculus*). Kod prosečnog čoveka 40% težine tela čini muskulatura. Mišići sa skeletom čine aparat za kretanje, a učestvuju i u mnogim fiziološkim procesima: ishrana, disanje, cirkulacija krvi. Ukupna masa mišića je veća u odnosu na masu skeleta, a zajedno s njim čine dve trećine mase ljudskog tela. Mišićno tkivo izgrađeno je iz mišićnih ćelija (mišićnih vlakana) koje sadrže miofibrile, te su sposobne da se pod uticajem nadražaja kontrahuju, skraćuju. Mišići čoveka sastoje se iz poprečno-prugastih i glatkih mišićnih vlakana. Poprečno-prugasta vlakna izgrađuju mišiće telesnog zida, glave, udova, očnih mišića i dijafragme. Poprečno-prugasti mišići oblažu skelet, veoma su brzi i njihove kontrakcije traju od 1/10 do 1/100 dela sekunde. Funkcionišu pod uticajem volje čoveka. Skeletni mišići mogu biti različitog oblika:

- kružni (oko očiju, usta i drugih otvora na telu i oko organa)
- lepezasti (mišići lica i grudnog koša)
- pločasti (mišići trbuha, dijafragma, međurebarni mišići) omogućavaju disanje
- vretenasti (u ekstremitetima i oni su najbrojniji)
- trakasti-nalaze se u vratnom delu (pokreću glavu u svim pravcima) i predelu butina).

Glatka vlakna grade mišiće unutrašnjih organa (creva, bubrežnih i polnih odvoda), zida krvnih sudova i kože. Ovi mišići su tanki, a pokreti su im spori. Njihove kontrakcije traju 1-1,5 minuta, a rade bez uticaja volje čoveka, tj. pod uticajem autonomnog nervnog sistema.

Srčano mišićno tkivo je po strukturi slično poprečno prugastom, a po funkciji glatkom mišićnom tkivu. Odlikuje se tanjim i kraćim vlaknima od skeletnih i imaju slabije izraženu poprečnu ispruganost.

Mišićna masa kod novorođenčeta iznosi oko 23% ukupne telesne mase. Rastom i razvojem oko osme godine procenat se povećava na oko 27%, na kraju puberteta oko 32%, a kod odraslog čoveka preko 40%. Kod nekih sportista ovaj procenat može čak biti veći od 50%. U odnosu na telesnu masu koja se u toku celog života uveća 21 put, masa mišićnog tkiva uveća se čak 37 puta. Za rad mišića neophodni su glukoza i kiseonik, a kao rezultat nastaju ugljen-dioksid i mlečna kiselina. Pojačana fizička aktivnost uzrokuje da se mišićna masa povećava. Treningom snage dolazi do hipertrofije tj. do porasta mase mišićnih vlakana, - prečnik pojedinih mišićnih vlakana postaje veći, a povećava se i ukupna količina miofibrila u vlaknu. Hipertrofijom se povećava i pokretna snaga mišića te se povećava i snabdevanje mišića hranljivim materijama koje su potrebne za održanje te povećane snage. Hipertrofija nastaje usled snažne mišićne aktivnosti, pa čak i ako traje svega nekoliko minuta dnevno. Slaba aktivnost bez obzira koliko dugo traje, neće izazvati ove promene. Ako mišići ne ostvaruju najmanje 75% od svoje maksimalne napetosti, nove miofibrile se gotovo i ne razvijaju.

Sa starenjem dolazi do opadanja funkcionalne sposobnosti skeletne muskulature, što je izraženije posle 50. godine života, naročito kod onih koji su fizički neaktivni. Atrofičnim promenama (smanjenje mišićne mase, snage i efikasnosti) je najviše podložna muskulatura nogu, ruku i slabina. U mišićima takođe dolazi do većeg prožimanja vezivnog tkiva i deponovanja masti.

3.5. Masna komponenta

Masti predstavljaju važan izvor hrane za mnoge oblike života, a takođe učestvuju, u strukturnim i metaboličkim funkcijama. One su neophodan deo ishrane čoveka i najefikasniji oblik skladištenja energije. Masno tkivo je značajno za čuvanje metaboličke energije tokom dužeg perioda. Masti koje se unesu putem ishrane čuvaju se u masnim ćelijama (adipocitima). U uslovima energetske stresa ove ćelije mogu degradirati svoje uskladištene masti, te se masne kiseline i glicerol otpuštaju u krvotok. Masti ne vezuju vodu, tako da ne povećavaju telesnu masu koliko proteini i naročito ugljeni hidrati, koji vezuju mnogo više vode. Masti su takođe izvor esencijalnih masnih kiselina, koje su bitne za organizam čoveka, a značajne su i za apsorpciju i transport mnogih vitamina (A, D, E i K) koji su rastvorljivi u mastima. Masti igraju značajnu ulogu u održavanju zdrave kože i kose, izoluju i čuvaju unutrašnje organe, važne su u održavanju telesne temperature i održavanju normalnih ćelijskih funkcija. Masti takođe štite organizam od bolesti. Kada određena hemijska ili biološka supstanca, dostigne kritične nivoe u krvotoku, telo može održati ravnotežu, njihovim skladištenjem u novom masnom tkivu, što pomaže u zaštiti vitalnih organa, sve dok se štetne materije ne uklone iz tela izlučivanjem.

Položaj odnosno mesto masnog tkiva u telu čoveka određuje njegov metabolički profil. "Visceralna mast" se nalazi ispod zida abdominalnog mišića dok se "potkožna mast" nalazi ispod kože. Od ukupne mase masnog tkiva, 50-70% deponuje se u potkožnom tkivu. Povećan energetski unos i smanjena energetska potrošnja dovode do povećanog deponovanja i uvećanja masnog tkiva (gojaznosti). Povećano nakupljanje visceralne masti (centralna gojaznost), nezavisno od ukupne masne mase, udružena je sa povećanim kardiovaskularnim morbiditetom i mortalitetom, kao i sa razvojem tipa 2 dijabetesa, lipidskim i lipoproteinskim poremećajima. Prema portnoj hipotezi, visceralna mast (intraabdominalno masno tkivo) oslobađa masne kiseline koje se transportuju ka jetri gde dovode do povećane sinteze lipoproteina, glikoneogeneze i razvoja insulinske rezistencije. Količina i raspored masnog tkiva kod čoveka, zavisi i od dejstva hormona, te je izražen značajan polni dimorfizam. Kod osoba ženskog pola postoji relativno više masnog tkiva. Odnos masti i mišića je u proseku, kod žena 28:39%, a kod muškaraca 18:42%. Takođe za žene je karakteristična depozicija masti u predelu butina, kukova i zadnjice, dok je kod muškaraca dominantno deponovanje masti u visceralnom (intraabdominalnom) depou. Hemijski sastav masti se menja u toku života. Kod novorođenčeta mast se sastoji uglavnom od zasićenih masnih kiselina (palmitinska i stearinska) koje dobro primaju vodu i potkožnom tkivu daju turgor, jedrinu. Kod odraslih sve više preovlađuje nezasićena, oleinska masna kiselina, čiji procenat može da iznosi do 90%. Procentualno učešće mase masnog tkiva u ukupnoj telesnoj masi povećava se sa godinama života, a kod žena se nakon menopauze (poslednje menstruacije) menja distribucija masnog tkiva u smislu veće intraabdominalne depozicije masti.

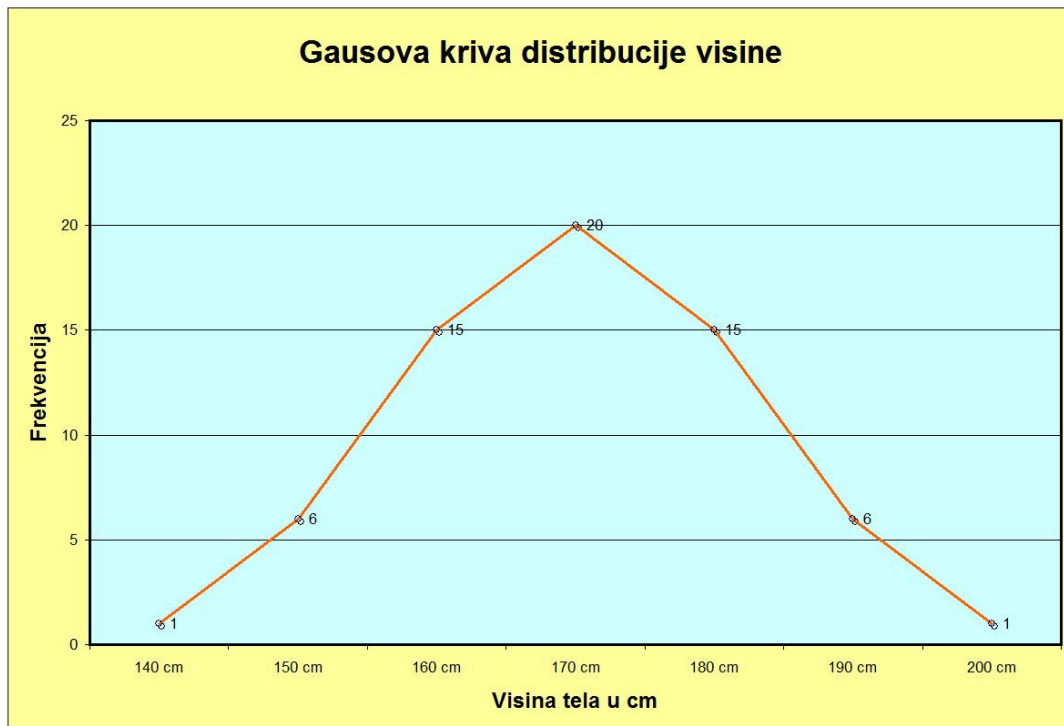
4. KARAKTERISTIKE ČOVEKA

Sve osobine čoveka rezultat su uzajamnog delovanja genetičkih činilaca i faktora spoljašnje sredine u kojoj se organizam razvija. Ovi faktori nalaze se u određenim odnosima i u stalnom međudejstvu i njihovim zajedničkim delovanjem određuje se razvoj organizma i njegove antropološke osobine. Morfološke osobine ljudskog tela mogu se podeliti u dve glavne grupe – kvantitativne i kvalitativne.

4.1. Kvantitativne osobine

Humani biolozi koji su istraživali ljudske populacije prvo su proučavali kvantitativne osobine budući da se ove osobine vrlo lako zapažaju. U antropološkim istraživanjima najčešće proučavane kvantitativne osobine su one koje opisuju oblik i veličinu tela, mere glave i lica, pigmentacija kože, oblik kose, dermatoglifi i dentalne karakteristike. Oblik i veličina tela najčešće se određuju merenjem sledećih osobina: visina tela, masa tela, razni obimi, longitudinalne tj. dužinske mere i transverzalne mere. Zajednička osobina svih kvantitativnih osobina je da su poligeno determinisane, tj. na njihovo formiranje utiče veći broj gena malog pojedinačnog efekta (minor geni). Činioci spoljašnje sredine, tj. uslovi u kojima se organizam razvija, takođe predstavljaju veoma značajan faktor u formiranju ovih osobina, jer mogu da modifikuju dejstvo poligena.

Osnovna razlika između kvalitativnih i kvantitativnih svojstava je u broju gena i veličini modifikujućeg uticaja faktora okoline koji doprinose fenotipskoj varijabilnosti. Fenotipska varijabilnost većine kvantitativnih svojstava sadrži relativno veliku komponentu varijabilnosti koja je uzrokovana spoljašnjim faktorima. Visok koeficijent naslednosti je utvrđen za visinu tela i longitudinalne dimenzije skeleta, a manji ali još uvek značajan za masu tela i transverzalne dimenzije skeleta. Za potkožno masno tkivo je utvrđeno da pokazuje različite koeficijente naslednosti kada je u pitanju lokalizacija (trup/ekstremiteti). Istraživanje većine kvantitativnih bioloških svojstava u velikoj populaciji otkriva da vrlo malo individua ima ekstremne fenotipove, te da se većina osoba, s obzirom na ispitivano svojstvo, nalazi blizu prosečne vrednosti za populaciju – normalna distribucija (Grafikon 2).



Grafikon 2. Distribucija visine u humanim populacijama

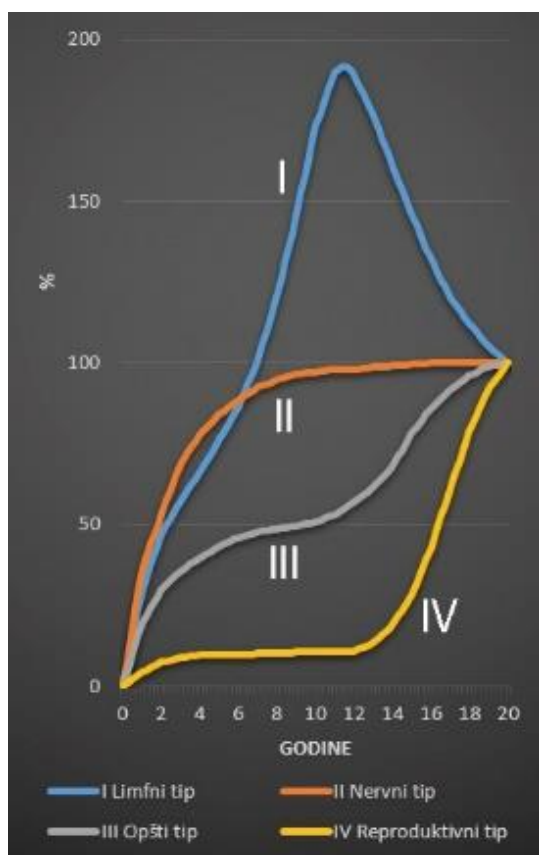
4.1.1. Zašto se proučavaju kvantitativne osobine

Kvantitativna svojstva se proučavaju kako bi se dobio odgovor na različita pitanja u vezi sa humanom biologijom, kao što su polni dimorfizam, rast i razvoj, zdravstveno stanje, starenje, fiziološke adaptacije u raznim geografskim sredinama, populaciona struktura i drugo.

Jedan od razloga proučavanja kvantitativnih osobina je da se uvrđi kakav je uticaj genetskih i spoljašnjih faktora na varijabilnost ovih karakteristika. Na primer, kada se proučavaju populacione razlike u kvantitativnim osobinama, kao što je npr. oblik glave, postavlja se pitanje, da li razlike između populacija odražavaju genetske razlike ili fenotipsku plastičnost ovih osobina. Ukoliko se utvrdi da su razlike genetske prirode, onda treba utvrditi da li te razlike reflektuju neutralnu varijaciju (balans između protoka gena i genetičkog drifta), ili su rezultat prirodne selekcije.

Kvantitativne osobine su često jedini izvor informacija o humanim populacijama. Danas se otkriva sve više novih genetskih markera, koji su svakako bolji pokazatelji genetske varijabilnosti, međutim u mnogim slučajevima istraživači nemaju pristup tim informacijama zbog geografskih ili kulturoloških razlika. Tokom istorije, sakupljeni su brojni podaci o kvantitativnim osobinama različitih populacija, te se oni mogu koristiti kao vrlo dobra zamena u ovakvim istraživanjima. Svakako da se danas može uraditi direktna analiza genetske varijabilnosti korišćenjem DNK praistorijskog materijala. Međutim, drevni DNK podaci su još uvek limitirani često su fokusirani na mitohondrijsku DNK. Ovi podaci nisu dostupni u tolikoj meri, kao što je to slučaj sa skeletnim i dentalnim podacima. Za razumevanje praistorijskih varijacija, najbolje bi bilo koristiti kako podatke o drevnoj DNK, tako i podatke o skeletnim i dentalnim podacima.

4.1.2. Dinamika totalnih razmera tela



Grafikon 3. Krive rasta po Taneru za različita tkiva i organe

Respiratorni i digestivni organi, bubrezi kao i većina muskuloskeletnih dimenzija se razvijaju prema ovom opštem principu. Međutim, rast pojedinih tkiva odstupa od ove tzv. opšte ili generalne krive. Tako rast organa za razmnožavanje, kako unutrašnjih tako i spoljašnjih, protiče po krivoj koja je slična sa opštom krivom. U prepubertetskom periodu rast tih organa je usporen, a u periodu polnog sazrevanja jako je ubrzan (IV tip). Mozak, lobanja, oči i uši dostižu svoj razvoj pre nego drugi delovi tela i najintenzivnije se razvijaju tokom prvih godina života, predškolskog i ranog školskog uzrasta (II tip). Mozak deteta najviše raste tokom prvih pet godina života, dostižući 90% njegove konačne veličine. Limfna tkiva (I tip) dostižu maksimalni razvoj pre nastupanja pubertetskog perioda. Intenzivno rastu u detinjstvu a na početku sazrevanja sledi intenzivno smanjenje. Zatim se podvrgavaju nekom obrnutom razvoju (involiciji) do nivoa karakterističnog za odrasle, verovatno pod uticajem polnih hormona. Masno tkivo se intenzivno razvija tokom ranog detinjstva a tokom sazrevanja dolazi do redukcije na ekstremitetima kod dečaka (kod devojčica se količina masti ne smanjuje).

Brzina rasta je jedna od osnovnih odlika procesa rasta koja najbolje pokazuje uzrasnu dinamiku. Brzina rasta visine tela i većine dužinskih razmera smanjuje se od rođenja do završetka procesa rasta.

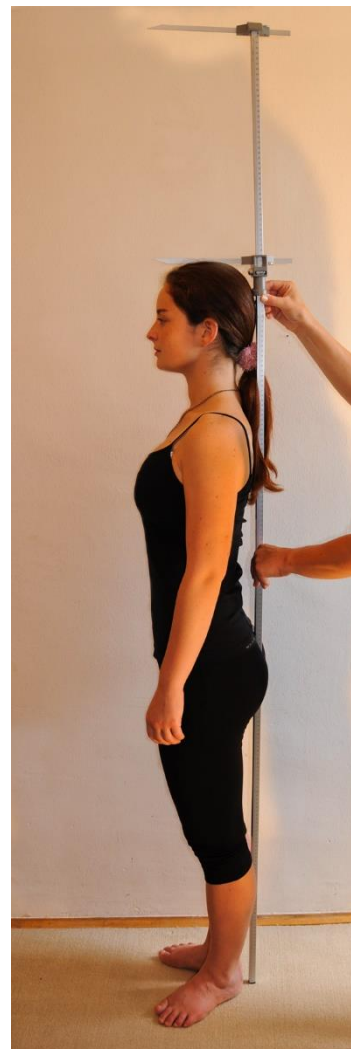
Kvantitativne karakteristike koje najbolje daju uvid u totalne razmere tela su: visina, masa i obim grudnog koša. U antropološkim i medicinskim istraživanjima, ove osobine se najčešće određuju, jer karakterišu proces rasta i fizičkog razvoja čoveka, a takođe određuju individualne i grupne razlike odraslih ljudi. One pokazuju čitav spektar fenotipova i tzv. kontinuiranu varijabilnost.

Praćenje rasta i njegove dinamike vrši se preko krivih rasta različitih tkiva, delova tela i organizma u celini. Pošto pojedini organi i delovi tela rastu različitim brzinom, razlikuju se i njihove krive rasta. Taner je (1979) grafički izrazio četiri krive rasta za različita tkiva i različite organe: opšti, reproduktivni, nervni i limfni tip (Grafikon 3).

Promene visine tela i većeg dela drugih dimenzija karakterišu se jednom „opštom” krivom (III tip). Za nju je karakteristična faza intenzivnog rasta prvih godina života i u pubertetu, te faza usporenog rasta pre i nakon puberteta. Rast tela u celini odgovara ovom tipu (osim dimenzija glave).

4.1.3. Visina tela

Visina tela predstavlja rastojanje od vrha glave (*vertex*) do podloge (*basis*) na kojoj ispitanik stoji (Slika 43). Visina tela čoveka je jedna od najvažnijih morfoloških karakteristika i ukazuje na njegovu generalnu veličinu. Ona se poligeno nasleđuje, što je dokazano analizom telesne visine dece, roditelja i blizanaca. Prema tome razlike u visini tela odraslih osoba uslovljene su genetski (preko 90%), ali na brzinu povećanja visine i definitivnu visinu utiču i spoljašnji faktori. Ukoliko su životni uslovi optimalni, brže se ispoljavaju potencijalne mogućnosti organizma. Različiti socijalni, demografski, ekonomski faktori imaju takođe značajnu ulogu u formiranju osobina ljudi a samim tim i visine tela. Priroda i intenzitet njihovog delovanja varira u različitim populacionim grupama i od jednog do drugog regiona. Visina odraslih osoba može biti marker (pokazatelj) uslova života u ranom detinjstvu. Smatra se da je visina tela odrasle osobe, korisna biološka mera dugoročnog zdravlja stanovništva i ekonomskog blagostanja. Visina tela se često koristila u istraživanjima da bi se utvrdio uticaj slabe ishrane, niskog socioekonomskog statusa i hroničnih zdravstvenih problema u detinjstvu. Socioekonomski uslovi života utiču na visinu tela u detinjstvu i odraslom dobu. Najbitniji ne-genetički faktori koji utiču na visinu su ishrana i razne bolesti, a oba ova faktora su socijalno uslovljena. Pored ovih faktora, na nivo rasta i definitivnu visinu neke osobe utiču i drugi faktori kao što su: fizička aktivnost, izloženost zagađivačima, kvalitet sna, klima i dr. Ako bilo koji negativni spoljašnji faktor dugo deluje na organizam nivo rasta i konačne morfološke karakteristike odraslih biće znatno ispod stvarnog genetskog potencijala neke osobe. Nizak rast odraslih je često marker (pokazatelj) negativnih spoljašnjih uticaja tj. loših životnih uslova u detinjstvu, ali i faktora koji su delovali pre rođenja (intrauterino). Zbog toga ne čudi što se visina tela uzima kao mera zdravlja i bogatstva neke individue (životni standard i kvalitet života).



Slika 43. Merenje visine tela

U mnogim populacijama, prosečna visina se povećala tokom 20. veka. U zapadnim zemljama, sekularni trend pokazuje povećanje oko 1 cm po dekadi. Međutim, u nekim zemljama sa niskim do srednjim prihodima, naročito u Africi, visina tela je stagnirala ili čak opala u poslednjih nekoliko decenija, što ukazuje na pogoršanje nutricionih i sredinskih faktora tokom detinjstva.

Bazična formula rasta bi bila:

Visina tela = (genetski potencijal + ishrana) – uticaj stresnih (negativnih) činilaca.

Visina tela može biti model za razumevanje mehanizama nasleđivanja kod čoveka, naročito za ona svojstva, na koja deluje ne samo jedan, već veliki broj gena. Visina tela se veoma lako meri i procenjuje se da je 80% varijacija u visini genetske prirode. Dugo vremena nije se znalo ništa o genima i regionima humanog genoma, koji su uključeni u normalne varijacije u visini tela, uprkos tome što se znalo da je visina strogo genetski determinisana. Prvi naučni rad, u kojem se spominje gen za visinu tela objavljen je 2007. godine. Do danas je identifikovano skoro 700 različitih genetskih varijanti koje su uključene u determinisanje visine tela, ali se pretpostavlja da ih ima i mnogo više. Tih 700 genetskih varijanti su locirane u preko 400 regiona, koji zajedno učestvuju u genetskoj varijabilnosti visine tela (Wood i sar., 2014). Utvrđeno je da na rast ne utiču samo geni koji su direktno uključeni u rast kostiju, već i neki drugi, kao što je *mTOR* gen, za koji se zna da učestvuje u ćelijskom rastu. Kombinacija mnogo malih varijacija se akumulira i uzrokuje veliku varijabilnost u visini tela, stoga se svako ko je visok od 140 do 200 cm smatra normalnim za ovu osobinu. Bitno je naglasiti razliku između uobičajenih genetskih varijanti i onih genetskih varijanti koje uzrokuju neki poremećaj. Npr. uobičajene genetske varijante će u međusobnoj kombinaciji prouzrokovati varijacije u telesnoj visini, dok će pojedinačni retki gen uzrokovati patuljast rast. Na sličan način, uobičajene genetske varijante će uzrokovati varijabilnost u vrednostima indeksa telesne mase kod ljudi normalne mase međutim, nekoliko retkih genetskih varijanti mogu uzrokovati gojaznost.

S obzirom na to da je utvrđeno skoro 700 genetskih varijanti, gde male promene u strukturi DNK, mogu uticati na visinu tela, uskoro će se moći otkriti i kakav je efekat pojedinačnih gena. To će omogućiti da se sazna kakvu je visinu tela imala neka osoba, samo na osnovu DNK materijala. Ova otkrića bi značajno uticala na veliki napredak u forenzičkoj antropologiji, jer se do sada visina tela mogla odrediti samo na osnovu osteološkog materijala.

Različite etničke populacije imaju različitu genetsku strukturu i žive u različitim uslovima, usled čega heritabilnost visine može da varira od populacije do populacije, pa čak i između muškaraca i žena. U azijskim populacijama, heritabilnost visine tela je mnogo manja od 80%. Kod Kineza i nekih zapadnoafričkih populacija heritabilnost iznosi 65%. Ovakve razlike u heritabilnosti su uglavnom uzrokovane različitim genetskom osnovom etničkih grupa i životom u različitim uslovima (klima, ishrana, način života). Kada određena sredina maksimalizuje genetski potencijal populacije za određenu osobinu, ta populacija će imati veću heritabilnost za to svojstvo i obrnuto.

Heritabilnost se može koristiti da se predvidi nečija visina tela, ukoliko nam je poznata visina roditelja. Npr. ukoliko je otac visok 175 cm, a majka 165 cm i oboje su iz Kine, gde je prosek visine 170 cm za muškarce i 160 cm za žene, može se prognozirati visina njihove dece ukoliko pretpostavimo da je heritabilnost 65% za muškarce i 60% za žene.

Za sinove, očekivana razlika u visini tela od proseka populacije je:

$0,65 \times [(175-170) + (165-160)] / 2$, što iznosi 3,25 cm. Tako, očekivana visina za sinove je $170 + 3,2$ ili 173,2 cm.

Za ćerke, očekivana razlika u visini tela od proseka populacije je:

$0,60 \times [(175-170) + (165-160)] / 2$, što iznosi 3 cm. Tako, očekivana visina za ćerke je 160+3 ili 163 cm.

Međutim, ne treba zanemariti ni faktor ishrane. Najvažniji nutrijenti od kojih zavisi konačna visina su proteini (u detinjstvu), kao i minerali, naročito kalcijum, vitamini A i D.

Prognoza visine u odraslom dobu

Potreba za prognozom visine može se javiti u pedijatrijskoj endokrinologiji, u slučajevima odstupanja od očekivanih prirasta, u školskoj profesionalnoj orijentaciji s obzirom na to da je za neka zanimanja visina tela limitirajuća (policajci, vojnici). Predviđanje visine tela je naročito značajno u selekciji sportista, plesača (košarkaši, gimnastičari, balerine). Visina tela u pojedinim sportovima više ili manje utiče na uspešnost. Neki sportovi zahtevaju veću visinu, dok bi u drugim to bila ograničavajuća karakteristika.

Prema nekim ranijim autorima, smatralo se da visina odraslog deteta odgovara prosečnoj vrednosti visine njegovih roditelja. Pri tome se naravno moraju uzeti u obzir i faktori koji modifikuju visinu kao što su polne razlike i spoljašnji faktori, a za ćerke se oduzme 5–10 cm od roditeljskog proseka. U porodici gde je otac visok 170 cm a majka 150 cm, sinovi će biti visoki 165–170 cm, a ćerke 150–155 cm. Danas naravno postoji i faktor akceleracije tj. proces ubrzavanja razvoja, usled čega su savremene generacije još više od svojih roditelja.

Za prognozu visine značajni su i pokazatelji fiziološke starosti, kao što su: koštana starost, pojava menarhe, godina najvećeg prirasta u visinu. Ranosazrevajuća deca, u odnosu na prosečnu, odnosno kasnosazrevajuću decu iste hronološke starosti, u svakoj su godini tokom adolescencije u vrednostima visine tela bliže svojoj visini u odraslom dobu. U godini u kojoj dete ima najveći prirast ono dostiže 92% svoje visine u odraslom dobu.

Tanner je sa saradnicima objavio čitav niz jednačina za populaciju britanske dece u kojima su korišćeni sledeći pokazatelji: visina deteta, njegova hronološka starost, njegova koštana zrelost, vreme nastupanja menarhe kod devojčica i prosečna visina roditelja. Novije metode razvijene sredinom devedesetih godina 20. veka procenjuju visinu na osnovu podataka o aktuelnoj visini i masi tela i nekih drugih antropometrijskih mera adolescenata te visine njihovih roditelja.

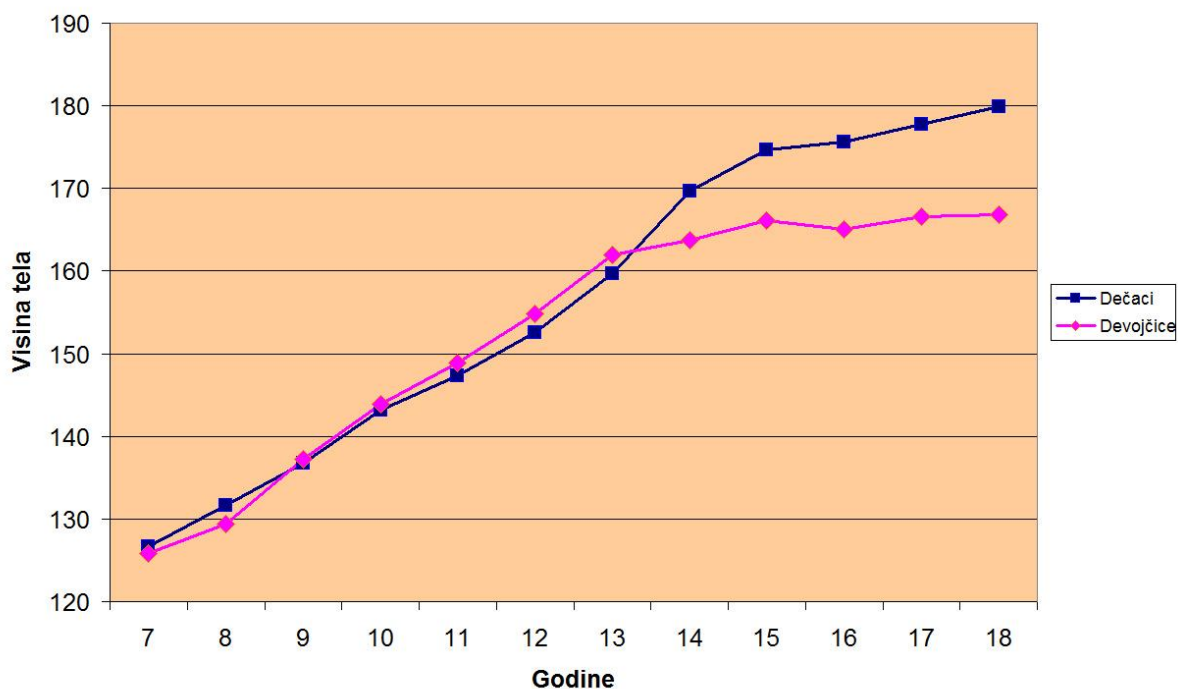
Intrapopulacione i uzrasne razlike u visini tela

Većina intrapopulacionih variranja u visini tela su genetičke prirode. Visina tela značajno varira u različitim klimatskim regionima. U mnogim zemljama ne postoje razlike u visini tela samo između pojedinih lokaliteta već i između pojedinih socioekonomskih grupa, kao i između gradskih i seoskih sredina. Među najviše ljude na svetu ubrajaju se Niloti iz Sudana kao što su Dinke, gde muškarci imaju prosečnu visinu od 190 cm, a žene 180 cm. Dinke se karakterišu dugačkim nogama, pravolinijskim dugačkim telom i uzanim trupom, kao posledica prilagođavanja na visoke temperature i veliku insolaciju. Na evropskom kontinentu, u proseku relativno visoke prosečne vrednosti uočene su kod stanovništva u Dinarskim planinama (muškarci 185,6; žene 171 cm), zatim u Holandiji (muškarci 184,8; žene 168,7 cm) i severozapadnim delovima Evrope, kao što je Skandinavija, (muškarci 179,7; žene 166,3 cm). Stanovništvo u Republici Srbiji takođe spada među najviše ljude u Evropi, sa prosečnom

visinom muškaraca 182 cm, a žena 166,8 cm. Niži rast karakterističan je za stanovništvo Malte (muškarci 169; žene 159 cm), Španije (muškarci 170; žene 161 cm) i Portugala (muškarci 172,83 cm). U Africi postoje velike razlike u visini tela, od veoma visokih Tutsija i Nilotskih plemena do vrlo niskih Pigmeja i Bušmana. Takođe postoje i varijacije od jedne do druge grupe. Bušmani iz južnog Kalaharija su najniži (145 do 150 cm) dok se prema severu visina povećava na 155 cm i više. Među najniže ljude na svetu spadaju Indonežani (muškarci 158; žene 147 cm). U severnoj Americi prosečna visina kod muškaraca je 177 cm, a kod žena 166 cm, dok su najniži u tropskoj centralnoj Americi i u severnim delovima južne Amerike (muškarci 168,82; žene 156,82 cm). Ovakva distribucija visine tela oslikava genetsku stukturu i adaptaciju na klimatske faktore. Niži rast karakterističan je i za stanovništvo Azije. Međutim Kinezi pa i doseljeni Portugalci i Italijani su u Americi viši nego njihovi srodnici u domovini, što se delom može tumačiti drugačijim načinom ishrane u novoj sredini.

U toku života čoveka rast je neravnomeran. Najbrže se raste u utrobnom periodu. Prosečna dužina zametka na kraju prvog meseca je oko 10 mm, trećeg 90 mm, šestog 320 mm i devetog 470 mm. Kako plod raste tako više ispunjava šupljinu materice, pa se njegov rast usporava. Maksimalna brzina rasta ploda karakteristična je za prva četiri meseca, što se vidi iz krivih rasta koje opisuju apsolutni porast i brzinu rasta dužine tela u intrauterinom periodu i prve dve godine života. Najveći porast visine tela je u prvoj godini života. Kod raznih etničkih grupa varira od 21 do 25 cm. Na kraju prve godine visina tela dostiže u proseku 73–75 cm. U periodu od prve do sedme godine, kako kod dečaka, tako i kod devojčica, godišnji porast visine tela postepeno se smanjuje (od 10,5 do 5,5 cm). Od sedme do desete godine visina se povećava za oko 5 cm. Od devetogodišnjeg uzrasta počinju pojave polnih razlika u brzini rasta. Godišnji porast visine tela u dečjem uzrastu opada sve do pubertetskog perioda. Pri normalnim uslovima života, u prvom redu ishrane, dečaci do devete godine imaju veću visinu tela od devojčica istog uzrasta, međutim polni dimorfizam u ovom uzrastu nije značajan. Nedavna istraživanja u Vojvodini su utvrdila da je prosečni polni dimorfizam visine tela kod dece od 7 do 10 godina 0,43%. Pubertetski skok rasta kod devojčica dešava se između 9 i 10 godina. Pošto kod devojčica pubertetski skok rasta nastupa ranije nastaje tzv. prvi presek krivih rasta kada devojčice postaju više. Kasnije kada dečaci stupaju u fazu pubertetskog ubrzanja rasta, oni ponovo prevazilaze vršnjakinje po visini i nastaje tzv. drugi presek krivih rasta (Grafikon 4).

Visina kod dečaka i devojčica od 7 do 18 godina



Grafikon 4. Kriva rasta visine tela kod dečaka i devojčica

Kriva godišnjeg porasta visine tela obrazuje tri faze. Prva faza odlikuje se postepenim smanjenjem intenziteta apsolutnog i relativnog porasta. Druga, ili pubertetna faza odlikuje se povećanjem porasta. Treća faza je period smanjenja porasta i nastupa posle puberteta. Smatra se da rast prestaje onda kada relativni porast visine ne prelazi 2%. To je prosečno doba za mladiće od 17,5 godina, a za devojke 16 godina. Normalna kolebanja za različite osobe iznose do dve godine. U prošlom veku završetak rasta nastupao je kasnije. Prema istorijskim podacima u 19. veku završetak rasta je bio: u Rusiji između 20–24 godine, Belgiji 26–30 godina, severnoj Nemačkoj 20–24 godina. Mladići su tada u proseku rasli do 24. godine. Novija istraživanja pokazuju da se sada rast završava mnogo ranije.

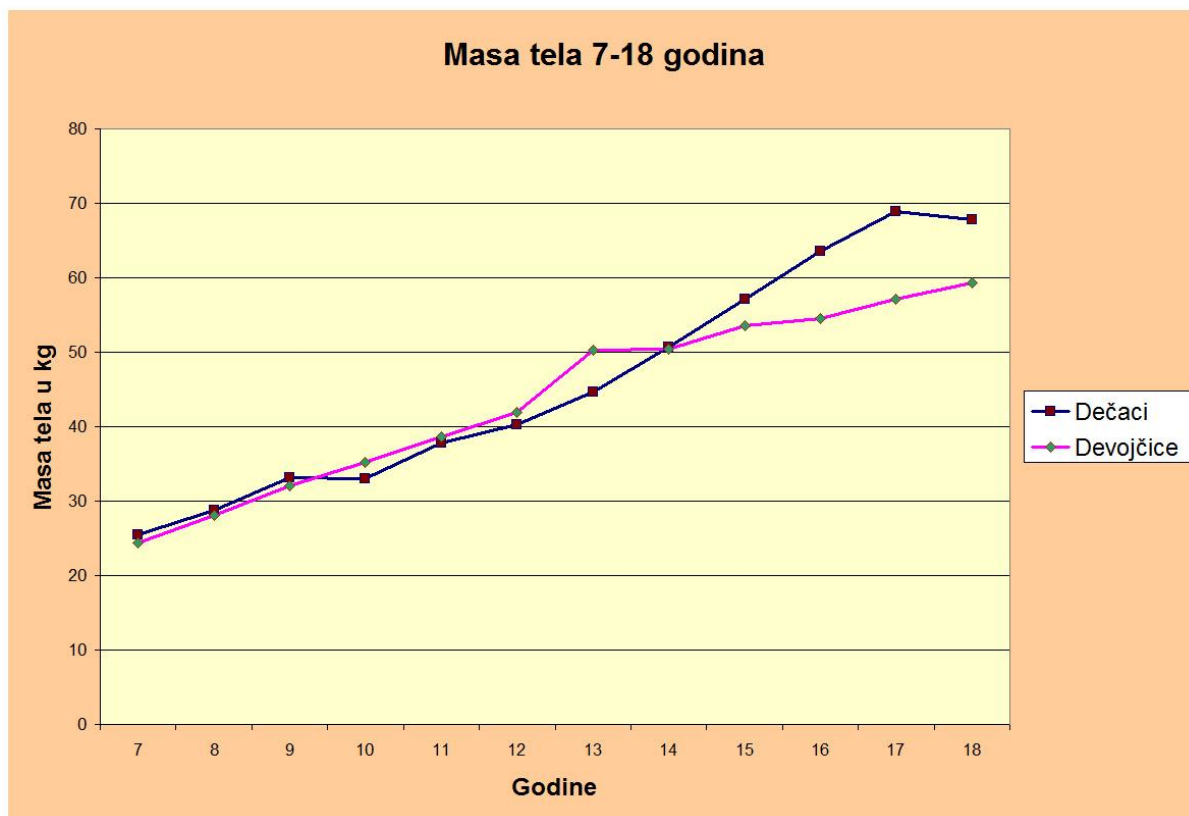
4.1.4. Masa tela

Masa tela je dobar pokazatelj fizičkog razvoja, zdravstvenog stanja i povezanosti između morfoloških i fizioloških osobina. Masa tela je fiziološka karakteristika, a njeno povećanje ili smanjenje, rezultat je neravnoteže između unosa i potrošnje energije. Rezultat je kompleksne interakcije između gena, drugih bioloških faktora, stila života, kao i biofizičkog i socioekonomskog okruženja. Mnogi ljudi u odraslom dobu održavaju konstantnu masu tela, što je rezultat kalorijske homeostaze; fiziološkog stanja u kojem uneta energija odgovara njenoj potrošnji. Različiti signalni molekuli deluju na mozak i kontrolišu glad i apetit. Na taj način, masa tela je pod kontrolom biološkog sistema koji reguliše ravnotežu između potrošnje i unosa energije. Povećani unos hrane, rezultira delom povećanom proizvodnjom hormona grelina koji signalizira glad i smanjenom proizvodnjom hormona leptina koji signalizira sitost. Povećana

masa tela je multifaktorijalno i heterogeno stanje, koje nastaje kao rezultat promena u različitim genima.

Masa tela se poligeno nasleđuje, a studije blizanaca su ukazale na koeficijent heritabilnosti koji iznosi 25-40%. Međutim, u velikom stepenu zavisi od faktora spoljašnje sredine, tj. od konkretnih socioekonomskih i drugih uslova života, te je zbog toga vrlo varijabilna. Koeficijent variranja mase tela 3-4 puta je veći od koeficijenta variranja visine tela. Masa tela se značajno menja sa godinama, a njene vrednosti se povećavaju sa starenjem. Masu tela čine: masa skeleta, masa mišićne mase, količina masti, količina vode i masa unutrašnjih organa. U različitim ontogenetskim etapama, relativni udeo ovih komponenata u masi tela se menja.

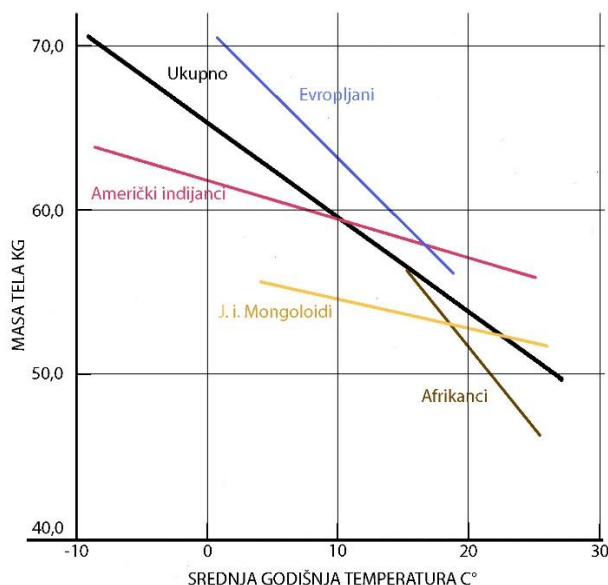
Tokom života najveće promene svojstvene su mišićnoj, a posebno masnoj tkivu. Uzrasne promene protiču određenim tempom. U prvih 3-5 dana posle rođenja masa tela dece nešto malo opada, oko 150-200 gr, ali ne više od 300 gr. Zatim se u narednih desetak dana masa tela stabilizuje i počinje njeno povećanje. Između 4-4,5. meseca masa tela se udvostručuje, a krajem prve godine života utrostručuje. Posle toga je porast mase tela nešto sporiji. Godišnji porast mase tela u prvim godinama opada, a zatim počinje lagani porast koji je naročito izražen u prepubertetu (između 8 i 9 godine). Maksimalni godišnji porast nastaje kod devojčica između 12. i 13. godine (oko 8 kg), a kod dečaka godinu dana kasnije (6,0 kg). Skok ubrzanja porasta kod devojčica je u 13. godini, a kod dečaka u 15. godini (Grafikon 5).



Grafikon 5. Krive rasta mase tela kod dečaka i devojčica

Intrapopulacione razlike u masi tela

Negativna korelacija između telesne mase i srednje godišnje temperature uočena je za različite regione sveta. Sredinom 19. veka je utvrđeno da kod homeotermnih organizama, veličina tela korelira sa klimatskim varijacijama. Bergman je 1847. godine postavio pravilo po kojem se kod toplokrvnih organizama, veličina tela povećava sa porastom geografske širine i smanjenjem srednje godišnje temperature.



Grafikon 6. Regresione krive povezanosti mase tela sa srednjom godišnjom temperaturom kod različitih humanih populacija po Robertsu

Ovo pravilo se nije primenjivalo na čoveka, sve do 1950. godine, kada je naučnik Roberts analizirao povezanost između srednje godišnje temperature i prosečne mase tela. Uočio je prostu korelaciju koja je kod muškaraca iznosila oko $r=-0,60$, a kod žena $r=-0,704$. Regresione krive, koje je izradio Roberts (Grafikon 6), ukazuju da se Bergmanovo pravilo može primeniti i na čoveka. Međutim, nije opravdano izdvojiti samo jedan uzrok za povezanost mase tela sa klimom. Situacija je kod čoveka mnogo kompleksnija. Neki naučnici su smatrali da je većina varijabilnosti između populacija genetičke prirode, a povezana je sa klimatskim adaptacijama kao rezultat prirodne selekcije, dok drugi smatraju da je različita ishrana primarni razlog ovakve varijabilnosti. Povećanje veličine tela, koje se dogodilo u mnogim zemljama tokom proteklog veka, dovodi u pitanje relativnu važnost genetičkih faktora u određivanju prosečne veličine tela. Međutim, u današnje vreme neke tropske populacije odlikuju se izrazito velikom masom tela. Samoanci koji žive u toplim vlažnim područjima (Polinezija) imaju najveću masu tela u odnosu na sve druge svetske populacije. Takođe, do sada nije ništa otkriveno što bi ukazalo da bi Pigmeji u Africi ili nekom drugom regionu, čak i sa odgovarajućom ishranom, mogli da dostignu prosečnu masu tela odraslih osoba u severnoj Evropi. Sigurno je da postoji kompleksna interakcija koja reguliše, kako genetsku informaciju, tako i genetski plastični razvoj morfoloških i funkcionalnih osobina.

Visina i masa tela variraju što je uslovljeno čuvanjem telesne toplote. Ljudi koji žive u hladnom Arktiku imaju drugačije proporcije između trupa i ekstremiteta, drugačija lica od ljudi

u vrućem području, naročito u suvim pustinjanskim predelima. Prvi su zdepasti, manje površine tela u odnosu na zapreminu i imaju veću količinu potkožne masti, što dovodi do manjeg odavanja toplote i lakšeg održavanja telesne temperature u hladnijim predelima. Drugi su visoki, vitki, dugih ekstremiteta i veće površine tela u odnosu na zapreminu, što rezultira većim odavanjem toplote. Potkožno masno tkivo i masno tkivo oko unutrašnjih organa ponašaju se kao toplotni izolatori pa se ljudske populacije iz tropskih regiona generalno karakterišu nižim procentom masnog tkiva. Takođe, kod populacija koje naseljavaju klimatski različita područja uočava se razlika u mestima skladištenja masti u telu. Negroidi su skloniji taloženju potkožnih masti u predelu ekstremiteta, zadnjem i leđnom delu, dok ljudi iz hladnijih klimata više masti deponuju u predelu abdomena i prednjim delovima tela, zbog zaštite unutrašnjih organa.

Sve ovo ukazuje da se još jedno pravilo koje se primenjuje kod homeotermnih organizama može primeniti i na čoveka. Naučnik Allen (1877) je ukazao da se relativna veličina izloženih delova tela smanjuje sa smanjenjem srednje temperature, što je očigledno na primeru zeca, čije su uši u polarnim predelima znatno manjih dimenzija u odnosu na uši zeca koji živi u toplim krajevima. Da bi ispitao da li se ovo pravilo može primeniti i na čoveka, naučnik Roberts je koristio dve mere koje se uobičajeno mere kod ljudi: relativnu sedeću visinu i relativni raspon ruku. Relativna sedeća visina predstavlja odnos visine osobe koja sedi u odnosu na celokupnu visinu. Relativni raspon ruku predstavlja dužinu raspona ruku od najdužeg prsta na jednoj, do najdužeg prsta na drugoj ruci, u odnosu na visinu tela. Roberts je uočio, da je korelacija između relativne sedeće visine i srednje godišnje temperature, slična kao ona koja je uočena za masu tela i iznosi $r = -0,619$. Vrednost korelacije za relativni raspon ruku je pozitivna ali nešto niža $r = +0,470$. Ovu analizu Roberts je uradio na velikom uzorku, te je mogao da ga podeli na više manjih subuzoraka (etničkih grupa), kako bi utvrdio regionalne populacione varijacije. Uočio je značajnu korelaciju relativne sedeće visine sa temperaturom okoline, međutim regresione krive kod različitih populacija su se razlikovale. Mongoloidi, Evropljani poreklom iz Afrike i Negroidi su svi imali slične regresione krive, međutim, Mongoloidi su imali najkraće noge u odnosu na visinu, dok su Negroidi imali najduže noge u odnosu na određenu temperaturu okoline. Proporcije ekstremiteta, ukazuju da se kod ljudi takođe može primeniti pravilo Allena na proksimalno-distalni trend ruku i nogu. Populacije koje nastanjuju hladne regione imaju relativno kraće noge u odnosu na one grupe ljudi koje naseljavaju toplije predele. Eksperimentalna istraživanja koja su sprovedeli Tilkens i sar. (2007) pokazuju da individue sa dužim ekstremitetima zaista odaju više toplote.

U novije vreme rađena su istraživanja koja su imala za cilj da provere konstatacije do kojih je došao Roberts (1953). Ove analize su takođe konstatovala obrnutu povezanost između mase tela i temperature sredine, kod oba pola, čime su potvrđeni rezultati Robertsovih istraživanja. Međutim, današnji koeficijenti korelacije su niži a regresione krive manje strme u odnosu na one koje je prikazao Roberts. Takođe, povezanost između relativne sedeće visine i temperature, kod današnjih ljudi je mnogo manja (umerenija), u odnosu na onu koju je dobio Roberts 1978. godine. Ove promene u povezanosti morfologije tela i klime tokom poslednjih 50 godina delom odražavaju sekularne promene u rastu veličine tela i proporcija. Poboljšanje zdravlja koje je uslovljeno boljom ishranom, naročito kod siromašnih tropskih populacija, dovelo je do značajnih promena u proporcijama i masi tela. Rezultati današnjih istraživanja, naglašavaju važnost, kako nutritivnih, tako i temperaturnih faktora u oblikovanju razvojnih

promena i varijacija u veličini i obliku ljudskog tela. Takođe, ove studije ukazuju na važnost upotrebe antropometrijskih indeksa, kao što je indeks telesne mase, kao sredstva za određivanje nutritivnog statusa i rizika ka određenim bolestima.

Ocena uhranjenosti kod pojedinca i populacija

Uhranjenost predstavlja zadovoljenost organizma hranljivim i zaštitnim materijama, a zavisi od odnosa unosa i potrošnje energije u ljudskom organizmu. Za procenu uhranjenosti, Svetska zdravstvena organizacija (SZO) predlaže upotrebu indeksa telesne mase tzv. *body mass index* ($BMI \text{ kg/m}^2 = \text{masa tela (kg)}/\text{visina (m)}^2$), koji predstavlja odnos mase i visine tela. Na osnovu BMI vrednosti, odrasla osoba se može klasifikovati u određene kategorije nutritivnog statusa, prema opšte prihvaćenoj kategorizaciji SZO. Za ocenu uhranjenosti kod osoba starijih od 18 godina koriste se sledeće kategorije BMI: (1) pothranjenost $<18,5 \text{ kg/m}^2$; (2) normalna uhranjenost $18,5\text{-}24,9 \text{ kg/m}^2$; (3) prekomerna uhranjenost $25,0\text{-}29,9 \text{ kg/m}^2$; (4) gojaznost $\geq 30 \text{ kg/m}^2$. Današnje mnogobrojne studije ukazuju da ova standardna podela možda nije odgovarajuća za sve humane populacije. Granične vrednosti za ocenu prekomerne uhranjenosti i gojaznosti koje predlaže SZO možda nisu odgovarajuće za azijske populacije, koje imaju drugačiju konstituciju i povezanost između BMI i masne mase, u odnosu na evropske populacije. Postavlja se pitanje koji faktor je odgovoran za postojanje različite povezanosti između BMI i masne mase kod različitih populacija. Jasno je, da varijacije u proporcijama i morfologiji tela igraju značajnu ulogu u varijacijama vrednosti BMI. Na ovo upućuju istraživanja nekih naučnika koji su utvrdili značajnu povezanost između BMI i relativne sedeće visine, koja je iznosila 0,48 kod muškaraca i 0,58 kod žena. Ovo ukazuje da razlike u telesnim proporcijama određuju povezanost između BMI i telesne kompozicije, što uslovljava i drugačije granične vrednosti za ocenu nutritivnog statusa kod različitih populacija.

Stanje uhranjenosti je veoma značajno u oceni fizičke kondicije i zdravstvenog stanja pojedinca i populacija. Pothranjene osobe ili osobe sa prekomernom težinom u većini slučajeva su sa smanjenom mogućnošću fizičke aktivnosti i izdržljivosti, a podložne su ozbiljnim zdravstvenim problemima koji ugrožavaju i umanjuju kvalitet života. Pothranjenost dovodi do bubrežnih i reproduktivnih poremećaja, osteoporoze i gubitka mišićne mase. Međutim, u razvijenim zemljama, jedan od glavnih zdravstvenih problema su prekomerna telesna masa i gojaznost, koje nastaju usled neadekvatne ishrane i načina života, bez dovoljno fizičke aktivnosti. Prekomerna masa i gojaznost spadaju u 10 vodećih faktora rizika koji dovode do koronarnih bolesti, šloga, dijabetesa i mnogih oblika maligniteta. Prema SZO, gojaznost spada u kategoriju endokrinih, nutritivnih i metaboličkih bolesti. Način nasleđivanja gojaznosti je vrlo kompleksan, a činioci u spoljašnjoj sredini igraju značajnu ulogu u razvoju gojaznosti. Iako je genetski uticaj u interindividualnim varijacijama gojaznosti oko 40-70%, još uvek se ne zna dovoljno o genima koji utiču na gojaznost.

Gojaznost se obično klasifikuje u nekoliko grupa u zavisnosti od različite etiologije (faktora i mehanizama nastanka): monogena gojaznost, sindromska gojaznost (klinički gojazne osobe dodatno se razlikuju zbog mentalne retardacije, dismorfičkih osobina i poremećaja razvoja organa) i poligena ili uobičajena gojaznost. Napredak u razumevanju etiologije gojaznosti je vrlo spor, a nalazi uglavnom ograničeni na monogene, teške oblike gojaznosti. Prvi pojedinačni genski defekt koji uzrokuje monogenu gojaznost opisan je 1997. godine, a do

danas je otkriveno oko 20 pojedinačnih gena koji rezultiraju autozomnim oblicima gojaznosti. Smatra se da ovi geni učestvuju u regulaciji unosa hrane kroz delovanje na centralni nervni sistem, kao i na funkciju adipocita. Sindromska gojaznost nastaje kao rezultat diskretnih genetskih defekata ili abnormalnosti nekoliko gena i može biti autozomalna ili X polno vezana. Jedan od najpoznatijih oblika sindromske gojaznosti je Prader-Willi sindrom (PWS), koji je uzrokovan hromozomskom abnormalnošću na regionu hromozoma 15 (15k11-k12). PWS se karakteriše ranom pojavom gojaznosti koja je rezultat hiperfagije izazvane disfunkcijom CNS-a. Trenutna epidemija gojaznosti nema čisto genetsku osnovu, iako genetika igra veliku ulogu u predispoziciji neke osobe ka gojaznosti. Tome su doprinele i promene načina života u proteklom veku (prekomerni unos visokokalorične hrane i nedostatak stalne fizičke aktivnosti).

Prema savremenoj definiciji gojaznost predstavlja uvećanje udela masne mase u ukupnoj telesnoj masi u meri koja dovodi do narušavanja zdravlja i razvoja komplikacija, a nastaje kao posledica disbalansa između energetske unosa i potrošnje. Porast masne mase obično dovodi do porasta ukupne telesne mase, ali to ne mora uvek da bude tako. Moguće je da u sklopu normalne telesne mase udeo masne mase bude veći i da ipak uslovljava razvoj komplikacija gojaznosti što neki označavaju gojaznošću u normalnoj telesnoj masi ili sarkopeničnom gojaznošću. Sarkopenična gojaznost se najčešće javlja u starijem životnom dobu, s obzirom na to da je karakteriše pad mišićne i porast masne mase, pri čemu ukupna telesna masa ne mora značajnije da se menja. Zbog toga je u praksi veoma bitno, pored indeksa telesne mase, utvrditi i celokupnu telesnu kompoziciju neke osobe, odnosno sadržaj masne i bezmasne komponente. Poslednjih godina došlo je do značajnog povećanja prevalencije prekomerne uhranjenosti i gojaznosti u mnogim zemljama sveta. Prema najnovijim podacima SZO, u zemljama Evropske unije, prevalencija prekomerne uhranjenosti varira od 30 do 70%, a gojaznosti od 10 do 30%. Na globalnom nivou, oko 39% odraslih osoba starijih od 18 godina je prekomerno uhranjeno, a 13% je gojazno. Poslednja istraživanja u Republici Srbiji, ukazuju da visoka prevalencija prekomerne uhranjenosti i gojaznosti predstavlja značajan javno zdravstveni problem. Čak 55.7% odraslih osoba u Srbiji je prekomerno uhranjeno, a 19% je gojazno. Faktori rizika (oni koji pokazuju visoku povezanost sa gojaznošću) su: niži nivo obrazovanja, maritalni status, život u ruralnim područjima, niži socioekonomski status i neregularni glavni dnevni obroci (Grujić i sar. 2010).

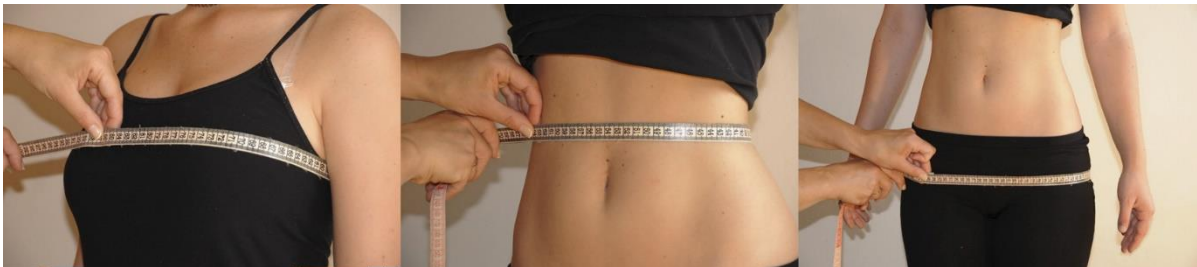
Referentni sistemi koji se trenutno koriste za ocenu uhranjenosti kod dece bazirani su na osnovu specifičnih vrednosti BMI za svaki pol i uzrast. Najmanje devet različitih referentnih sistema se danas koristi za ocenu uhranjenosti dece i adolescenata, što može dovesti do neslaganja u smislu stope prevalencije u različitim zemljama. Svetska zdravstvena organizacija navodi, da preko 60% dece koja su prekomerno uhranjena pre puberteta, bude prekomerno uhranjena i u odraslom dobu. Gojaznost kod dece je značajno povezana sa rizikom od kardiovaskularnih bolesti, tip 2 dijabetesom, ortopedskim problemima, mentalnim poremećajima, lošim postignućima u školi i nižim samopouzdanjem.

Veoma je bitno raditi na edukaciji dece, još od najranijih uzrasta, o usvajanju zdravih stilova života. Procenjuje se, da umereno intenzivna aerobna fizička aktivnost svake nedelje, u trajanju od 150 minuta, smanjuje rizik od ishemijske bolesti srca za oko 30%, rizik od dijabetesa za 27% i rizik od raka dojke i debelog creva za 21-25%. Pored toga, ima pozitivne

efekte na mentalno zdravlje smanjenjem stresnih reakcija, anksioznosti i depresije i eventualnim odlaganjem efekata Alchajmerove bolesti i drugih oblika demencije. Procenjuje se da je u Evropi više od jedne trećine odraslih nedovoljno aktivno. Korišćenje aktivnih načina prevoza, kao što su biciklizam i hodaње, značajno je smanjena u nekim zemljama (osim u skandinavskim). Nedavna istraživanja takođe sugerišu da duži period sedentarnog ponašanja, kao što su sedenje na poslu ili gledanje televizije, predstavlja nezavisni faktor rizika za loše zdravlje, bez obzira na druge nivoe aktivnosti.

4.1.5. Obimske karakteristike

Telesni obimi su pokazatelji fizičkog razvoja, mišićne i masne mase i funkcionalnog stanja organizma. Na telu čoveka mogu se određivati različite obimske dimenzije: obim glave, obim vrata, obim grudnog koša, obim struka, obim kukova, obim nadlaktice, obim natkolenice, potkolenice, kolena i gležnja (Slika 44).



Slika 44. Merenje srednjeg obima grudnog koša, obima struka i kukova

Obim grudnog koša, zajedno sa visinom i masom tela spada u tzv. totalne razmere tela neke osobe. Ukazuje na veličinu grudnog koša i u određenom stepenu, poprečni razmer trupa. Obim grudnog koša je u korelaciji sa veličinom unutrašnjih organa grudne duplje. U prvim mesecima života pluća brže rastu od grudnog koša, a rebra imaju skoro horizontalni položaj, sa širokim međurebarnim prostorima. Krajem prve godine grudni koš se izdužuje, rebra zato dobiju kos položaj, a međurebarni prostori se smanjuju. Konačna forma grudnog koša nastaje u pubertetskom periodu, kada se povećava zapremina vazdušnih puteva (traheja i bronhija) i razvijaju se mišićna i elastična vlakna. Kod novorođenčeta srednji obim grudi je oko 33-36 cm. Maksimalno povećanje ovog parametra je u pubertetskom periodu. Tokom celog procesa rasta muškarci prevazilaze po obimu grudnog koša svoje vršnjakinje. Obim grudnog koša smatra se dobrim kada je jednak ili veći od polovine visine tela, a nepovoljnim ako je manji od polovine telesne visine.

Intrapopulacione razlike u obimskim karakteristikama

Kod stanovnika tropskih predela visina tela je veća, a masa tela i osnovni obimi su manji. Smanjenje obimskih karakteristika u uslovima tropskog klimata može se povezati sa raznim uticajima:

- visoka temperatura životne sredine
- veće ultravioletno zračenje
- niskokalorična ishrana

- slabo razvijena muskulatura
- nizak unos energetskih materija u organizam.

Na obime tela prvenstveno utiču endogeni faktori, temperatura sredine, količina proteina u ishrani, tj. faktori koji utiču na masu muskulature i masu tela. Smanjenje obima tela se javlja kod Brazilaca, Indijanaca, Aboridžina. U raznim rasnim grupama telesni obim se smanjuje sa povećanjem temperature vazduha. U veličini obima tela značajnu ulogu ima mišićna masa. Obimi tela ljudi sa razvijenom muskulaturom su veći nego u ljudi sa slabo razvijenom mišićnom masom. Ovo pravilo važi za decu i za odrasle. Ljude koji naseljavaju tropski pojas karakteriše niža mišićna masa. Na veličinu obimskih dimenzija značajno utiče ishrana. Poznato je da visokokalorična ishrana, sa velikom količinom belančevina i masti, utiče na povećanje, a hrana biljnog porekla na smanjenje osnovnih obima tela.

Obimske karakteristike u oceni centralne gojaznosti

Obimske karakteristike, posebno obim struka i kukova, danas se preporučuju za dijagnostiku abdominalne gojaznosti. Indeks telesne mase (BMI), iako indirektno ukazuje na količinu masti u organizmu, ne govori mnogo o njenoj distribuciji. Distribucija masnog tkiva, tj. veličina intraabdominalnog masnog tkiva, značajan je faktor koji može da ukaže na predispoziciju za kardiovaskularna i metabolička oboljenja. Kako bi se potencijalni zdravstveni rizik otkrio u ranom stadijumu značajno je poznavati distribuciju masnog tkiva, čak i kod osoba sa normalnom masom tela. Postoje dva tipa gojaznosti: ginoidni i androidni. Androidni tip gojaznosti (centralni, visceralni, tip jabuke) je opasniji jer se karakteriše nakupljanjem masnog tkiva u predelu ramenog pojasa i gornjeg dela trbuha oko unutrašnjih organa. Osobe sa ovim tipom gojaznosti imaju veći rizik od razvoja insulinske rezistencije i hiperinsulinizma, ubrzane ateroskleroze, kardiovaskularnih bolesti, hipertenzije, hiperlipoproteinemije, tipa 2 šećerne bolesti i nekih oblika maligniteta. Obim struka i kukova kao i njihov međusobni odnos koji predstavlja indeks distribucije masnog tkiva (*WHR - waist to hip ratio*) su dobri pokazatelji visceralne gojaznosti i zdravstvenog rizika. SZO predlaže granične vrednosti WHR od 0,95 za muškarce i 0,85 za žene za ocenu abdominalne gojaznosti. Ukoliko je indeks veći od ovih vrednosti, osoba ima veću predispoziciju za razne kardiovaskularne i metaboličke poremećaje. Po mnogim autorima sam obim struka (*WC - waist circumference*) je još bolji pokazatelj visceralne masne mase i može nezavisno da ukaže na zdravstveni rizik. Osobe muškog pola koje imaju obim struka preko 94 cm imaju povećan, a preko 102 cm jako povećan rizik za razvoj kardiovaskularnih bolesti, dok su kod žena granične vrednosti 80 cm, odnosno 88 cm. Pored obima struka i indeksa distribucije masnog tkiva (WHR), u istraživanjima se često koristi još jedan pokazatelj, koji predstavlja odnos između obima struka i telesne visine (*waist-to-height ratio WHtR*).

Kod dece, granične vrednosti za ocenu abdominalne gojaznosti su: obim struka (WC) ≥ 90 -tog percentila, odnos struka i kukova (WHR) $\geq 0,9$ i odnos struka i visine tela (WHtR) $\geq 0,5$.

Pored navedenih obimskih karakteristika za ocenu uhranjenosti, mišićne i masne mase danas se često koristi i obim nadlaktice, naročito kod dece i omladine. Najčešće se određuje obim nadlaktice u relaksiranom položaju i obim nadlaktice pri kontrakciji. Iz ovih

karakteristika se primenom odgovarajućih formula može izračunati procentualni udeo masne i mišićne komponente.

4.1.6. Transverzalne dimenzije

Konstitucija ljudi najčešće se određuje merenjem širine ramena i širine karlice. Širina ramena predstavlja udaljenost između dva akromiona (biakromijalni raspon), a širina karlice predstavlja udaljenost između bedrenih grebenova karlične kosti. Ove karakteristike spadaju u tzv. transverzalne tj. širinske dimenzije. One se najčešće izražavaju u relativnim vrednostima (indeksima) tj. njihovim udelom u postocima visine tela. Na taj način se bolje uočavaju međusobne, polne, starosne i druge razlike između ljudi. Postoje prilično velike prosečne razlike između populacija u pogledu odnosa između transverzalnih dimenzija i visine tela. Npr. Australijanci sa svojim relativno uzanim ramenima i bokovima, imaju tzv. linearnu građu, a polne razlike u proporcijama kukova (bokova) su manje naznačene nego kod Evropljana. Odrasle žene su u proseku niže od muškaraca i imaju kraće ekstremitete u odnosu na trup nego muškarci.

4.1.7. Dimenzije glave i lica

Antropometrijske karakteristike glave i lica vrlo jasno određuju izgled jedinke i pripadnost određenoj populaciji. Ove karakteristike se najčešće koriste za određivanje populacione strukture i biološke sličnosti ljudskih populacija. Smatra se da je najveći udeo varijacija u obliku glave i lica uslovljen genetski, a manji deo se može pripisati uticaju spoljašnje sredine. Od spoljašnjih faktora utiče i sam geografski položaj, geološki sastav zemlje, hrana, voda. Na osnovu dimenzija glave i lica može se videti da li neko potiče iz severozapadnog, mediteranskog ili alpskog dela Evrope. Svako podneblje se odlikuje određenim tipom ljudskih populacija koji se međusobno znatno razlikuju u dimenzijama glave i lica i drugim morfološkim karakteristikama.

Ljudske populacije koje nastanjuju regione sa hladnijom i suvljom klimom karakteriše relativno uži nos u odnosu na populacije iz toplijih krajeva. U uslovima hladnijeg i suvljeg vazduha, respiratorni sistem mora ostati topao i vlažan kako bi normalno funkcionisao. Uzan nosni otvor omogućava zagrevanje hladnog vazduha, pojačavajući turbulenciju suvog i hladnog vazduha, zagrevajući ga na taj način i povećavajući vlažnost, kako pluća ne bi bila oštećena. Suprotno tome, velike i izražene nozdrve su karakteristične za stanovnike toplih predela. Velike nozdrve primaju veliku količinu vazduha i omogućavaju maksimalan izdisaj zagrejanog vazduha iz pluća. Različitost u debljini usana je takođe anatomska prilagodljivost klimatskim uslovima. Generalno, jedinke iz populacija koje naseljavaju tople predele imaju debele izvrnute usne, a stanovnici hladnih klimata tanke. Debele izvrnute usne, lakše odaju toplotu i na taj način hlade telo, dok tanke zadržavaju toplotu, što je u skladu sa Allenovim pravilom. Takođe, istraživanja su utvrdila da populacije koje žive u hladnim i suvim klimatima najčešće imaju okruglo lice, dok je kod onih u toplim krajevima lice više izduženo, što takođe može biti u vezi sa odavanjem toplote. Tako npr. okruglo lice i uzan nos karakterističan je za Eskime i Tungide. Za crnce je generalno karakteristično da je glava kod većine izdužena, lice nisko i široko, jake jagodice, nos širok.

Za afričke Pigmeje je karakteristično da imaju visoko čelo, a nos je nizak i širok.

Australijski crnci imaju lice istureno napred, široke usne, nos je nizak i širok.

Eskimi su najbolje prilagođena grupa ljudi na arktičku sredinu. Potkožni sloj masnog tkiva im je veoma dobro razvijen, posebno na licu kod žena. Glava im je izrazito brahikefala (indeks 85 i više).

Sibirski narodi (Sibiridi) u najsevernijoj Aziji i severoistočnom delu Sibira imaju dolihoidne lobanje. Izrazito brahikefali su Laponci.

Neoindianide (potomci Asteka, Maja, Inka) karakteriše okrugla i kratka, često pozadi spljoštena glava. Nos je većinom velik.

Indijanci na teritoriji današnje Kanade i Amerike imaju više okruglu glavu i povijen (orlovski) nos.

Belci (Orientalidi) (Persija, Arabija, u Africi Beduini) imaju često orlovski nos i izduženu glavu.

Belci (Mediteranidi) imaju izduženu glavu a nos je uzan i ravan.

Kefalični indeks

Dobija se merenjem dužine i širine glave. Uveo ga je u upotrebu švedski anatom Recius pre jednog veka kao meru za upoznavanje oblika lobanje, a kasnije je njegova upotreba rasla budući da su se na osnovu njegovih vrednosti mogle klasifikovati populacije. Ovaj indeks dobija se deljenjem širine sa dužinom glave (širina glave u postocima dužine glave).



Slika 45. Merenje dužine glave

Dužina glave se meri kefalometrom, a predstavlja najveće rastojanje između dve antropometrijske tačke na glavi tj. između *glabelle* i *opisthocraniona* (Slika 45). **Glabella** je tačka koja se nalazi u medijalnoj liniji, na prednjoj strani glave na mestu gde se seku gornji rubovi desnog i levog luka orbita. **Opisthocranium** je najispupčenija tačka smeštena u medijalnoj liniji na zadnjoj strani glave.



Slika 46. Merenje širine glave

Širina glave meri se kefalometrom, a predstavlja udaljenost između oba *euryona* (Slika 46). *Euryon* je najlateralnija tačka na glavi.

Statistička distribucija kefalnog indeksa je kontinualna i približna Gausovoj krivi kao i za ostale kvantitativne karakteristike. Kefalični indeks je u proseku za dve jedinice veći kod živih osoba nego na lobanji. Na osnovu kefalnog indeksa u praksi se razlikuju sledeće tri kategorije: *dolihokefalija* - uska glava (ispod 75), *mezokefalija* - srednje okrugla glava (75-80) i *brahikefalija* - široka glava (iznad 80). Frekvencije ovih klasa porede se u različitim populacijama.

$$\text{Indeks glave ili kefalni indeks} = \frac{\text{širina glave}}{\text{dužina glave}} \times 100$$

Podela oblika glave prema kefalničnom indeksu izvršena je po Saller-u prema polu:

	muškarci	žene	
hiperdolihokefali	<70,9	Ispod < 71,9	jako uska glava
dolihokefali	71,0-75,9	72,0-76,9	uska glava
mezokefali	76,0-80,9	77,0-81,9	srednje okrugla glava
brahikefali	81,0-85,4	82,0-86,4	široka glava
hiperbrahikefali	85,5-90,9	86,5-91,9	jako okrugla glava
ultrabrahikefali	> 91,0	Iznad >92,0	izrazito široka glava

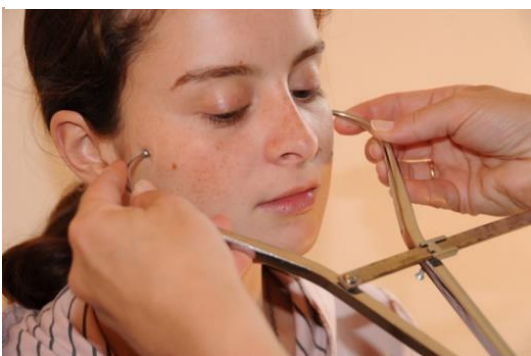
U Evropi, prosečne vrednosti između 75 i 80 su uočene na Britanskim ostrvima, delovima Skandinavije i nekim delovima Mediterana. U zapadnoj i centralnoj Evropi srednje vrednosti su najčešće preko 80 ili čak i preko 85. Većina Afrikanaca ima vrednost ispod 75, međutim neke centralnoafričke populacije imaju vrednosti 80 i više. Prosečne vrednosti oko 80 su nađene u mnogim delovima Kine, Japana, Indonezije i na istočnoindijskim ostrvima ali kod mnogih ljudi u Novoj Gvineji, i drugim delovima Melanezije indeksi su prilično niži. Kod australijskih Aboridžina nađene su prilično niske vrednosti. Eskimi na Grenlandu i u Kanadi imaju prosečne vrednosti oko 75 za razliku od Eskima na Aljasci koji su više brahikefalični.

Arheološki nalazi iz različitih delova sveta pokazuju tendenciju ka brahikefalizaciji današnjih populacija za razliku od njihovih predaka.

Karakteristike lica



Slika 47. Merenje morfološke visine lica



Slika 48. Merenje širine lica



Slika 49. Merenje širine donje vilice



Slika 50. Merenje visine nosa

Na licu se najčešće mere sledeće karakteristike: morfološka visina lica, širina lica, širina donje vilice, visina i širina nosa.

Morfološka visina lica meri se kliznim šestarom (Slika 47). Jedan krak šestara se postavi na antropometrijsku tačku *nasion* (tačka smeštena u medijalnoj ravni i to na mestu spoja čeone s nosnom kosti) dok se drugi krak prisloni ispod vrha brade na tačku *gnathion* (odgovara najispupčenijoj tački na donjoj vilici u medijalnoj ravni). Zubi pritom treba da budu potpuno stisnuti.

Bizigomatična širina (širina lica) meri se kefalometrom kao rastojanje najispupčenijih tačaka na jabučnim lukovima (antropološka tačka *zygion*) (Slika 48).

Bigonialna širina (širina donje vilice) meri se kefalometrom kao rastojanje između uglova donje vilice (antropološka tačka *gonion*) (Slika 49).

Visina nosa meri se kliznim šestarom. Jedan krak šestara stavi se na *nasion*, dok drugi krak treba da dotiče mesto gde se sastaju gornja usna i nosna pregrada (antropološka tačka *subnasale*) (Slika 50).



Slika 51. Merenje širine nosa

Širina nosa meri se kliznim šestarom koji se stavi u vodoravni položaj. Oba kraka instrumenta treba da dotiču, ali bez pritiska, najizbočeniji deo spoljašnjih strana nosnih krila (antropološka tačka *alare*) (Slika 51).

Iz ovih dimenzija najčešće se izračunavaju morfološki indeks lica i nazalni indeks.

$$\text{Morfološki indeks lica ili facijalni indeks} = \frac{\text{visina lica}}{\text{širina lica}} \times 100$$

Podela oblika lica prema facijalnom indeksu izvršena je po Carson-u prema polu:

	muškarci	žene	
hipereuriprozopi	<78,9	<76,9	jako široko lice
euriprozopi	79,0-83,9	77,0-80,9	široko lice
mezoprozopi	84,0-87,9	81,0-84,9	srednje široko lice
leptoprozopi	88,0-92,9	85,0-89,9	usko lice
hiperleptoprozopi	> 93,0	iznad > 90,0	jako usko lice

Oblik i veličina nosa se može utvrditi nazalnim indeksom. Prosečni nazalni indeks može biti visok 104, npr. kod Ituri Pigmeja, a vrednosti iznad 90 su nađene kod mnogih Afrikanaca u Melaneziji i kod australijskih Aboridžina. Kod Eskima nasuprot prethodnim grupama nos je veoma uzan.

$$\text{Indeks nosa ili nazalni indeks} = \frac{\text{širina nosa}}{\text{visina nosa}} \times 100$$

Kategorije nazalnog indeksa iste su kod oba pola

jako uzan nos	< 54,9	hiperleptorini
uzan nos	55,0 – 69,9	leptorini
srednje širok nos	70,0 – 84,9	mezorini
širok nos	85,0 – 99,9	hamerini
jako širok nos	> 100,0	hiperhamerini

4.1.8. Kožni nabori

Kožni nabori su kvantitativne osobine, koje predstavljaju dobar pokazatelj rezervi energije u organizmu, jer je skoro 60% ukupne masti raspoređeno u potkožnom masnom tkivu. Debljina kožnih nabora (dkn) je mera debljine dva sloja kože i supkutanog (potkožnog) adipoznog tkiva (Slika 52). U antropometriji, merenje ovih dimenzija zauzima značajno mesto u proceni ukupne masne mase. Metod se zasniva na merenju potkožnih masti na različitim mestima na telu, iz kojih se može proceniti ukupna telesna mast. Ova metoda je pouzdana, jeftina, jednostavna i neinvazivna, a može se primeniti za sve uzraste, uključujući i neonatalni. Iako je debljina kožnih nabora zapravo bolji pokazatelj regionalne distribucije potkožnog masnog tkiva, zbir debljina kožnih nabora izmerenih na različitim tačkama može da se koristi



Slika 52. Merenje debljine kožnog nabora na tricepsu

za izračunavanje telesne gustine, a potom i ukupne masne mase, pod pretpostavkom da je gustina masnog i bezmasnog tkiva konstantna. Postoje brojne formule koje su posebno definisane za pojedine starosne kategorije, etničke grupacije i sportiste. Podaci o kožnim naborima mogu se koristiti na više načina. Preporučuje se njihovo upoređivanje sa referentnim vrednostima za svaki pol i uzrast. S obzirom na to da se različite populacije razlikuju u proporcijama i veličini tela, trebalo bi za svaku etničku grupu definisati posebne standarde. Za decu Kavkazoida, utvrđene su referentne vrednosti, međutim za decu Negroida one nedostaju. Tumačenje vrednosti dkn zavisiće od dostupnosti standardnih odnosno referentnih

vrednosti. Kožni nabori se klasifikuju prema mestu na telu gde se mere i to na kn na ekstremitetima i kn na centralnim mestima. Kožni nabori na ekstremitetima, ukazuju na perifernu masnoću, a obuhvataju: debljinu kožnog nabora na prednjoj strani nadlaktice (biceps), na zadnjoj strani nadlaktice (triceps) i na prednjoj strani nadkolenice (kvadriceps). Centralni kožni nabori, ukazuju na centralnu masnoću, a uključuju: grudni, podlopatični (supskapularni), trbušni i suprailijačni region. Kod dece, kožni nabori se najčešće mere na tricepsu, bicepsu, supskapularno i suprailijačno. Telesna masa dece je značajno povezana sa debljinom ova četiri kožna nabora, naročito sa kožnim naborom na tricepsu i supskapularnim kožnim naborom, te se u pedijatrijskoj praksi, kao minimalan broj kožnih nabora za merenje, preporučuju ova dva kožna nabora. Ženski pol se odlikuje većim vrednostima debljine kožnih nabora. Polne razlike su evidentne čak i kod novorođenčadi, što ukazuje da su polne razlike u telesnoj kompoziciji prisutne već u najranijim uzrastima. Takođe, ovo ukazuje da povećanje mase tela kod dečaka, nastaje pretežno na račun povećanja bezmasne komponente.

4.2. Pigmentacija

Nijedna kvantitativna humana osobina nije toliko uočljiva kao pigmentacija. Boja kože, kose i očiju su kompleksije kojima se procenjuje izgled osoba. Ove karakteristike su pod

dejstvom multiplih gena i njihovih plejotropnih interakcija. Kombinacija različitih formi gena uslovlila je kompleksnu i kontinuiranu varijaciju u boji kompleksija, te ove karakteristike spadaju u kvantitativna svojstva. Kao i većina kvantitativnih osobina, koža čoveka pokazuje širok spektar varijacija prirodne boje od zagasito mrke do ružičasto-beličaste. Razlike u boji kože između ljudi su lako vidljive pa je ranije ova osobina korišćena za klasifikaciju ljudi u grupe i različite varijetete. Niz boja posmatranih na koži savremenog čoveka je veći u odnosu na sve ostale pojedinačne vrste sisara i produkt je prirodne selekcije. Pigmentacija kože kod ljudi evoluirala je primarno da bi se regulisala količina ultravioletnog zračenja koja prolazi kroz kožu.

4.2.1. Boja kože

Boja kože zavisi od dva glavna faktora. Krvnih sudova u sitnim sudovima derme i od količine tamnog pigmenta melanina u epidermisu. Kod ljudi sa veoma bledom kožom, koža dobija većinu svoje boje od plavkastobelog vezivnog tkiva dermisa, kao i od oksihemoglobina i deoksihemoglobina koji se nalazi u crvenim krvnim zrnima koji cirkulišu u kapilarima dermisa. Crvena boja koja nastaje kao proizvod cirkulišućeg hemoglobina postaje najvidljivija upravo na licu, kada se arteriole prošire i napune krvlju kao rezultat npr. dugotrajnog vežbanja ili stimulacijom simpatičkog nervnog sistema koja je prouzrokovana nekom nelagodnošću ili besom. Najvažniju ulogu u boji kože ima pigment melanin, koji se proizvodi u specijalizovanim ćelijama melanocitima, koje se nalaze unutar kože.

Brojne nijanse braon boje kože kod čoveka nastaju kao rezultat produkcije melanina. Melanin je zajednički naziv za veliku familiju molekula koji se mogu naći u mnogim organizmima, kao što su gljive, beskičmenjaci i kičmenjaci. Melanini se klasifikuju u pigmente pošto imaju veliki kapacitet da apsorbuju vidljivu svetlost. Njihova evolucionarna značajnost je uslovljena njihovom sposobnošću da više apsorbuju visokoenergetske forme elektromagnetne radijacije uključujući UV i jonizujuće zračenje i da neutrališu hemikalije koje se stvaraju kada su ćelije izložene ovim agensima. Kod čoveka i mnogih drugih organizama melanin nastaje od amino-kiseline tirozina u nekoliko stupnjeva, a neki od njih su katalizovani enzimom tirozinazom. Postoje dve forme melanina eumelanin i feomelanin.

Melanin se proizvodi u specijalnim ćelijama melanocitima, koje se nalaze u donjim slojevima epidermisa na granici sa dermisom. Ove ćelije proizvode granule pigmenta, prečnika otprilike 0,5 μm ($1 \mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$) koga sprovode do epidermalnih ćelija. Broj melanocita po jedinici površine kože varira u zavisnosti od regiona kože ali i kod tamnoputih i kod svetlih osoba je približno isti u određenim delovima tela, tako da glavne razlike između populacija u boji kože ne zavise od broja melanocita već od broja i veličine pigmentnih granula. Kod crnaca granule su brojnije i veće dok kod svetlih Evropljana samo nekoliko ovakvih pigmenta može da se vidi u bazalnom sloju epidermisa. Boja kože kod individua varira u zavisnosti od dela tela: najtamnije su bradavice grudi, a najsvetliji dlanovi i tabani.

Ljudi različite boje kože razlikuju se u količini i tipu melanina koji proizvode, kao i u načinu na koji je melanin raspoređen u koži. Mehanizam kontrole produkcije melanina je genetski determinisan i uključuje seriju hemijskih događaja u kojima enzim tirozinaza igra glavnu ulogu. Boja i fizičke osobine kože su takođe prouzrokovane razlikama u veličini i

distribuciji melanozoma u koži, kao i u tipu melanina koji sadrže. Melanozomi predstavljaju male paketiće unutar melanocita u kojima se nalazi melanin. Ljudi sa prirodno jako pigmentiranom kožom imaju melanozome koji su krupni i ispunjeni eumelaninom. Oni sa prirodno svetlom kožom imaju manje i mnogo ređe distribuirane melanozome, koji sadrže različite količine i vrste eumelanina i manje količine svetlije forme pigmenta koji se naziva feomelanin. Kao eumelanin, feomelanin je varijabilan u strukturi, a njegove različite forme variraju u boji od žute do crvene. Kod ljudi prisustvo feomelanina je najvidljivije u kosi ljudi iz severne Evrope, uključujući i Britanska ostrva. Međutim, feomelanin je prisutan u malim količinama u koži većine ljudi. Suptilne varijacije u boji kože između ljudi koje mi lako možemo da detektujemo očima kao što su crvenkasta, žućkasta i ostale nijanse su uzrokovane različitom proporcijom različitih formi eumelanina i feomelanina.

Eumelanin je dominantna forma melanina koja se nalazi u ljudskoj koži. U njegovoj koncentrovanoj formi eumelanin je intenzivno tamn zato što može da apsorbuje veći deo vidljive svetlosti: njegov zaštitni značaj za telo uslovljen je njegovom sposobnošću da apsorbuje štetne UV zrake. Ultravioletno zračenje može da razori hemijske veze koje održavaju integritet važnih molekula kao što su DNK i neki sastavni delovi ćelijske membrane, prouzrokujući pri tome čitav niz toksičnih događaja koji produkuju slobodne radikale, koji remete normalne hemijske reakcije unutar ćelije. Eumelanin apsorbuje i raspršuje ultravioletnu i vidljivu svetlost i hemijski sprečava formiranje slobodnih radikala, a takođe i neutralizuje slobodne radikale ako se formiraju. Svojstvo eumelanina kao značajnog antioksidanta je veoma značajno kako za kožu, tako i za mrežnjaču (retinu) oka, gde on sprečava oštećenja prouzrokovana slobodnim radikalima. Postoji mnogo formi eumelanina sa malo drugačijom strukturom i bojom.

Melanociti se smatraju jednim tipom migratornih ćelija u koži, pošto su njihove prekurzorske ćelije migrirale u kožu iz neuralnog zadebljanja tokom ranog embrionalnog razvoja. Ove ćelije uspostavljaju veze sa susednim keratinocitama u pažljivo dirigovanom procesu signalizacije i athezije. Melanociti produkuju melanin u koži još dok je embrion veoma mali, ali ovaj proces nije jako intenzivan. Bebe se rađaju veoma blede i njihovi melanociti ne produkuju melanin punim kapacitetom sve do puberteta.

Kako melanozomi sazrevaju i postaju puni melanina oni se pomeraju ka krajevima melanocita i odatle se prenose u susedne keratinocite. Ovi procesi se precizno kontrolišu posredstvom genetskih i hormonalnih faktora, ali se može ubrzati kod većine ljudi izloženošću UV zracima. Jedan melanocit snabdeva melaninom oko 36 keratinocita. Unutar keratinocita, melanin se nalazi u supranuklearnim kapama, koje štite jedro ćelije od fotona UV zračenja. Ćelije koje imaju ovakve supranuklearne pakete melanina imaju značajno manje DNK fotoprodukata – ciklobutan, pirimidin dimera i 6-4 fotoprodukata, nego one koje ih ne sadrže. Gubitak kontakta između melanocita i keratinocita uzrokuje da se keratinociti oslobode njihovog položaja u epidermisu i počnu ubrzano da se dele. Ovo označava početak formiranja melanoma, jedne od najopasnije forme raka kože.

Kompleksnost produkcije pigmenta je takva da se gubitak pigmenta može javiti na mnogo različitih načina. Različite forme albinizma (nedostatak pigmenta) kod ljudi nastaju zbog genetskih mutacija koje utiču na različite puteve produkcije pigmenta ili na melanocite u

različitim delovima tela, u smislu da melanociti mogu da budu potpuno odsutni, da nemaju sposobnost produkcije pigmenta ili da ne uspevaju da sazrevaju i da prenesu melanin do keratinocita. Vitiligo nastaje kada sposobnost za produkciju pigmenta u koži izgube samo određeni delovi tela. Osobe sa albinizmom i vitiligom su pod mnogo većim rizikom za rak kože zbog toga što nemaju zaštitni melanin u pojedinim delovima kože ili u celoj koži. Takođe, ustanovljeno je da je količina serum-folata i vitamina B12 smanjena kod osoba sa vitiligom.

Distribucija pigmenta po površini kože nije uvek ujednačena, kao što je to slučaj sa pegama koje se najčešće javljaju kod ljudi sa jako slabom pigmentacijom kože. One variraju u boji od žutih koje uglavnom sadrže feomelanin do veoma tamnih koje uglavnom sadrže eumelanin, a javljaju se i obično nakon izlaganja sunčevim zracima. Staračke pege koje se najčešće javljaju na rukama mogu se javiti kod ljudi sa različitom bojom kože kao rezultat oštećenja sunčevim zracima.

Boja kože se može odrediti pomoću Lušanovih skala ili spektrofotometrijski. Prirodna pigmentacija tj, ona koja nije nastala pod dejstvom UV zračenja se određuje na delovima tela koji su zaklonjeni od sunca, a najčešće se koristi sredina unutrašnje površine nadlaktice.

Određivanje boje kože Lušanovom skalom

Boja kože se određuje prema skalama i to uvek pri dnevnoj svetlosti. U epidemiološkim istraživanjima najčešće se koristi Lušanova skala. Skala Lušana sadrži 36 boja, označenih brojevima, od bledožute i bledobeke do crne. Po Lušanovoj skali broj 36 predstavlja potpuno crnu boju, koje praktično nema u boji kože i daje se samo kao orijentacija. Različite nijanse boje kože objedinjuju se u kategorije: 0 – veoma svetla koža (N⁰ 1–9); 1 – svetla koža (N⁰ 10–14); 2 – srednje svetla koža (N⁰ 15–18); 3 - tamna koža (N⁰19–23); 4 – veoma tamna koža (N⁰ 24–35). Srednji stepen za ispitivanu grupu dobija se kada se saberu sve pojedinačne cifre pojedinih stepeni i podele sa brojem ispitanih osoba.

Dermatolozi klasifikuju ljudsku kožu prema “fototipu” na tip I koji uvek izgori na suncu i nikad ne pocrni, do tipa VI koji nikad ne izgori i uvek dobije tamnu boju. Svi ljudi imaju isti broj melanocita, ali ljudi sa tipom V i VI imaju oko četiri puta više melanina u koži u odnosu na ljude tipa I. Oni mogu da proizvode mnogo više melanina i stoga razvijaju mnogo jaču fakultativnu pigmentaciju kada se izlažu UV zracima. Međutim, čak i najtamnija pigmentacija kože ne štiti kompletno od oštećenja UV zracima. Veoma niske doze UV zračenja, takođe mogu prouzrokovati mnogobrojna oštećenja kod svih ljudi bez obzira na boju kože.

Konstitutivna, tj. prirodna, genetički determinisana boja kože postepeno blede nakon ranog odraslog doba kao deo procesa koji se naziva hronološko starenje. Kod ljudi koji su stariji od 30 godina, broj aktivnih ćelija koje proizvode melanin opada u proseku 10-20% po dekadi.

Pitanje nasleđivanja boje kože još uvek nije dovoljno kompletno objašnjeno, ali genetske analize danas daju dokaze da je boja kože poligenetska osobina kontrolisana od strane više gena koji se nalaze u složenoj interakciji. Boja kože, kose i očiju, su pod dejstvom plejotropne interakcije više gena. Pojedini geni imaju značajnu ulogu, dok drugi doprinose samo malo. U nekim populacijama neke varijante gena uzrokuju veće varijacije u boji kože nego u boji kose, a u drugim populacijama je obrnuto. Kombinacija različitih formi gena

uslovlila je kompleksnu i kontinuiranu varijabilnost u boji kože koju možemo da uočimo kod savremenih ljudi. U pogledu nastanka pigmentacije kože, bitno je napomenuti da je ona nastala da bi održala optimalni balans prodiranja UV zraka u geografskim regionima sa različitom solarnom radijacijom.

Nastanak pigmentacije kože

Nastanak pigmentacije kože kod ljudi je neraskidivo povezana sa gubitkom dlakavosti kao i poboljšanjem tj. unapređenjem sposobnosti znojenja. Moguć izgled kože kod naših predaka je bleđa koža prekrivena tamnom dlakom. Gubitak funkcionalne dlakavosti je povezan sa nastankom efikasnijeg načina hlađenja kože koji se bazira na znojenju. Savremeni ljudi imaju znojne žlezde po čitavom telu. Isparavanje znoja snižava temperaturu površine kože, pri čemu se hladi krv koja teče kroz kapilare kože uključujući i kožu lobanje. Znojenje je najefikasnije u hlađenju tela kada nema mnogo dlaka na površini kože koje usporavaju isparavanje. Otuda povezanost između povećanog broja znojnih žlezda i funkcionalno gole kože bez dlaka. Koža bez dlaka je mnogo osetljivija na spoljašnje uticaje. Odsustvo zaštitnog dlakavog pokrivača čini голу kožu mnogo osetljivijom za oštećenja od solarne radijacije. Kompenzacija za gubitak ovakve zaštite je da epidermis postaje deblji, naročito njegov površinski sloj - *stratum corneum*, kao i nastanak permanentne protektivne pigmentacije u koži koja sprečava da najjače i najštetnije talasne dužine radijacije prodru u kožu.

Među savremenim ljudima, pigmentacija kože je u visokoj korelaciji sa geografskom širinom, ali još više i sa prosečnom godišnjom izloženošću UV zračenju. Jačina ove korelacije ukazuje na prirodnu selekciju koja je proizvela dva suprotna tipa pigmentacije ljudi na severu i jugu.

Značajan uvid u evolucionu razvoj pigmentacije kože pomogle su studije *MC1R* (melanokortin 1 receptor) lokusa, jednog od nekoliko gena koji učestvuju u pigmentaciji kože, kose i očiju. Kod savremenih Afrikanaca, ovaj gen ne pokazuje varijacije, ali van Afrike je veoma varijabilan. Odsustvo varijacija kod afričke forme gena ukazuje na jaku pozitivnu selekciju koja se desila pre oko 1,2 miliona godina. Predačka forma *MC1R* gena zajedno sa mogućim uticajem drugih gena uključenih u kontrolu pigmentacije kože omogućila je proizvodnju velike količine eumelanina u melanocitima kože i pokazala se kao veoma efikasna u poboljšanju zdravlja i reproduktivnog potencijala kod onih koji su ga posedovali. Ovo ukazuje da je permanentno jako pigmentisana koža verovatno nastala zajedno sa funkcionalnim gubitkom dlaka i pojavom znojnih žlezda kod roda *Homo*.

Moguća selektivna prednost jako pigmentisane kože bila je verovatno uslovljena nižim mortalitetom od raka kože, manjom mogućnošću dobijanja opekotina što je dovelo do poboljšanog zdravlja, tamnije obojeni su bili bolje zaštićeni od predatora u slabije osvetljenom okruženju, ojačanim imunim sistemom usled antimikrobnih svojstava eumelanina.

Kao što je slučaj sa pojačanom pigmentacijom postoje i brojne hipoteze koje objašnjavaju evoluciju svetle boje kože. Postoje tri hipoteze: otpornost na promrzline pošto je tamna boja kože osetljivija na promrzline, gubitak pigmentacije usled mogućeg efekta mutacije i poboljšana sposobnost produkcije vitamina D u koži u uslovima slabijeg sunčevog zračenja. Hipoteza da je tamna boja osetljivija na promrzline je bazirana na jednom istraživanju vojnika

crnaca i belaca u borbenim jedinicama američke vojske, gde je uočena veća učestalost promrzlina kod crnaca.

Vitamin D3 se sintetiše u koži kada UV zraci ulaze u kožu. Sinteza vitamina D zavisi od godišnjeg doba, geografske širine, doba dana, od količine pigmenta i debljine kože.

Različite varijante *MC1R* gena su povezane sa crvenom kosom i bledom kožom kod ljudi iz severnog dela Evrope, ali različite varijante ovog gena ne utiču na razlike u boji kože unutar ove grupe ljudi. Ove razlike se pre pripisuju delovanju i interakciji drugih lokusa kao što su *SLC25A5*, *SLC45A2*, i *TYR*.

Geografska distribucija u boji kože prati distribuciju UV radijacije. Međutim, postoje i izuzeci: mnogi ljudi u ekvatorijalnim ekosistemima su prilično jako pigmentirani mada ovi ekosistemi često imaju nisko UV zračenje usled vlažnosti vazduha i vrlo razvijenog biljnog pokrova. Takođe, tamni Tasmanijci žive u umerenoj klimatskoj zoni. Ovakva odstupanja su verovatno nastala usled skorijih migracija. Postoji ipak opšte pravilo da se povećana pigmentacija podudara sa povećanim UV zračenjem. Prisustvo blaže pigmentacije kod stanovnika Arktika je povezana sa prilično velikim UV zračenjem koje se odbija od snega. Činjenica da svi ljudi sem albino osoba crne kada su izloženi uticaju UV zračenja navodi na zaključak da je ovaj spoljašnji faktor jedan od razloga za razlike u boji kože.

UV zračenje međutim deluje i štetno na tkivo. Ono nema tako jako prodornu (penetrativnu) snagu ali može da dopre do donjih slojeva epidermisa i spoljašnjih slojeva derme, što može da uzrokuje teška oštećenja ćelija. Kod belaca ovo može da bude uzročnik raka kože posebno na onim delovima tela koji su izloženi sunčevom zračenju. Rak kože ima tendenciju da se razvije kasnije u životu.

4.2.2. Boja kose

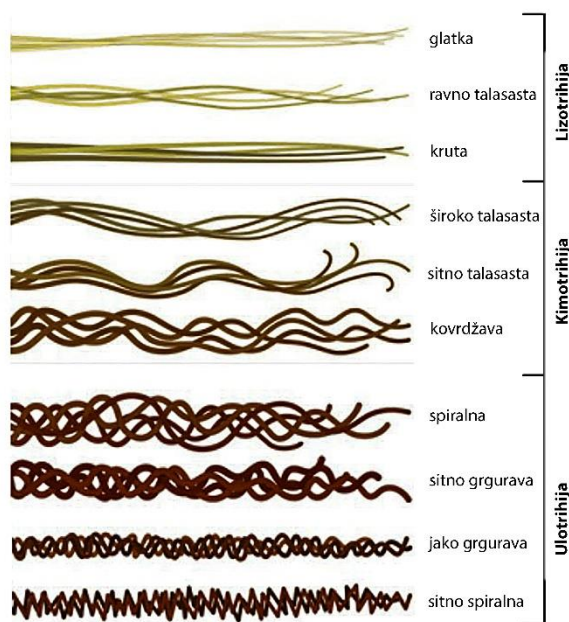
Boja kose zavisi od količine i rasporeda melanina koji se nalazi u keratiniziranim kortikalnim ćelijama vlasi kose. Granule pigmenta formiraju se u melanocitima koje se nalaze u bazalnom sloju epidermisa. Određivanje boje kose može se takođe izvršiti reflektometrijom. Razlike u boji kose su uglavnom kvantitativne prirode, mada se ne može isključiti mogućnost razlika i u hemijskoj strukturi pigmenta. Ove razlike uslovljavaju velike varijacije u boji kose, ne samo između pojedinih ljudi, nego i kod iste osobe. Smatra se da eumelanin određuje tamne nijanse, a feomelanin riđe nijanse kose. Kosa drugih nijansi takođe sadrži ove pigmente. Svetla kosa sadrži manji broj sitnih zrnaca koja se nalaze na periferiji ćelije, a tamna kosa ima više pigmenta koji se nalazi raspoređen u centru ćelije. Mala količina braon eumelanina u odsustvu drugih pigmentata, određuje plavu boju kose. Kada se prekine produkcija melanina dlaka počinje da sedi.

U većini krajeva sveta boja kose je tamnija, jedino je u severozapadnoj Evropi incidencija plave i crvene kose visoka. Međutim, uočava se da čak i kod populacija sa tamnom bojom kose postoje značajne varijacije u količini pigmenta u kosi, međutim, nije lako uočiti razlike golim okom ili reflektometrijom kada je nijansa blizu crnoj. U određenim zemljama nađene su interesantne regionalne varijacije. Npr. u Italiji procenat plavokosih osoba raste od juga ka severu zemlje. U Britaniji crvena kosa je mnogo češća na severu i zapadu i ova

distribucija se u izvesnoj meri poklapa sa distribucijom O krvne grupe. Boja kose se često menja tokom detinjstva. U delovima južne Evrope gde je odrasla populacija pretežno tamne kose, nalazi se vrlo često plava boja kose kod njihove dece.

S obzirom na velik broj različitih nijansi boja kose, postojanje promena od detinjstva do odraslog doba kao i promene koje se dešavaju pod uticajem spoljašnjih (sunce, slana voda, vetar) i unutrašnjih činilaca (masnoća kose, hormoni u trudnoći, zdravstveno stanje) dodatno komplikuju istraživanje nasleđivanja ove osobine. Varijacije u boji kose verovatno zavise od nekoliko gena koji kontrolišu količinu i raspored pigmenta.

4.2.3. Oblik kose



Individue se razlikuju i po obliku dlake tj. kose koja može biti ravna, talasasta ili kovrdžava. Ova biološka osobina ima jaku genetsku komponentu, mada ne postoji samo jedan određeni gen koji učestvuje u određivanju ove osobine. Smatra se da je ova osobina uslovljena od nekoliko pari alela. Varijacije i kombinacije u nekoliko gena učestvuju u različitim aspektima razvoja kose i uslovljavaju ovu karakteristiku. Ova osobina pokazuje geografsku diferencijaciju i razdvaja ljudske populacije bolje nego bilo koji drugi karakter. Nekada je ova osobina korišćena kao glavna karakteristika na osnovu koje se klasifikovala humana populacija. Oblik kose se deli na kategorije prema stepenu zakrivljenosti, od ravne do

Slika 53. Klasifikacija tipova kose

talasaste i kudrave (Slika 53). Razlikuju se tri osnovna tipa forme kose, a svaki od njih deli se na nekoliko podtipova: 1- lizotrihija ili prava kosa predstavljena je sa tri podtipa: kruta, glatka i ravno talasasta; 2 – kimotrihija ili talasasta kosa predstavljena sa podtipovima: široko talasasta, sitno talasasta, kovrdžava; 3 – ulotrihija ili kudrava kosa sa podtipovima: spiralna, sitno grgurava, jako grgurava, sitno spiralna.

Spiralno kovrdžava kosa u svojoj ekstremnoj varijanti se viđa kod Bušmana iz jugozapadne Afrike gde su vijuge tako čvrste i pomešane da ostavljaju prilično velike delove na glavi koji nisu pokriveni kosom. Takva kosa je nazvana "biberovo zrno". Kovrdžava kosa se nalazi širom subsaharske Afrike i u Melaneziji. Prava kosa karakteriše ljude u istočnoj Aziji i kod američkih Indijanaca, dok se talasasta kosa najčešće nalazi kod ljudi u Evropi i na srednjem Istoku, Indiji, Polineziji i Australiji. Razlog za varijacije u formi kose je takođe nepoznat. Postoji mišljenje da forma kose delimično ima ulogu u termoregulaciji glave ali za to ima malo dokaza. Forma kose igra veoma važnu ulogu i u seksualnoj privlačnosti.

Količina dlakavog pokrivača po telu pokazuje velike razlike kako na individualnom nivou tako i na nivou populacija. Ljudi iz istočne Azije imaju malo dlakavog pokrivača.

Razvijenosti brade pridaje se veliki značaj u etničkoj antropologiji, pošto ona ispoljava zapaženu geografsku promenljivost. Kod predstavnika azijsko–američke populacije (mongoloida) brada je veoma slabo razvijena, posebno u nekim severnim populacijama. Obilni rast brade karakterističan je za evropeide na Balkanskom poluostrvu i Kavkazu. Srednji rast brade sreće se kod grupa severoistočne Evrope, a kod ostalih grupa srednji ili obilni. Kod australo-negroida (ekvatorijalna populacija) razvijenost brade varira od slabe do veoma jake. Slab razvoj karakterističan je za Vedide, Negride i Bušmane. Najrazvijenija je brada u Ajana i Australijanaca.

4.2.4. Boja očiju

Boja irisa zavisi delom od granuliranog pigmenta melanina, a delom zavisi i od optičkih efekata. Kod tamnih očiju u prednjem sloju tkiva dužice postoji obilje pigmentiranih ćelija. Kod svetlih očiju, količina pigmenta je smanjena. Progresivno smanjenje količine pigmenta uslovljava širok spektar boja očiju od crnih, smeđih (braon) do zelenih i plavih. Iris nije svuda jednako obojen. Kod svetlijih tipova, tkivo prednjeg sloja je tanje u nekim delovima nego u drugim, uslovljavajući karakterističan zrakast izgled, a pigment melanin nije ravnomerno raspoređen pa ponekad formira intenzivnije obojene regione.

Pigment irisa sprečava ulazak svetla u oko i pri tome pomaže da se zaštiti retina od štetnog dejstva UV zračenja.

Nasleđivanje boje očiju je mnogo kompleksnije nego što se ranije mislilo, zbog toga što je u ispoljavanje ove osobine uključeno nekoliko gena. Do danas je identifikovano osam gena koji utiču na boju očiju, pri čemu OCA2 gen i HERC2, locirani na hromozomu 15 igraju najznačajniju ulogu. OCA2 produkuje tzv. P-protein, koji je uključen u formiranje i proizvodnju melanina. Nekoliko uobičajenih varijanti (polimorfizam) OCA2 gena smanjuju količinu funkcionalnog P proteina. Smanjenje P-proteina, dovodi do toga da se u irisu nalazi manja količina melanina, što dovodi do pojave plavih očiju. Ekspresiju OCA2 gena kontroliše HERC2 gen. Individue sa mutacijom ovog gena, nemaju sposobnost produkcije P-proteina, te se rađaju sa albinizmom. Postoji okularni albinizam, koji se karakteriše značajno smanjenom pigmentacijom irisa, što dovodi do veoma svetlo obojenih očiju i problema sa vidom. Druga forma albinizma – okulokutaneusni albinizam uzrokuje smanjenu pigmentaciju kože, kose i očiju. Ovakve osobe imaju veoma svetlu kožu, kosu i oči. Kod stanja koje se naziva heterohromija (*heterochromia*), jedna osoba može imati različito obojene oči. Ova pojava može biti uzrokovana genetskim promenama, ili usled nekih problema tokom razvoja oka, a takođe se smatra da može biti rezultat nekih bolesti i povreda oka. U nekim regionima svetle oči su česte kod ljudi sa tamnom kosom, što ukazuje da jedni geni utiču uglavnom samo na boju očiju, dok drugi imaju veći efekat na ostalu pigmentaciju. Takođe je uočeno da su kod nekih zapadnoevropskih populacija tamne oči mnogo češće kod žena nego muškaraca.

4.3. Dermatoglifi

Dermatoglifi su kvantitativne osobine koje predstavljaju kožne šare na vrhovima prstiju ruku i nogu, dlanovima i tabanima (Slika 54). Dermatoglifika je nauka koja proučava oblik

kožnih brazdi (*derma* - koža, *glyphe* – šara). Termin potiče od *Cummins*-a i *Midlo*-a a prihvaćen je 1926. godine. Njihova funkcija je da povećaju otpor, smanje klizanje stopala i prstiju nogu po podlozi, ruku i prstiju ruku pri pridržavanju i kasnije pri držanju različitih oruđa. Na ovim mestima nema dlaka, a karakteristično je da crnci na tim mestima imaju slabiju pigmentaciju. Za razliku od mnogih drugih kvantitativnih osobina čoveka, dermatoglifi se ne menjaju sa godinama i na njih uglavnom ne utiču faktori sredine.



Slika 54. Kožna šara na vrhu prsta

Razvoj dermatoglifa počinje već u 6. ili 7. nedelji intrauterinog života a u 13. nedelji na već stvorenim jastučićima prstiju javljaju se sitne vijuge - grebenčići između kojih se nalaze udubljenja. Dermatoglifi su potpuno formirani između 20-24. nedelje gestacije. Najvažniju ulogu u formiranju dermatoglifa imaju genetski činioci, te su individualne razlike u dermalnim šarama pod genetskom kontrolom. Distribucija dermatoglifa u humanim populacijama je kontinualna, ali nije normalna. Pored nasleđa na razviće dermalnih šara utiču i drugi faktori, kao što su npr. razni mehanički pritisci za vreme intrauterinog života. Svaki prst je u

materici u nekom svom posebnom prostoru, a razni pritisci nikad nisu isti na sve prste. Dermalne linije su u kontaktu sa krvnim sudovima i nervima na granici između dermisa i epidermisa, a neodgovarajući faktori tokom prenatalnog razvoja, kao što su neadekvatno snabdevanje kiseonikom, neuobičajena distribucija znojnih žlezda i izmene epitelijalnog rasta, mogu uticati na njihovo formiranje. Stoga i to može da uslovi razlike u dermatoglifima. Dermatoglifi su zbog toga pokazatelji fenomena rasta i diferencijacije u ranom intrauterinom dobu, pa su zbog toga značajni u proučavanjima razvojne morfologije i medicinske patologije. Smatra se da dermatoglifi mogu biti senzitivni pokazatelji intrauterinih dentalnih anomalija, zato što kao i zubi potiču od istog ektodermalnog sloja tokom 6-7. nedelje embrionalnog razvića. Kada se tokom intrauterinog razvoja desi dermalno oštećenje, može se očekivati i zubna anomalija.

Posle smrti raspadanje kože se dešava najkasnije upravo na području gde su dermatoglifi. Postoje brojni slučajevi gde se preminula osoba mogla identifikovati samo uz pomoć dermatoglifa jer su ostali delovi bili raspadnuti.

Jednom formirani dermatoglifi ostaju nepromenjeni tokom čitavog života jer nisu podložni uticajima spoljašnjih faktora (izuzev traumatskog oštećenja). Zbog svoje anatomske konstantnosti, nepromenljivosti i individualnosti koriste se za: utvrđivanje identiteta, jer se čak i kod monozigotnih blizanaca međusobno razlikuju. Zbog visoke podudarnosti koriste se kao dodatna metoda za određivanje zigtosti. Analize vršene na porodicama su pokazale značaj dermatoglifa u određivanju konsangviniteta i kao dopunske metode za utvrđivanje očinstva. Kod raznih hromozomopatija nalazi se karakteristična slika dermatoglifskih crteža na dlanu i stopalima, a kod pojedinih bolesti nepoznate etiologije dermatoglifi govore o postojanju nasledne predispozicije za određenu bolest. Populacione studije su pokazale da se dermatoglifi

moгу koristiti i za utvrđivanje sličnosti i razlika među populacijama, za računanje tzv. "bioloških udaljenosti".

Prvi ozbiljniji radovi u kojima se samo opisuju kožne šare i njihove različitosti kod pojedinih osoba potiču iz 17. veka. Tek u 19. veku naučnici se ozbiljnije interesuju za ovu oblast i počinju prve klasifikacije šara. *Galton* (1892) je prvi klasifikovao dermalne šare i istraživao je njihovo nasleđivanje. Takođe je uočio značaj dermatoglifa prilikom identifikacije i njihove razlike kod različitih rasa. Zapazio je njihovu relativnu učestalost kod različitih grupa ljudi. Početkom sedamdesetih godina 20. veka dermatoglifika doživljava procvat kada je ustanovljeno da mnogobrojne hromozomopatije imaju i dermatoglifsku odstupanja, pa se tako dermatoglifske karakteristike mogu koristiti kao pomoćni metod u njihovom otkrivanju. Važna istraživanja dermatoglifa su rađena na ispitivanju dermatoglifa kao indikatora kongenitalnih srčanih poremećaja, leukemije, karcinoma, Alchajmerove bolesti, shizofrenije i drugih mentalnih bolesti.

Danas se dermatoglifi proučavaju korišćenjem kompjuterskih programa multivarijacione analize koji mogu da predvide mogućnost da se kod novorođenčadi razviju određene bolesti. Mnoga naučna istraživanja u proteklim dekadama istakla su dermatogliffe kao moćno oruđe u dijagnozi pojedinih fizioloških, medicinskih i genetičkih stanja.

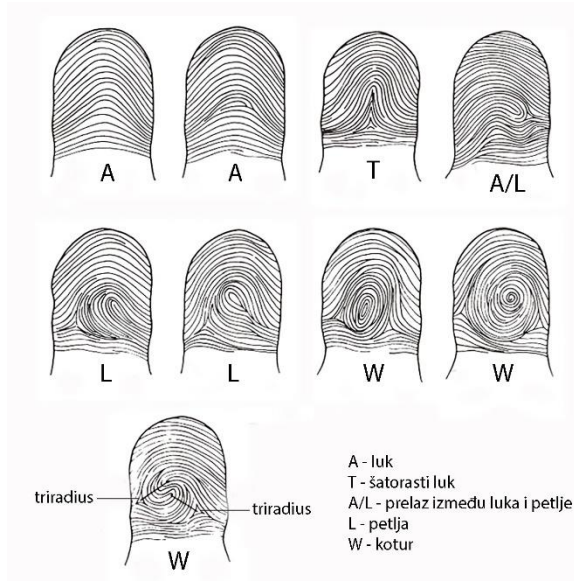
4.3.1. Nasleđivanje dermatoglifa

Varijacije u dermatoglifima imaju jaku genetsku komponentu ($h^2=0,70$ za broj grebena, ali za sada još uvek nije dovoljno jasno nasleđivanje dermatoglifa, jer se ne podudara ni sa jednom jednostavnom šemom nasleđivanja. Neke dermalne šare su veoma retke, pa su zbog toga potrebni veoma veliki uzorci da bi se proučilo njihovo nasleđivanje. Iako ne postoje dva čoveka sa identičnim dermatoglifima, postoje visoke korelacije u dermatoglifskim svojstvima unutar porodica i unutar populacionih grupa. Utvrđena je korelacija koja iznosi 0,5 između braća i sestara kao i između dece i njihovih roditelja, bez dokaza o postojanju dominacije gena. Utvrđeno je da se kvantitativna dermatoglifska svojstva (broj i širina grebena) nasleđuju po poligenom modelu, što znači da se ta svojstva teže menjaju, manje su podložna genetskom driftu i mikroevolucionim promenama i pokazuju osnovnu strukturu populacija.

4.3.2. Osnovni oblici dermatoglifa

Na prstima se nalazi tačka triradijus, na osnovu koje se između ostalog, može detektovati tip šare. Triradijus je centar u kome se sastaju dermalne linije iz tri različita pravca i grade figuru u obliku slova Y.

Različiti oblici dermatoglifa tj. crteža, nastaju kada postoji diskontinuitet paralelnog toka epidermalnih linija. Postoje tri osnovna tipa crteža: luk, petlja i kotur (Slika 55).



Slika 55. Tipovi dermalnih šara

Obični koturovi su sastavljeni iz koncentričnih krugova ili elipsa (to su koncentrični koturovi). Mogu biti i spiralni, koji opet mogu biti u smeru ili u suprotnom smeru kazaljke na satu. Složeni kotur sastoji se iz dve petlje.

Na području dlana pored ovih osnovnih crteža nalaze se i tzv. otvorena polja koja su bez pravih crteža i sa gotovo paralelnim tokom grebena.

4.3.3. Kongenitalne malformacije dermatoglifa

Adermatoglifija - karakteriše se potpunim nedostatkom dermatoglifa. Ne postoje karakteristične šare, već se na otiscima vidi niz belih linija. To je veoma redak genetski poremećaj, koji nastaje kao rezultat mutacije koja se manifestuje nedostatkom posebnog proteina u koži. Mutirani gen odgovoran za ovu pojavu izdvojen je 2011. godine. Osobe sa ovakvim defektom su potpuno zdrave, ali imaju nešto manji broj znojnih žlezda. Danas u svetu samo nekoliko porodica ima adermatoglifiju.

Hipoplazija grebena - karakteriše se veoma slabom izraženošću grebena. Kod ovog stanja grebeni su niski, manje vidljivi, a često su prisutne i bele linije na otiscima, te se veoma teško broje. Smatra se da se prenosi kao autozomalno dominantno svojstvo. Kongenitalnu hipoplaziju je teško razlikovati od stečene epidermalne atrofije, koja se javlja kod veoma starih ljudi, a često se javlja i kod ljudi koji pate od celijakije (nepodnošljivost glutena). Ponekad se hipoplazija javlja kod osoba sa hromozomskim abnormalnostima.

Disocijacija grebena - je pojava kada su grebeni dezorganizovani, razbijeni u niz kratkih segmenata, često zakrivljenih, nepravilno raspoređenih. Takvi grebeni čine nizove u obliku tačkica kao "niska bisera". Veoma su retki kod zdravih osoba a povezani su sa nekim oboljenjima (malformacije, retardacije, albinizam, hromozomske aberacije). Najčešće se javlja na palcu i u regionu aksijalnog t-triradijusa u proksimalnom delu dlana.

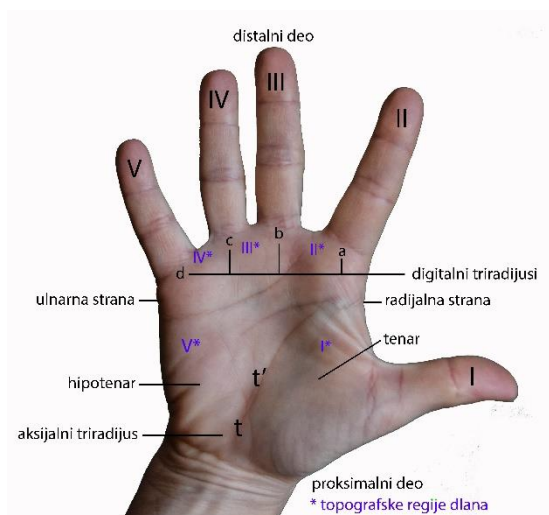
Luk - ili otvoreno polje nema triradijus i nije pravi crtež. To je jednostavna šara koju formiraju blage talasaste linije, naslagane jedna na drugu bez triradijusa. Izuzetak je šatorasti luk gde je triradijus u centru šare.

Petlja - formira je veći ili manji broj paralelnih linija koje se oštro savijaju ka ularnoj ili radijalnoj strani dlana, pa se razlikuje ularna i radijalna petlja. Nasuprot otvoru petlje nalazi se jedan triradijus. Petlje mogu da variraju u obliku i veličini. Mogu da budu velike ili male, dugačke ili kratke, vertikalno ili horizontalno orijentisane. Mogu biti samostalne ali i deo kotura.

Kotur - sadrži dva triradijusa i to jedan na radijalnoj, a drugi na ularnoj strani prsta.

4.3.4. Dermatoglifska analiza

Pre početka analize, na dlanu se prvo moraju označiti regije dlana. Osnova dlana koja se nalazi kod ručnog zgloba zove se proksimalni deo. Prema vrhovima prstiju nalazi se distalni deo. Unutrašnja strana šake, gde se nalazi palac i gde se nalazi završetak žbice (*radius*) zove se radijalna strana. Suprotna strana u nastavku lakatne kosti (*ulna*) je ulnarna strana. Prsti na rukama označavaju se rednim brojevima od palca prema malom prstu - palac je I, kažiprst II, ... Na dlanu postoji pet topografskih regija (Slika 56).



Slika 56. Područja dermatoglifske analize

Područje ispod palca zove se tenar. On sa I interdigitalnim prostorom koji se nalazi između palca i kažiprsta čini regiju I. Crteži se mogu nalaziti na tenaru ili u I interdigitalnom prostoru ili u oba prostora.

Između kažiprsta i srednjeg prsta (tj. između digitalnih triradijusa a i b) nalazi se II interdigitalni prostor.

Između srednjeg prsta i prstenjaka (između digitalnih triradijusa b i c) je III interdigitalni prostor

Između prstenjaka i malog prsta (između digitalnih triradijusa c i d) je IV interdigitalni prostor.

Na interdigitalnim područjima nalaze se najčešće petlje ali mogu se naći i koturi i lukovi. Manje crteža ima u II, interdigitalnom prostoru, a više ih ima u III i IV.

Peta regija hipotenar sa nalazi na kraju područja ispod malog prsta s ulnarne strane. Na njemu se mogu naći svi oblici crteža.

Na bazi svakog prsta nalaze se digitalni triradijusi koji se označavaju malim slovima: a, b, c, d. Od njih polaze glavne linije dlana: A, B, C, D.

U proksimalnom delu dlana nalazi se aksijalni triradijus i označava se slovom t. Kod zdrave populacije najčešće zauzima proksimalni položaj. Ako se nalazi blizu centra dlana označava se sa t'', dok intermedijarnu poziciju aksijalnog triradijusa između ova dva položaja označavamo sa t'. Ako je triradijus položen izrazito distalno označava se sa t'''. Triradijus takođe može biti pomeren izvan ose četvrte metakarpalne kosti. Ako je pomeren radijalno označava se sa t^r, sa t^u ako je pomeren ulnarno.

4.3.5. Kvantitativna svojstva dermatoglifa

Gustina crteža prikazuje se brojanjem prisutnih triradijusa na svih 10 prstiju. Prsti mogu imati gustinu 0-2 zavisno od broja triradijusa. Luk nema triradijus, te je njegova vrednost 0, petlja ima jedan triradijus i vrednost 1, a kotur dva triradijusa i vrednost 2. Vrednosti gustine crteža mogu da variraju od 0 (lukovi na svih 10 prstiju) do 20 (koturovi na svih 10 prstiju)

Broj grebena na prstima. Grebeni se broje da bi se prikazala veličina crteža. Broje se grebeni duž ravne linije povučene iz triradijusa do sredine crteža. Kod luka se ništa ne broji. Kod petlje broji se od triradijusa do centra petlje. Kod kotura grebeni se broje od triradijusa do najbliže sredine i to sa obe strane.

- broj grebena na vrhu jednog prsta označava se kao FRC (*finger ridge count*)
- apsolutan broj grebena na svih 10 prstiju označava se kao ARC (*absolut ridge count*) gde se kod kotura ubrajaju grebeni sa obe strane crteža.
- broj grebena na svih 10 prstiju kada se kod kotura uzima samo veća vrednost zove se ukupan broj grebena ili TRC (*total ridge count*).

Brojanje grebena u interdigitalnim područjima dlana: Grebeni se broje između dva digitalna triradijusa. Postoje a-b, b-c i c-d grebeni koji se broje duž linija povučenih od jednog do drugog triradijusa.

Širina epidermalnih grebena. Meri se u prostoru između digitalnih triradijusa a i b.

Merenje atd ugla. Atd ugao dobija se kada se povuče linija od aksijalnog triradijusa t do digitalnih triradijusa a i d. Vrednost ovog ugla ima velikog značaja u otkrivanju kongenitalnih i drugih poremećaja. Prosečna vrednost kod odraslih osoba je 44-45 stepeni, kod normalne dece 48, a kod dece sa Daunovim sindromom 81.

4.3.6. Kvalitativna svojstva dermatoglifa

Određuje se frekvencija lukova, petlji i koturova. Žene imaju manje crteža nego muškarci. Širina grebena i njihova izraženost je takođe manja kod žena. Žene takođe imaju nižu frekvenciju koturova i radijalnih petlji ali zato imaju više lukova.

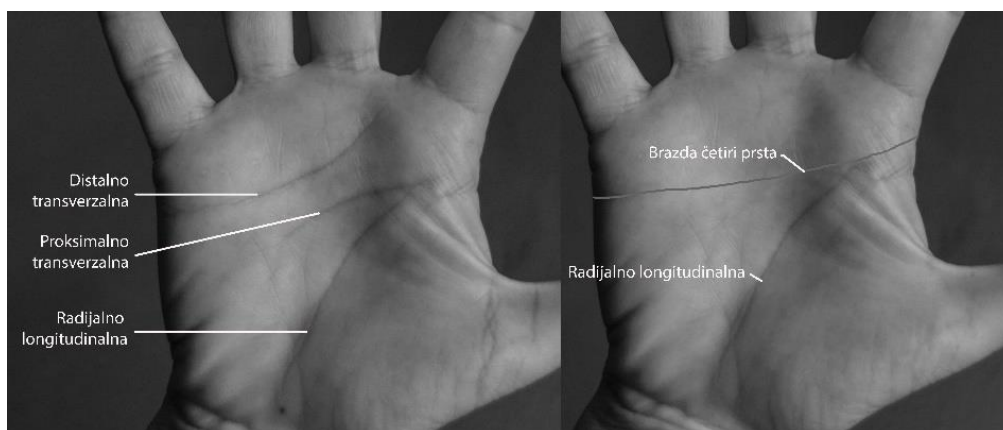
Glavne linije dlana

Radijalno longitudinalna brazda zove se još i tenarna, palčana ili vertikalna brazda koja zaokružuje područje tenara.

Proksimalna transverzalna brazda - polazi sa radijalne strane dlana.

Distalna transverzalna brazda - polazi sa ulnarne strane i obično završava u području srednjeg prsta.

Proksimalna i distalna transverzalna brazda ponekad čine jednostavnu transverzalnu pregibnu brazdu ili „majmunsku” brazdu. Ta se linija proteže ispod sva četiri prsta izuzev palca pa se zove i linija „četiri prsta”. Ova brazda nalazi se u 4% zdrave populacije, ali je zato vrlo česta kod osoba sa određenim hromozomskim abnormalnostima (Slika 57).



Slika 57. Glavne linije dlana

4.3.7. Upotreba dermatoglifa

Dermatoglifi u populacionim istraživanjima

Zbog svoje poligene determinacije značajni su u populacionim istraživanjima zato što su:

- uglavnom nezavisni od faktora spoljašnje sredine a više pod delovanjem genetičkih činilaca,
- relativno lako se mogu statistički obraditi,
- odražavaju dinamiku i smer mikroevolucionih zbivanja i toka gena unutar i između populacija.

Kada se porede dermatoglifi različitih populacija može se pretpostaviti da fenotipske razlike reflektuju varijacije u distribuciji gena, ali kako je to slučaj sa svim metričkim osobinama generalno, ne mogu se analizirati podaci za specifičan gen, tj. ne može se odrediti njihova frekvencija. Najčešći metod u populacionim analizama, je jednostavno poređenje procentualne učestalosti tri glavne šare. Za potpunu analizu pojedinih populacija potrebno je pored dermatoglifa, uzeti i podatke o: krvnim grupama, serumskim proteinima, antropometriji, fiziološkim, sociokulturnim, lingvističkim i istorijskim karakteristikama populacija.

Dermatoglifi u medicini

Dermatoglifi su tek 1936. našli mesto u kliničkim istraživanjima. Klinički se dermatoglifi koriste za dijagnozu različitih stanja kao što su: mentalna retardacija, autizam, shizofrenija, Alzheimerova bolest, pa čak i u predviđanju bolesti zavisnosti kao što je alkoholizam. Takođe se mogu koristiti u predviđanju genetske predispozicije za disleksiju i hiperaktivnost, kao i klinički marker za različite tipove trizomija. Dermatoglifi se mogu koristiti i u stomatologiji za otkrivanje predispozicije ka raznim dentalnim poremećajima: dentalni karijes, maligna oralna oboljenja, malokluzije, anomalije zuba. Analize su pokazale da su promene dermatoglifa najizrazitije kod jačih promena u naslednom materijalu - hromozomskih aberacija. Za velik broj sindroma dermatoglifski nalaz dobro je poznat pa se često koristi u dijagnostičke svrhe. Promene u dermatoglifskom nalazu zavise od vrste

aberantnog hromozoma. Kod autozomalnih aberacija uglavnom su poremećene frekvencije petlji i triradijusa a kod aberacija polnih hromozoma poremećeni su broj i širina grebena. Povećanje broja X hromozoma uvek je praćeno smanjenjem broja epidermalnih grebena i povećanjem njihove širine.

Neke karakteristike dermatoglifa kod osobe sa Daunovim sindromom

- Na prstima u više od 80% slučajeva javljaju se ulnarne petlje (ispod 60% u zdravoj populaciji), a ostali crteži su ređi.
- Ulnarne petlje su najčešće visoke i savijene u obliku slova L.
- Radijalne petlje, ako postoje, najčešće su na četvrtom i petom prstu, gde se ne nalaze u zdravoj populaciji.
- Petlje na svih 10 prstiju nalaze se u 31,3% slučajeva kod muškaraca i u 38,5% kod žena, dok se kod zdravih nalaze u svega 4,1% (muškarci) i 6,9% (žene).
- Imaju vrlo malo koturova (12%) i lukova (3%).
- Visoko položen aksijalni triradijus zatvara veliki atd ugao.
- Glavne linije dlana teku transverzalno i prate neobičan oblik dlana, koji je kratak i širok a prsti su takođe kratki.
- Skoro u 50% slučajeva postoji jednostavna transverzalna brazda, ili linija četiri prsta.

Neke karakteristike dermatoglifa kod osoba sa Edvardsovim sindromom

Najviše ima lukova (u 90% slučajeva).

- Kod oko 40% bolesnika lukove nalazimo na svih 10 prstiju.
- Ulnarne petlje i koturovi vrlo su retki.
- Radijalne petlje su najčešće na palcu, što je retko u zdravoj populaciji.
- Povećan je atd ugao. Linija 4 prsta nađena je kod 75% bolesnika.

Neke karakteristike dermatoglifa kod osoba sa Patauovim sindromom

- Veći broj lukova i radijalnih petlji.
- Smanjen broj ulnarnih petlji i koturova.
- Aksijalni triradijus je pomećen visoko i velik je atd ugao.
- U 60% slučajeva nalazi se jednostavna transverzalna brazda.

Neke karakteristike dermatoglifa kod osoba sa Turnerovim sindromom

- Imaju mnogo manje lukova.
- TRC je povećan.

- Srednja vrednost TRC je 169,3 dok je u zdravoj populaciji za muškarce TRC=147,5 a za žene TRC= 127,0. Velik je i atd ugao.

Neke karakteristike dermatoglifa kod osoba sa Polisomijom X i Y

- Nizak TRC, povećan broj lukova.

Dermatoglifi u utvrđivanju očinstva

Iako se dermatoglifi razlikuju od osobe do osobe, pa čak i kod jednojajčanih blizanaca (sličnost je do 85%) ipak se mogu koristiti, pored drugih metoda za utvrđivanje očinstva. Njihova naslednost se izražava u debljini grebena. Najviše se poredi smer stvaranja crteža između roditelja i dece. Ako se kod roditelja nađe petlja koja prelazi u kotur, kod dece je tada najčešće formiran kotur. Ako roditelji imaju crteže u suprotnim smerovima (radijalno - ulnarno) kod dece se smanjuje broj grebena. Crteži nađeni kod roditelja ponekad se mogu pojavljivati kod dece na homolognim prstima iste ili suprotne ruke. Očinstvo se određuje na osnovu broja istih crteža nađenih kod deteta, majke i potencijalnog oca.

Dermatoglifi u određivanju zigtosti

Zasniva se na pretpostavci da se oni nasleđuju od roditelja. Koeficijent sličnosti kod jednojajčanih blizanaca kreće se 83-85% a kod dvojajčanih 25-47%. Veoma su često crteži na prstima i dlanu projektovani kao u ogledalu (tj. ono što jedan blizanac ima na levoj ruci kod drugog ćemo naći na desnoj). Konkordantnost blizanaca za crteže na 9 ili 10 prstiju znači visoku verovatnoću da se radi o monozigotnim blizancima. Konkordantnost za šest i manje prstiju znači da su blizanci dizigotni.

Identični blizanci nemaju i identične dermatogliffe. Drugi negenetički faktori pre i posle rođenja deluju na njih i uzrokuju njihove promene i razlike. Blizanci imaju slične dermatogliffe jer je njihovo formiranje uslovljeno genetički. Međutim, oni se mogu izmeniti u amnionskoj okolini. Koža fetusa je mekana i naborana. U zavisnosti od toga kako fetus leži i kako je izložen raznim pritiscima otisci se mogu modelirati malo drugačije kod svakog blizanca. Prema tome oni nisu identični ali su slični.

Dermatoglifi u identifikaciji

Otisak prsta je najstarija karakteristika čoveka, koja se koristi za biometrijsku identifikaciju. Poznato je da su otiske prstiju koristili Asirci i Vavilonci, kao znak pisca i dokaz autorstva na dokumentu. Stari Kinezi su uzimali otisak stopala kod novorođenčadi, kako bi izbegli zamenu. Hvaranin Ivan Vučetić je 1891. godine predložio primenu dermatoglifa u identifikaciji, a u Parizu 1907. godine njegov predlog je prihvaćen. Američki FBI - Federalni biro za istraživanje (*Federal Bureau of Investigation*) je 1924. godine osnovao odeljenje za prepoznavanje otisaka prstiju, a 1965. uveden je AFIS (*Automated Fingerprint Identification System*) koji danas predstavlja najveću svetsku biometrijsku bazu podataka. S obzirom na to da se svaka osoba karakteriše određenim izgledom dermatoglifa i da su oni strogo individualni koriste se u identifikaciji kod osoba za koje se sumnja da su uradili krivično delo, u identifikaciji ubijene osobe, u slučaju teških nesreća. U analizi se proučava podudarnost u makrostrukturama kao što su oblik crteža, broj grebena i mikro- strukturama tzv. minucijama, koje predstavljaju lokalne anatomske karakteristike.

4.4. Mentalne karakteristike

U kvantitativne osobine spadaju i mentalne karakteristike čoveka. One su vrlo značajne, te su humani biolozi bili veoma zainteresovani da dobiju egzaktne saznanja o njima. Međutim, njihova analiza je zahtevala posebne tehnike, te se javila posebna naučna oblast psihometrija (grč. *psyche* - duša, *metria* - merenje), koja se bavi isključivo pitanjima psihološkog merenja egzaktnim metodama. U ove osobine spadaju različite komponente intelektualnih sposobnosti, kao što su kognitivne i verbalne veštine, različiti i specifični talenti (za matematiku, muziku), različiti sklopovi ličnosti, kao i različiti aspekti temperamenta i raspoloženja (iako se oni značajno mogu menjati tokom vremena kod iste osobe).

Dugi niz godina je među stručnjacima vladalo mišljenje da su neke psihološke osobine ljudi uglavnom determinisane genetičkim faktorima, dok su druge značajno pod dejstvom spoljašnjih činilaca. Većina genetičara koji su se bavili problemom ponašanja, smatrali su da na socijalne osobine ljudi deluju uglavnom spoljašnji činioci, te sve do nedavno, one nisu značajnije proučavane od strane genetičara. Novija istraživanja su pokazala da ove pretpostavke nisu bile sasvim tačne. Utvrđeno je da na skoro svaki psihološki fenotip (normalan ili abnormalan) značajno utiču genetički faktori. Heritabilnost od jednog do drugog svojstva se takođe mnogo manje razlikuje nego što se to prvobitno mislilo. Uticaj zajedničkih spoljašnjih faktora je često, ali ne uvek, od manje važnosti od uticaja genetičkih faktora i često njihov uticaj opada i nema značaja nakon adolescencije. Thomas i Bouchard (2004) u svom preglednom radu, iznose rezultate brojnih i obimnih istraživanja mentalnih karakteristika ljudi, sa naročitim osvrtom na uticaj spoljašnjih i genetičkih faktora na ove osobine. Njihova istraživanja su obuhvatila veliki broj osoba i blizanačkih parova, a rađena su u bogatim zapadnim društvima, te se rezultati istraživanja ipak ne mogu generalizovati za sve populacije. Psihološke osobine ljudi dele se u nekoliko grupa: osobine ličnosti, mentalne sposobnosti, psihološki interesi, psihijatrijske bolesti i socijalni stavovi.

Osobine ličnosti podrazumevaju karakteristike kao što su: ekstrovertnost, agresivnost, savesnost, neuroticizam. Genetski uticaj za ove osobine se kreće od 40 do 50%, a heritabilnost je vrlo slična za sve navedene karakteristike ličnosti. Postoje dokazi koji govore u prilog neaktivne genetičke varijanse, što znači da geni za osobine ličnosti deluju na mnogo kompleksniji način. Ekspresija određenog gena zavisiće u određenoj meri od gena sa kojim je u paru na hromozomu ili od gena koji su locirani na drugim hromozomima. Brojne studije su pokazale da se geni koji utiču na osobine ličnosti ne razlikuju između polova, međutim, ponekad se javljaju razlike u koeficijentima heritabilnosti.

Mentalne sposobnosti podrazumevaju inteligenciju. Ljudska inteligencija je kompleksna mentalna sposobnost koja podrazumeva razumevanje, planiranje, rešavanje problema i učenje. Procena inteligencije najčešće se vrši prilikom upisa u školu za izbor profesionalne orijentacije, u kliničke svrhe i prilikom selekcije kandidata za posao. Mera inteligencije koja se koristi u profesionalne svrhe je "koeficijent inteligencije" ili IQ. Ovaj test se u početku koristio kod dece i predstavljao je odnos godina deteta u kom ono dostiže intelektualne sposobnosti koje su svojstvene njegovom uzrastu. Kod odraslih osoba koriste se posebni testovi i normativne tablice da bi se dobili rezultati distribucije IQ, čija prosečna

vrednost za određeni uzrast iznosi 100, a standardna devijacija 15 ili 16. Prilikom upotrebe testova inteligencije i kasnije njihove interpretacije, mora se voditi računa da oni budu standardizovani za populaciju kojoj pripada osoba kojoj se meri inteligencija. Studije porodica i blizanaca su utvrdile da je ova karakteristika čoveka značajno uslovljena genetičkim faktorima. Tokom ranih uzrasta, zajednički uticaj spoljašnjih faktora ima dominantan uticaj na IQ, ali postepeno sa godinama, raste uticaj genetskih faktora, a opada uticaj sredine. Ovo je potvrđeno i u studijama usvojene dece koja su takođe pokazala rastući uticaj genetskih faktora na IQ sa godinama života i opadajući uticaj spoljašnjih činilaca. Nisu utvrđene polne razlike za IQ ni u jednom uzrastu.

Psihološki interesi mogu biti realistični, istraživački, umetnički, društveni, preduzetnički, konvencionalni. Heritabilnost za ove karakteristike koje se često nazivaju stručnim ili profesionalnim interesovanjima u proseku iznosi 0,36. Kao i za osobine ličnosti, postoje dokazi o neaditivnom genetskom uticaju.

Psihijatrijske bolesti od kojih je shizofrenija najčešće proučavana, ukazuju na veoma visok, većinom aditivan, uticaj genetskih faktora na njeno ispoljavanje (heritabilnost se kreće oko 0,80). Nisu utvrđene polne razlike u heritabilnosti za shizofreniju. Depresija je manje heritabilna (oko 0,40) u odnosu na shizofreniju. Napadi panike, anksioznost i fobije su umereno nasledni, dok se naslednost za alkoholizam kreće od 0,50 do 0,60.

Socijalni stavovi, između ostalih, mogu biti konzervativni, desničarsko autoritarni, religiozni. Konzervativizam je u visokoj korelaciji sa desničarskim autoritarizmom, a ove osobine su takođe umereno nasledne. Religioznost je veoma malo nasledna, ali je pod značajnim uticajem spoljašnjih faktora, kao i članstvo u specifičnim verskim organizacijama.

4.5. Kvalitativne osobine

Kvalitativne karakteristike spadaju u diskretne kategorije, što znači da se svojstvo može tačno svrstati u određenu grupu. Čovek može posedovati ili ne posedovati datu osobinu. Kvalitativna svojstva imaju dve ili više fenotipskih varijanti, a više osoba međusobno mogu da se razlikuju po ispoljenom obliku (alternativi) svojstva, (npr. krvna grupa A ili B). Najčešće kvalitativne osobine koje se ispituju kod čoveka su: ABO sistem krvnih grupa, Rh sistem krvnih grupa, zgrušavanje krvi, oblik eritrocita, sekrecija ABO(H) antigena, osetljivost na gorak ukus PTC, osetljivost čula mirisa na kalijum-cijanid (KCN), viđenje crvene i zelene boje, dioptrija, telesna dlakavost, dlakavost srednje falange prsta, forma kose, dužina trepavica, forma ušne resice, oblik nosa, širina nozdrva, punoća usana, forma gornje usne, savijanje jezika, prisustvo rupice na bradi, broj prstiju, digitalni indeks, dužina prstiju, savitljivost distalnog zgloba palca, dužina noktiju.

Ove karakteristike čoveka su pod kontrolom jednog ili najčešće nekoliko pari alela. Geni su jakog pojedinačnog efekta, a faktori spoljašnje sredine imaju mnogo manji uticaj na njihovo formiranje nego u slučaju kvantitativnih osobina.

4.5.1. Primeri nekih kvalitativnih karakteristika čoveka

Oblik ušne resice: Ušna školjka (auricula) je izgrađena od kože i hrskavice, osim u donjem delu koji je građen iz vezivnog tkiva i naziva se ušna resica (*lobulus auriculae*). Ušna resica predstavlja završetak ušne školjke, a razlikuju se dva osnovna fenotipa: slobodan i srastao (Slika 58). Takođe postoje i intermedijerni oblici. Oblik ušne resice se nasleđuje, ali je najverovatnije da na ovu karakteristiku utiče nekoliko gena. Dosadašnja istraživanja su ukazala, da ušnu resicu ne bi trebalo kategorizovati samo u dve kategorije, s obzirom da je primećena kontinualna varijacija u ovoj osobini. Porodične studije su ukazale da za ovu osobinu ne odgovara potpuno jednostavan model jedan lokus sa dva alela.



Slika 58. Tipovi ušne resice: slobodna i srasla

Na ušnoj resici, kod nekih ljudi, mogu da se jave dijagonalne brazde, koje se javljaju na oba uva (Slika 59). Nazvane su Frankova brazda, po naučniku koji je prvi otkrio ovu karakteristiku čoveka (Frank, 1973). Osobe koje poseduju ove brazde, karakterišu se slabijom



Slika 59. Frankova brazda

prokrvljenošću ušiju, što uzrokuje gubitak elastičnosti kože i vidljive nabore. Dijagnostička sredstva u medicini stalno napreduju, međutim, pojedini fizički znaci na čoveku su često indikatori bolesti. Neka istraživanja su utvrdila povezanost Frankove brazde sa kardiovaskularnim bolestima, kao što su koronarna bolest srca, cerebrovaskularne i periferne arterijske opstruktivne bolesti (Qamar et al., 2014; Rodriguez-Lopez et al., 2015; Sharma et al., 2016; Contou et al., 2017; Nazzal et al., 2017). Ova istraživanja ukazuju da brazde na ušima mogu predstavljati klasičan signal povećanog rizika ishemične moždane kapi. Međutim, tačan mehanizam povezanosti

Frankove brazde sa ozbiljnošću, težinom i prevalencijom ovih bolesti, do danas nije utvrđen. Nauka još uvek nema dovoljno podataka da objasni da li je Frankova brazda stvarno povezana sa ovim bolestima ili je samo običan znak procesa starenja.

Savijanje jezika: Pod ovim svojstvom se podrazumeva sposobnost savijanja ivica jezika prema nepcu palatinalno, tako da jezik dobija izgled žleba ili trube i savijanje vrha jezika prema gore tj. nepcu. Sve osobe koje mogu da savijaju jezik označavaju se kao “savijači” a one



Slika 60. Sposobnost savijanja jezika: savijač i ne savijač

koje to ne mogu kao “nesavijači” (Slika 60). Za ovu karakteristiku čoveka se ranije mislilo da predstavlja monogensku osobinu i da je savijanje jezika pod uticajem dominantnog, a nesavijanje pod uticajem recesivnog alela. Međutim, rezultati današnje nauke ukazuju da je ovakav stav pogrešan. Savijanje jezika nije jednostavan genetski karakter, što dokazuje primer porodičnih studija i jednojajčanih blizanaca. Utvrđeno je da se jednojajčani blizanci mogu razlikovati u ovoj osobini, te jedan može imati sposobnost savijanja jezika, a da drugi blizanac nema tu sposobnost. Takođe, neki ispitanici koji nisu savijali jezik vežbanjem su sticali tu sposobnost. Neki naučnici smatraju da se savijanje jezika može naučiti ako postoji genetička predispozicija za to. Nalazi ukazuju da ova osobina ne predstavlja čist genetski karakter, a uslovljena je dejstvom kako genetskih, tako i spoljašnjih činilaca.

Dlakavost srednje digitalne falange: Kao što je slučaj sa ostalim delovima tela i falange na ruci takođe pokazuju isti evolucionni trend, odnosno smanjenje dlakavosti. Dok su čovekovi preci imali dlake na svim prstima, kod čoveka, na distalnom delu falange skoro uopšte nema dlaka; na proksimalnom delu falange skoro uvek ima dlaka, a povremeno se nalaze i na srednjem članku prsta (Slika 61). Poznato je da je prisustvo dlaka na srednjoj falangi genetički kontrolisano svojstvo, ali se još uvek ne zna dovoljno o načinu nasleđivanja, mada



Slika 61. Dlakavost srednje digitalne falange

neki autori smatraju da je odsustvo dlaka autozomno recesivno svojstvo, determinisano sa najmanje pet alelnih gena (Bernstein, 1949). Naučnici su bili zainteresovani da utvrde razlike u ovoj karakteristici među etničkim grupama, te je ova osobina čoveka ispitivana u različitim regionima sveta. Ispitivanja su utvrdila da se frekvencija osoba bez dlaka na srednjoj digitalnoj falangi kreće u rasponu od 22-90%. Ovaj karakter je potpuno odsutan kod Eskima, najmanje je prisutan u Africi, a najviše među belcima.

Digitalni indeks: Digitalni indeks predstavlja odnos dužine kažiprsta tj. drugog prsta (2D) i domalog tj. četvrtog prsta (4D) desne šake (Slika 62). Postoje tri alternativna fenotipa: $2 > 4$, $2 = 4$ i $2 < 4$. Kod muškaraca je češće 4 . duži od 2 . prsta. a kod žena je obrnuto. Ova razlika u dužini prstiju se označava kao digitalni indeks (2D:4D). Ako je 4D duži u odnosu na 2D, smatra se da je digitalni indeks 2D:4D nizak. Suprotno, duži 2D u odnosu na 4D označava visok digitalni indeks.



Slika 62. Procena digitalnog indeksa

Tokom 20. veka, naučnici su utvrdili ovu razliku između muškaraca i žena, međutim sve do osamdesetih godina 20. veka nije se znalo šta je uzrok tome. Wilson (1983) je prvi postavio hipotezu da je digitalni indeks određen prenatalnom izloženošću polnim hormonima. To znači da nizak 2D:4D indeks odražava da je embrion bio izložen visokim dozama testosterona, dok visok 2D:4D indeks ukazuje da je u prenatalnoj sredini bilo manje testosterona. Sve do 2011. godine nauka nije direktno pokazala da prenatalna izloženost testosteronu određuje 2D:4D indeks. Naučnici koji su se bavili problemima razvojne biologije Zheng i Cohn (2011) izvršili su eksperiment na fetalnim miševima, kod kojih su

kontrolisali količinu testosterona kojom su bili izloženi u materici. Uočili su da nije samo količina fetalnog testosterona odlučujuća za 2D:4D indeks, već više balans između estrogena i progesterona. Miševi koji su bili izloženi većim koncentracijama testosterona, odnosno niskim koncentracijama estrogena, imali su 2D:4D indeks koji je više karakterističan za muški pol (nizak 2D:4D). Suprotno, miševi koji su bili izloženi većim koncentracijama estrogena, a niskim testosterona, imali su 2D:4D koji je više karakterističan za ženski pol (visok 2D:4D). Naučnici su pretpostavili da ono što važi za miševe može da se primeni i kod čoveka, a to je da prenatalna izloženost mešavini testosterona i estrogena determiniše fenotip za 2D:4D. To znači da što je niži 2D:4D indeks fetus je bio izložen većim koncentracijama testosterona a manjim estrogena i obrnuto. Nauka još uvek nije tačno utvrdila šta uzrokuje ovakve promene u nivou polnih hormona u materici. Najverovatnije je da utiče genetika, kako majke tako i fetusa, a takođe i neki spoljašnji faktori kao što je konzumiranje duvana (Smith et al., 2003), alkohola (Westney et al., 1991), od strane majke. Takođe i neke hemijske materije iz spoljašnje sredine, kojima je majka izložena, mogu "imitirati" estrogen, a one se nalaze gotovo svuda (plastika, šamponi, kozmetika). Do danas su brojna istraživanja ukazala da je odnos 2D:4D u korelaciji sa raznim polno uslovljenim razlikama u fiziologiji i ponašanju muškaraca i žena (Moskowitz et al., 2015; Sorokowski et al., 2012; Stentstrom et al., 2011), sklonosti agresiji (Bailey i Hurd, 2005) i izboru predmeta studiranja (Kainz et al., 2018). Takođe je utvrđeno da je ova osobina povezana sa polno i hormonski povezanim karakteristikama kao što su sposobnosti vezane za sport, podložnost bolestima, atraktivnost i seksualnost (Paul i sar. 2006).

Sposobnost osećaja gorkog ukusa (PTC–test): Feniltiokarbamid ili PTC je supstanca koja se u antropologiji koristi za ispitivanje mogućnosti osećaja gorkog ukusa. PTC je otkrio Arthur Fox 1931. godine uočivši da ona samo kod nekih ljudi izaziva osećaj gorkog ukusa. Osetljivost na feniltiokarbamid je genetska karakteristika, koja se pored krvnih grupa, najviše istraživala kod ljudi u celom svetu. Iako se feniltiokarbamid ne nalazi u prirodi, sposobnost da se oseti je u visokoj korelaciji sa sposobnošću da se osete druge gorke materije koje se nalaze u prirodi, od kojih su mnoge toksične. Sposobnost da se prepoznaju gorki ukusi, najverovatnije se razvila kao mehanizam koji je sprečavao drevne ljude da pojedju otrovne biljke. Ljudi mogu ili ne mogu da osete gorak ukus feniltiokarbamida u vodenim rastvorima i mogu se razlikovati

dva fenotipa: “osetljivi” i “neosetljivi”. Neosetljivost individue uslovljena je recesivnim autozomalnim alelima, dok osetljive osobe mogu biti heterozigotne ili dominantni homozigoti. Smatra se da je za nasleđivanje ove osobine odgovoran gen TAS2R38 koji je otkriven 2003. godine (Drayno, 2005). Postoje dve najčešće alelne varijante PTC gena i nekoliko retkih formi. Različite varijante ovih gena određuju koliko je PTC gorak nekoj osobi i da li ta osoba uopšte oseća gorko. Testiranje osetljivosti na PTC je veoma značajno u populaciono genetičkim istraživanjima i služi kao genetički marker za određivanje antropološke strukture određene populacije. Varijacije u osetljivosti na PTC možda su povezane sa varijacijama u prehranbenim navikama tokom istorije čoveka, kao i sa osetljivošću na bolesti koje su povezane sa ishranom u modernim populacijama. Istraživanja su vršena u različitim delovima sveta i utvrđene su frekvencije neosetljivih osoba za PTC kod različitih populacija (Guo i Reed, 2001). Frekvencija alela za neosetljivost na PTC varira oko 50%. Kod australijskih Aboridžina skoro 50% osoba ne oseća PTC, kod Evropljana frekvencija neosetljivih je 27,9%, a kod belaca u severnoj Americi 26,5%. U severnom delu Republike Srbije (Vojvodina), frekvencija neosetljivih osoba je oko 22%. Najniže frekvencije su kod afričkih, azijskih populacija i starosedelaca u Americi (10-16%). Zašto se ova osobina održala u humanim populacijama nije poznato, ali neke studije sugerišu da ovaj polimorfizam može uticati na selekciju hrane, nutritivni status, metabolizam štitne žlezde i konzumiranje gorkih pića kao što su kafa ili alkohol. Pored značaja u genetičkim i antropološkim istraživanjima osetljivost na PTC je značajna i u selekciji hrane, što može uticati na metabolizam i fiziologiju neke osobe. Pokazano je da osetljivost na PTC može biti povezana sa nekim bolestima kao što su dijabetes, poremećaj tiroidne žlezde, gastrointestinalni poremećaji i neke infektivne bolesti.

Sposobnost razlikovanja boja: Sposobnost razlikovanja boja je genetski uslovljena. Međutim, pojedini defekti u razlikovanju boja mogu biti stečeni tokom života kao rezultat fizičkih ili hemijskih oštećenja oka, vidnog nerva ili delova mozga. Viđenje boja kod osobe sa normalnim vidom je uslovljeno sintezom mnogobrojnih boja koje se opažaju, odnosno tri osnovne boje – crvene, zelene i plave. Nedostatak receptora i fotohemijskih posrednika u čulu vida dovodi do poremećaja u viđenju boja koje se nazivaju dishromatopsije. Čepići i štapići su dve vrste receptora, koje sadrži ljudsko oko. Štapići su brojniji i gusto raspoređeni po periferiji očnog dna. Oni detektuju pokret i slabu svetlost pa su zaslužni za vid u noćnim uslovima. Čepići su gusto koncentrisani u centru očnog dna i detektuju fine detalje i boje. Ljudi poseduju tri vrste čepića (S, M i L) koji detektuju svetlost samo jednog dela svetlosnog spektra – plavog, zelenog ili crvenog, zbog čega se kaže da je vid trihromatski. Odsustvo ili slabo funkcionisanje samo jedne vrste čepića, dovodi do onemogućavanja (dihromazije) ili otežanog razlikovanja jedne boje. Defektno viđenje boja obuhvata tri kategorije: anomalni trihromati – osobe koje imaju smanjenu sposobnost viđenja crvene, zelene i plave boje; dihromati – osobe slepe za jednu od tri spomenute boje; monohromati su osobe totalno slepe za boje tj. raspoznaju samo crno i belo. Dve najčešće kategorije nerazlikovanja boja su protan i deutan tip. Protan defekt karakteriše se odsustvom ili anomalijom funkcije L-čepića, dok se deutan defekt karakteriše odsustvom ili anomalijom M-čepića.

Osobe koje imaju protan defekt, čisto crvenu boju vide kao crnu, a takođe imaju poteškoća da razlikuju između plavih i zelenih nijansi, kao i crvenih i zelenih. Ljubičastu boju ne razlikuju od plave. Protan defekt se ispoljava kao apsolutno slepilo za crvenu boju

(protanopija) ili parcijalno nerazlikovanje ove boje (protanomalija). Deutan poremećaj je najčešći. Osobe sa ovakvim poremećajem imaju teškoća da razlikuju crvenu i zelenu boju, ali takođe i sivu, ljubičastu i zelenkastoplavo-zelenu nijansu. Deutan poremećaji se takođe javljaju kao apsolutno nerazlikovanje zelene (deutanopija) ili parcijalna disfunkcija (deutanomalija). Svi fenotipovi defektnog viđenja crvene i zelene boje nazvani su daltonizam po fizičaru Johnu Daltonu koji je i sam imao ovakav tip poremećaja. Tritanopija je nemogućnost viđenja plave boje. Plave nijanse izgledaju kao zelenkaste, žuta i narandžasta kao rozikaste, a ljubičasta kao crvena.

Danas se zna da je uzročnik protan i deutan poremećaja recesivan gen koji se nalazi na X polnom hromozomu. Zbog ovakvog načina nasleđivanja ovi poremećaji se mnogo češće javljaju kod muškaraca (8%) nego žena (0,4%). Žene su najčešće prenosioci, ali fenotipski normalne, dok muškarci nosioci recesivnog gena imaju poremećaj. Gen za plavi pigment nalazi se na autozomalnom hromozomu broj 7, te se tritanopija ispoljava u podjednakom procentu kod oba pola. Neka istraživanja su ukazala da ljudi sa određenim tipovima nerazlikovanja boja, mogu bolje videti neke detalje, od ljudi sa normalnim vidom. To bi možda moglo objasniti evolucionni razlog za održavanje relativno visoke prevalencije nerazlikovanja crveno-zelene boje.



Slika 63. Išiharina tablica

Istraživanja u svetu su ukazala na značajne varijacije u prevalenciji muškaraca koji imaju defekt viđenja crvenog i zelenog spektra: Libija 2,2%, Saudijska Arabija 2,9%, Nepal 3,9%, Singapur 5,3%, Tajland 5,6%, Koreja 5,9%, Turska 7,3%, Iran 8,1%, Jordan 8,7%, istočna Indija 8,7%. U Evropi prevalencija kod muškog pola iznosi u proseku oko 8,51%. U Republici Srbiji oko 7,4% muškaraca ima ovaj poremećaj, dok je u Vojvodini ovaj poremećaj detektovan kod 5,95% muškaraca i 0,20% žena. Kao i u drugim sličnim istraživanjima u svetu, u našoj zemlji deutanopija je češće zastupljena (3,61%) u odnosu na protanopiju (0,66%).

Testiranje sposobnosti razlikovanja boja, najčešće se vrši pomoću Išiharinog (*Ishikara*) testa (Slika 63). Test se sastoji od 14 tablica na kojima se nalaze brojevi sastavljeni od raznobojnih tačaka na podlozi druge boje (poentilistički crteži-obojeni kružići). Testiranje se zasniva na mogućnosti ispitanika da razlikuje različite boje i stepen kontrasta među bojama.

4.5.2. Primeri nekih fizioloških karakteristika čoveka

Vitalni kapacitet pluća: Zbog povezanosti sa drugim morfološkim dimenzijama vitalni kapacitet može biti pokazatelj telesne konstitucije, a zbog visoke korelacije sa maksimalnim unosom kiseonika može biti i mera funkcionalnih sposobnosti. Zbog toga je određivanje vitalnog kapaciteta metoda koja se danas često koristi u antropološkim istraživanjima kao dobar indikator za ocenu sposobnosti, uslova života, fizičke spremnosti, zdravstvenog stanja pojedinca i populacija.

Pojam respiracija označava izmenu vazduha između atmosfere i pluća, odnosno plućnih alveola, pri čemu se ćelije snabdevaju kiseonikom, a oslobađa se ugljen-dioksid. Funkcionalna sposobnost respiratornog sistema je jedan od osnovnih pokazatelja koji ukazuje na zdravstveno stanje, fizičku sposobnost i spremnost organizma čoveka. Procena respiratorne sposobnosti najčešće se određuje preko vitalnog kapaciteta pluća. On predstavlja zapreminu vazduha izdahnutog iz pluća maksimalnim izdahom kome je prethodio maksimalni udah. Zapremina volumena i kapacitet pluća pri jednoj respiraciji određuje se spirometrijom. Spirometrijom se mere:

Respiratorni volumen – RV, predstavlja količinu vazduha koja se udahne ili izdahne prilikom jedne uobičajene inspiracije, odnosno ekspiracije. Iznosi oko 500 ml.

Inspiratorni rezervni volumen – IRV, količina je vazduha koja se nakon uobičajene inspiracije još može udahnuti u pluća. Vrednost ovog volumena iznosi oko 3000 ml.

Ekspiratorni rezervni volumen – ERV, količina je vazduha koja se nakon uobičajene ekspiracije još voljnom ekspiracijom može izbaciti iz pluća i iznosi oko 1100 ml.

Vitalni kapacitet – VC, zapremina je vazduha izdahnuta iz pluća, maksimalnom ekspiracijom, kojoj je prethodila maksimalna inspiracija. Vitalni kapacitet kod mladog odraslog muškarca u proseku iznosi oko 4600 ml, a kod žena oko 3200 ml, mada ove vrednosti značajno mogu varirati od osobe do osobe.

U plućima stalno ostaje oko 1200 ml vazduha koji se najsnažnijim izdisanjem ne može izbaciti i to je rezidualni volumen – RV. On omogućava stalan i neprekidan kontakt krvi sa vazduhom. Rezidualni volumen i vitalni kapacitet čine totalni kapacitet pluća.

Često se sprovodi i dinamičko merenje vitalnog kapaciteta, kojim se određuje brzina izdisanja vazduha. Npr. forsirani vitalni kapacitet (FVC), pri kojem se vazduh izdiše što brže i što jače, zatim maksimalna količina vazduha koja se može izdahnuti u prvoj sekundi (FEV_1). Ova dva parametra se smatraju važnim prediktorima morbiditeta i smrtnosti kod starijih osoba.

Najvažniji činioci koji utiču na vrednosti volumena pluća su pol, starost i visina tela. Plućni volumeni su manji kod žena za oko 25% nego kod muškaraca. Visina tela je u linearnoj pozitivnoj korelaciji sa parametrima funkcije pluća, a takođe i površinom tela (vitalni kapacitet je proporcionalan površini tela). Koeficijent korelacije između visine tela i vitalnog kapaciteta je značajan i iznosi 0,515 kod muškaraca i 0,443 kod žena. Vrednosti plućnih volumena rastu od rođenja do 25. godine, zatim uglavnom ostaju nepromenjene 5-10 godina, a u kasnijem odraslom dobu počinje smanjenje njihovih vrednosti. Populacione studije su ukazale da funkcija pluća prati adolescentski zamah rasta i zatim ostaje stabilna sve do četrdesete godine

(Tabela 3). U proseku, kod Evropljana vitalni kapacitet se smanjuje za 24 ml/godini nakon četrdesete godine. Pored pola, starosti i visine tela, na vrednosti vitalnog kapaciteta utiču brojni drugi faktori kao što su: konstitucija, utreniranost, socioekonomsko stanje, klima, mesto stanovanja, način života i rada, ishrana, fizički razvoj i zdravstveno stanje. Slabljenje funkcije pluća nastaje kao rezultat konzumiranja cigareta, izloženosti zagađivačima, nehranjenosti, bolesti (upala pluća, hipertenzija, gojaznost). Novija istraživanja usmerena su na istraživanje funkcije pluća kao značajnog prediktora za dijabetes tipa 2, intoleranciju na glukozu i šećernu bolest. Takođe se proučava povezanost obima struka, mase tela, telesne kompozicije i mišićne snage sa funkcionalnošću respiratornog sistema.

Tabela 3. Prosečne vrednosti vitalnog kapaciteta pluća kod muškaraca i žena različite starosti

Uzrasne grupe					
	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	> 60
Muškarci					
N	473	468	531	407	82
X	3578.01	3538.78	3259.32	2811.79	2281.71
SD	659.31	627.87	650.58	620.75	708.35
F = 1.369 p = .000					
Žene					
N	444	614	846	563	57
X	2207.88	2238.27	1962.88	1695.03	1417.54
SD	507.82	503.71	472.50	437.78	463.34
F = 1.301 p = .000					

Krvni pritisak: Krvni pritisak je sila kojom krv deluje na jedinicu površine nekog krvnog suda. Predstavlja jedan od osnovnih pokazatelja koji ukazuje na zdravstveno stanje čoveka. S toga je njegovo određivanje ne samo integralni deo opšteg medicinskog pregleda već i nezamenljiva metoda u populacionim istraživanjima. Merenje krvnog pritiska je jednostavna metoda, bezbolna, brza i ne iziskuje materijalne troškove (Slika 64). Predstavlja kvantitativnu veoma promenljivu varijablu koja u populacionim studijama ima normalnu raspodelu. Niz faktora može da promeni nivo krvnog pritiska od emotivnih do fizičko- hemijskih i organskih. Može se određivati u stanju mirovanja i pri izvršenju vežbi opterećenja i pri fizičkom radu.

Krvni pritisak može biti arterijski i venski. Najveću vrednost ima u sudovima koji su najbliži srcu i tu se najčešće i vrši rutinsko merenje. Arterijski pritisak ima oscilatorni karakter,



Slika 64. Digitalni instrument za merenje krvnog pritiska

odnosno na jednom mestu mere se gornje i donje vrednosti koje su nastale kao posledica ritmične kontrakcije srca. Sistolni pritisak predstavlja pritisak na zid arterije koji stvara srce u fazi kontrakcije komora (sistole), a dijastolni pritisak je pritisak meren u fazi relaksacije, odnosno između dve kontrakcije. Arterijski pritisak kod zdravih osoba oscilira između sistolnog nivoa od 120 mmHg i dijastolnog nivoa od 80 mmHg. Gornja granica arterijskog krvnog pritiska iznosi oko 140/90. Vrednosti iznad toga predstavljaju hipertenziju. Vrednosti između 120/80 mmHg i 139/89 mmHg danas se klasifikuju kao prehipertenzija. Visok krvni pritisak se smatra

„tihim ubicom”, zato što izaziva oštećenja očiju, bubrega, mozga, čije posledice mogu biti fatalne.

Rezultati novijeg istraživanja zdravlja stanovništva Srbije iz 2013. godine ukazuju na blagi porast učestalosti arterijske hipertenzije u opštoj populaciji koja iznosi 47,5%. Prevalencija je u značajnoj korelaciji sa godinama, te je u kategoriji 45-54 godina učestalost hipertenzije 48,3%, dok se za ispitanike starosti 55 i više godina povećava na 69,8%. U Vojvodini 65,6% stanovnika starijih od 45 godina, ima povišen krvni pritisak.

Smatra se da su najvažniji faktori, koji doprinose rastućoj prevalenciji arterijske hipertenzije, starenje populacije kao i sve veća učestalost faktora rizika vezanih za način života kao što su pušenje, prekomerna upotreba alkohola, nedovoljna fizička aktivnost, nepravilna ishrana (ishrana siromašna voćem i povrćem, velike energetske gustine, bogata solju), gojaznost i izloženost hroničnom stresu. Istraživanja u porodicama i na blizancima utvrdila su izraženost nasledne komponente hipertenzije. Prema rezultatima ovih studija u proseku se oko 30% variranja krvnog pritiska može pripisati genetskim faktorima, a ove vrednosti se kreću od 25% u studijama porekla do 65% u studijama blizanaca. Dokazi iz porodičnih istraživanja pokazuju umereno naslednu komponentu krvnog pritiska.

4.5.3. Genetski markeri humanih varijacija

Genetski markeri označavaju gene čiji je način nasleđivanja poznat i dokumentovan. Antropolozi koriste genetičke markere u genealoškim (rodoslovnim) istraživanjima, putem analize DNK, u cilju utvrđivanja genetičke udaljenosti između pojedinih osoba ili populacija. Glavne kategorije humanih markera su: polimorfizam krvnih grupa, serum proteini i varijante enzima. Međutim, postoje i neki drugi često istraživani genetski markeri čoveka, kao što su geni za tip cerumena, geni za cističnu fibrozu, gen za PTC i dr.

Krvne grupe

Prema podacima Međunarodnog udruženja transfuziologa, tip krvne grupe određuje čak 30 različitih antigena na membranama eritrocita. Antigeni su proteini ili ugljeni hidrati koji se vezuju za proteine i lipide na membranama eritrocita. Sintezu ovih antigena kontroliše jedan gen ili više blisko vezanih gena. Antigen dobija status krvne grupe kada se dokaže da je genetski drugačiji od ostalih. Poznato je 22 sistema krvnih grupa, među kojima ABO, Rh i Kelly sadrže antigene koji izazivaju najteže oblike imunološke reakcije.

ABO sistem: Proučavanje varijabilnosti genetskih karakteristika čoveka započinje početkom 20. veka sa otkrićem ABO krvnih grupa od strane Landsteiner (1901). Način nasleđivanja ABO krvnih grupa je kasnije utvrdio Bernstein (1924). Krvne grupe podrazumevaju dva tipa molekula koji se zovu antigeni i antitela.

Tri alela A, B i O, koji se nalaze na hromozomu 9, odgovorni su za četiri fenotipa: A, B, AB, O. Ovi aleli određuju prisustvo ili odsustvo antigena na površini eritrocita, što određuje krvnu grupu. Aleli A i B su međusobno kodominantni, a dominantni nad alelom O. Ako je osoba A krvne grupe, na eritrocitima se nalazi antigen A. Ovaj molekul ne predstavlja antigen za tu osobu, mada može biti antigen za osobu koja nije krvne grupe A. U plazmi se nalaze

antitela na antigene koji nisu prisutni na eritrocitima date osobe. Ova antitela se nazivaju anti-A i anti-B. Krvna grupa A će imati anti-B, a ne anti-A antitela u plazmi. Ako su u plazmi prisutna antitela A, doći će do aglutinacije ili slepljivanja eritrocita. Aglutinacija eritrocita može da dovede do prestanka cirkulacije u malim krvnim sudovima, a to dovodi do oštećenja organa. Takođe dovodi i do hemolize, što može da dovede do smrti. Antigeni ABO sistema se formiraju rano u fetalnom periodu, međutim na rođenju oni još nisu potpuno formirani i broj antigenskih mesta je manji nego kod odrasle osobe. Na osnovu rasprostranjenosti krvnih grupa u svetu, mogu se jasno utvrditi putevi istorijskih migracija stanovništva. Krvna grupa A je najprisutnija u Evropi. Nulta krvna grupa je veoma zastupljena u Južnoj i Centralnoj Americi i kod australijskih Aboridžina. Krvna grupa B je najprisutnija u Aziji, dok je grupa AB najčešća u Japanu, nekim delovima Kine i Koreje.

RH sistem: Landsteiner sa svojim učenikom Wienerom je 1940. godine otkrio krvnu grupu rezus. Naziv je dobila zbog prisustva Rh antigena u eritrocitima majmuna *Macacus rhesus*. Nasleđivanje rezus faktora se odigrava po Mendelovim zakonima. Aleli za ovaj sistem su C, D i E, a nalaze se na hromozomu 1 u tri blisko vezana lokusa. Najvažniju ulogu ima gen D, koji daje informaciju za stvaranje specifičnog antigena na površini eritrocita. Većina populacije (oko 85%) ima ovaj antigen u crvenim krvnim zrnima i Rh pozitivni su. Manji broj ljudi (oko 15%) nema ovaj antigen i oni su Rh-. Osobe Rh- normalno nemaju antitela za Rh faktor, ali mogu da ih stvore ukoliko su izložene Rh faktoru. Za vreme trudnoće ako je žena Rh-, a otac Rh+, dete može da bude Rh+. Rh+ eritrociti mogu početi da prolaze kroz placentu u majčin kardiovaskularni sistem, pošto se placentalno tkivo normalno raspada pre i tokom porođaja. Prisutvo ovih Rh antigena uzrokuje da majka produkuje anti- Rh antitela. U ovoj ili sledećoj trudnoći sa Rh+ detetom antitela koja je proizvela majka mogu da prođu kroz placentu i unište detetove eritrocite. Ovo se zove fetalna eritroblastoz, a hemoliza se nastavlja i po rođenju deteta. Ovaj problem se rešava davanjem veštačkih antitela Rh- majci, koja odmah uništavaju detetove eritrocite koji su ušli u majčinu cirkulaciju. Ovim se sprečava da majčin imuni sistem proizvede antitela, kojima bi tokom naredne trudnoće uništio detetove Rh+ eritrocite. Preparat veštačkih antitela koji se daju majci zove se *Rh immune globulin* (RhIG) ili *Rhogam*. Utvrđena je frekvencija Rh-osoba kod raznih etničkih grupa ljudi. U Evropi u proseku 15% osoba je Rh-, dok je u Kanadi (4,9%), Hongkongu (<1,5%), i Južnoj Koreji (<0,35%) procenat značajno niži.

MN sistem: Aleli za ovaj krvno grupni sistem su M i N, nalaze se na hromozomu broj 4 i odgovorni su za stvaranje specifičnih antigena. Kod sistema MN, postoje dva antigena koji se nazivaju M i N. Ubrizgani zečevima svaki od ovih antigena uslovljava stvaranje specifičnih antitela. Razlikuju se tri kategorije osoba prema vrstama antigena: M, N, MN. Svaki od ovih antigena je pod kontrolom jednog alela. Homozigoti odgovaraju krvnim grupama M i N, a heterozigoti krvnoj grupi MN.

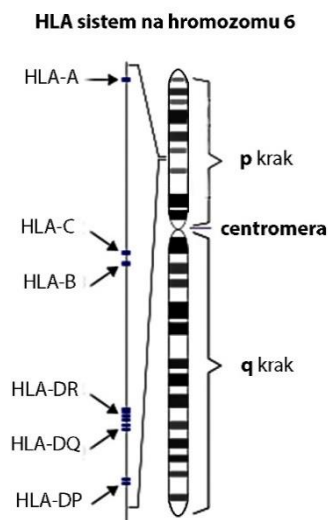
Duffy sistem: *Duffy* antigen je glikoprotein koji se označava kao Fy (FY), a naziv je dobio prema imenu osobe u kojoj je otkriven. Određuje krvni sistem *Duffy* koji se označava simbolom Fy. Polimorfizam gena Fy određuje *Duffy* krvne grupe. Gen Fy (na hromozomu 1) ima četiri kodominantna alela od kojih su dva glavna alela Fy^a i Fy^b. Osobe bez jednog ili oba antigena Fy imaju u plazmi IgG antitela koja su usmerena protiv antigena koji ta osoba ne

poseduje. Anti-Fy-a i anti-Fy-b antitela mogu izazvati imunološku reakciju koja varira od blage do teške, kao i blagu hemolitičku bolest novorođenčeta. *Duffy* antigeni, takođe predstavljaju receptorska mesta na eritrocitima za uzročnika malarije *Plasmodium vivax*. Osobe koje ne poseduju antigene Fy^a i Fy^b su otporne na malariju. Zbog toga je fenotip FY(a-b-) redak među belcima, a vrlo čest među zapadnoafričkim crncima (skoro 100%) koji ne obolevaju od malarije.

Kell sistem: Krvna grupa *Kell* određena je sa čak 25 antigena od kojih je najjači antigen K. Kod osoba koje imaju anti-Kell antitela izazivaju snažnu imunološku reakciju i hemolitičku bolest novorođenčeta. Sintezu antigena K kodira gen KEL (na hromozomu 7) koji se u ćelijama nalazi u obliku dva kodominantna alela, K i k. Antigen k češći je od antigena K.

Langereis i Junior sistem: U 2012. godini u časopisu *Nature Genetics*, publikovan je rad u kojem su opisane dve nove krvne grupe pod nazivom *Langereis* (LAN) i *Junior* (JR). Većina ljudi je LAN(+) ili JR(+) s obzirom na to da membrane eritrocita poseduju ova dva proteina. Zbog toga su komplikacije vezane uz ove krvne grupe retke. Međutim, mali procenat ljudi, uglavnom u Japanu, a možda i evropski Romi (koliko je za sada poznato), ne poseduje ove proteine pa imaju LAN(-) i JR(-) krvnu grupu. Ove osobe su izložene većem riziku od komplikacija uzrokovanih transfuzijama nesrodne krvi ili hemolitičkom bolešću fetusa/novorodenčeta. Takođe je utvrđeno da su LAN- i JR-negativne osobe, rezistentne na neke lekove protiv tumora, što ukazuje da bi za svaku osobu, trebalo odrediti LAN i JR krvnu grupu pre nego što joj se odredi vrsta lečenja.

HLA sistem: Antigeni HLA sistema se nalaze na leukocitima, trombocitima i površini drugih ćelija. U najvećem broju su prisutni na limfocitima, a u najmanjem na ćelijama mozga. Antigeni su kodirani blisko vezanim genima regije HLA koja se nalazi na hromozomu broj šest



Slika 65. Regija HLA sistema na hromozomu br. 6

(Slika 65). Taj mali segment hromozoma predstavlja samo 1/1000 ljudskog genoma, ali igra važnu ulogu u imunološkoj reaktivnosti. Antigeni sistema HLA predstavljaju i najveću transplantacijsku barijeru uz ABO sistem. Unutar regije HLA utvrđeno je pet lokusa, a na svakom od njih čitav niz alelomorfnih kodominantnih gena. Svaki od alela određuje strukturu dotičnog antigena na ćelijskoj membrani. Utvrđena je razlika u strukturi antigena HLA-A, B i C lokusa i antigena HLA-D lokusa. Aleli koji se nalaze na jednom hromozomu čine haplotip te osobe. Dva haplotipa HLA po jedan nasleđen od svakog roditelja čine genotip te osobe. Prema tome, geni HLA nasleđuju se kao usko vezani kodominantni geni. Genotip HLA može se promeniti jedino usled crossing overa (rekombinacije) kada se delovi hromozoma u oogenezi ili spermatogenezi razmene. Ako se izračunaju moguće kombinacije alela samo prvog i drugog lokusa, dobiće se više od 45000 mogućih genotipova. Glavna biološka uloga gena HLA je imunološko prepoznavanje antigena tj. virusa, bakterija, gljivica, tumorskih antigena te imunološka reakcija protiv tih antigena. HLA je glavni sistem histokompatibilnosti. U pogledu genetskog sastava HLA regije potpuno identični mogu biti rođena braća (sestre) i sigurno identični blizanci, poluidentični su roditelji i dete. Braća i sestre mogu biti i potpuno različiti u pogledu sastava ovog lokusa. Od sastava ovog regiona zavisi uspeh transplantacije i on opada sa opadanjem podudarnosti u sastavu HLA regiona. Učestalost pojedinih alela u populacijama je vrlo različita. Najveća razlika u učestalosti pojedinih alela postoji između udaljenih etničkih grupa. Postoje čak i takvi aleli koji su isključivo karakteristični za jednu etničku grupu. Na osnovu učestalosti alela HLA može se utvrditi trag neke migracije i mešanja populacija, te je zbog toga ovaj sistem vrlo dobar model u genetskim, antropološkim i demografskim istraživanjima. Multialelni sistem HLA može veoma dobro da posluži za utvrđivanje genetičkih udaljenosti među populacijama. Ako se uporede genske frekvencije HLA u populaciji bivše Jugoslavije s frekvencijama u nekim evropskim populacijama, naći će se dosta podudarnosti ali i nekih odstupanja. Te razlike verovatno su uzrokovane geografskim položajem i istorijskim uticajima susednih populacija.

Hemoglobin: Predstavlja proteinsku strukturu crvenih krvnih zrnaca. Primarna funkcija hemoglobina je da vezuje molekule kiseonika dok je krv u plućima i transportuje kiseonik kroz cirkulatorni sistem gde se on zatim otpušta tokom metaboličkih aktivnosti. Postoji mnogo formi hemoglobina koje mogu da se razdvoje elektroforezom.

Serum proteini: Plazma ili tečni deo krvi sadrži veliki broj različitih varijanti proteina. Većina od njih je polimorfna, a takođe i veoma varijabilna među humanim populacijama.

Albumin čini oko jednu polovinu svih serumskih proteina. Pod kontrolom su gena na hromozomu 4. Glavna funkcija je da vežu i nose druge sastojke seruma kao što su masne kiseline i steroidi, a takođe kontrolišu količinu fluida izvan ćelije.

Imunoglobulin služi kao odbrambeni sistem formirajući antitela protiv bakterija i virusa. Do 1960. godine otkrivene su dve forme globulina IgK i IgG. U različitim regionima humane populacije se razlikuju, verovatno zbog toga što se imuni odgovor adaptivno oblikovao prema specifičnim patogenima. Istraživanja su pokazala da su Gm haplotip, zajedno sa HLA haplotipovima i Duffy krvnom grupom vodeći markeri za antropološka istraživanja.

Haptoglobin vezuje slobodni hemoglobin koji se oslobađa iz razorenih eritrocita. Ovaj kompleks sprečava gubitak hemoglobina iz tela usled ekskrecije. Haptoglobin je polimorfan, a lokus se nalazi na hromozomu broj 16.

Transferin je protein koji vezuje i nosi gvožđe iz creva i predaje ga aktivnim tkivima i ćelijama koje se nalaze u stadijumu deobe. Takođe je polimorfan, a lokus se nalazi na hromozomu 3.

Enzimi: Variranje pojedinih enzima u humanim populacijama daje veoma značajnu bazu za različita antropološka istraživanja. Najveće interesovanje je za one koji imaju najveći klinički značaj tj. odsustvo pojedinih enzima, što je poznato i kao urođena greška metabolizma. Identifikovano je nekoliko biohemijskih markera i njihove varijacije kod različitih humanih populacija. Različite varijante enzima su otkrivene pomoću tehnike elektroforeze. Najvažniji markeri su oni za nedostatak glukoze-6-fosfat dehidrogenaze, heksoaminidaze, laktaze, fenilalanin-hidroksilaze.

Glukoze-6-fosfat dehidrogenaza se nasleđuje multiplim kodominantnim X vezanim alelima. Enzim glukoze-6-fosfat dehidrogenaza se veoma često proučava u antropološkim istraživanjima, jer se pojavljuje u nekoliko varijanti, koje mogu uticati na smanjenu produkciju ili odsustvo enzima. Utvrđeno je da odsustvo ovog enzima može biti povezano sa osetljivošću i otpornošću na malariju. Zbog toga se često javlja u populacijama koje žive u endemskim malaričnim regionima. Enzim se nalazi u celom telu, a njegova funkcija je značajna za održavanje integriteta membrane eritrocita.

Heksoaminidaza se nasleđuje multiplim kodominantnim autozomalnim alelima. Odsustvo ovog enzima može imati veoma teške posledice. Mutirani gen HEXA uzrokuje letalno stanje koje je poznato kao *Tay-Sachs*-ova bolest. Osobe sa ovom mutacijom, u ranom detinjstvu, imaju retardaciju rasta i neurološku degeneraciju i u većini slučajeva umiru pre svog trećeg rođendana. Normalni HEXA gen koji se nalazi na hromozomu broj 15, daje informaciju za sintezu enzima koji katalizuje degradaciju viška gangliozida koji se nalaze u ćelijskim membranama. Mutirani gen uzrokuje da se gangliozidi nagomilavaju u neuronima, što uzrokuje neurodegenerativne poremećaje. Ovo stanje je često kod Aškenazi Jevreja u istočnoj Evropi.

Laktaza se nasleđuje autozomalnim alelima, pri čemu je prisustvo laktaze dominantno u odnosu na njeno odsustvo. Lokus za enzim se nalazi na hromozomu broj 2. Nedostatak ovog enzima nema toliko štetne posledice. Skoro sve bebe proizvode dovoljno ovog enzima tokom perioda rasta, a zatim sledi njegovo opadanje do stadijuma zrelosti. Osobe kojima nedostaje laktaza teško vare mleko i nefermentisane mlečne proizvode i imaju digestivne probleme u

vidu nadimanja i dijareje. Populacione analize su utvrdile, da je nedostatak ovog enzima vrlo redak u onim sredinama koje imaju dugu tradiciju bavljenja mlekarstvom. Enzim laktaza pokazuje primer biokulturne interakcije i ilustruje da genetska predispozicija zahteva pogodne uslove kako bi bila od značaja za organizam.

Fenilalanin hidroksilaza se nasleđuje autozomalnim alelima. Enzim učestvuje u konverziji fenilalanina u tirozin. Odsustvo enzima je urođena greška metabolizma, koja može da dovede do poremećenih mentalnih funkcija i drugih plejotropskih efekata kao što je fenilketonurija. Mutirani alel se nalazi na hromozomu 12. Danas se fenilketonurija lako može dijagnostikovati i često se rutinski testira kod novorođenčadi. Njene štetne posledice se mogu preduprediti određenom dijetom koja počinje u detinjstvu.

Drugi genetski markeri

Cerumen: Cerumen je materija koja se izlučuje u ušnim kanalima čoveka ali i nekih drugih sisara. Njegova funkcija je da pruža zaštitu od mikroorganizama i vode. Kod ljudi postoje dva tipa cerumena koji se različito nasleđuju. Vlažan i lepljiv cerumen (braon boje) se nasleđuje autozomno dominantno, a suvi cerumen (svetlije boje) recesivno. Aleli se nalaze na hromozomu 16. Utvrđena je varijabilnost humanih populacija s obzirom na ovu osobinu. Suvi tip cerumena se najčešće nalazi kod severnih azijskih populacija, dok je vlažan tip zastupljen kod azijskih populacija u tropima, kod Afrikanaca i Evropljana. Pretpostavlja se da ova zastupljenost kod različitih populacija ima veze sa klimatskim faktorima, ali polimorfizam ovog svojstva još uvek nije detaljno proučen.

Cistična fibroza: Nasleđuje se multiplim autozomalnim alelima, pri čemu je alel za cističnu fibrozu recesivan. Cistična fibroza je vrlo teško stanje u kojem je poremećeno normalno funkcionisanje pankreasa, creva i respiratornih organa. Gen za cističnu fibrozu se nalazi na hromozomu 7. Recesivni homozigoti imaju povećani rizik od smrtnosti u dečjem uzrastu, a kao odrasle osobe imaju smanjen fertilitet. Gen je odgovoran za sintezu belančevine koja kontroliše prenos hlora i drugih jona kroz ćelijsku membranu. Kod obolelih se zbog poremećaja prenosa hlora stvara gusta, lepljiva sluz u organima. Danas postoje lekovi kojima se mogu kontrolisati simptomi i napredovanje bolesti.

5. ONTOGENETSKI RAZVOJ ČOVEKA

5.1. Prenatalni razvoj

Pod ontogenezom se podrazumeva individualni razvoj čoveka, koji počinje začecem, a završava se smrću jedinke. Deli se na tri etape: prenatalni, rođenje i postnatalni period. Prenatalno razviće traje od oplodjenja (fertilizacije) do rođenja. Za ovaj period je karakterističan najprogresivniji i najbrži razvoj u odnosu na bilo koji drugi period u životu čoveka. To je dinamičan proces koji predstavlja vreme pripreme za mnoge funkcije koje ljudski organizam obavlja, kao i razvoj osobina i sposobnosti koje su neophodne za preživljavanje nakon rođenja. Da bi došlo do fertilizacije neophodan je proces gametogeneze, koji se dešava u polnim žlezdama kod muškaraca i žena.

5.1.1. Gametogeneza

Gametogeneza predstavlja proces formiranja muških i ženskih reproduktivnih ćelija. To je prva faza ontogenetskog razvića, koja prethodi fertilizaciji. Proces formiranja muških polnih ćelija zove se spermatogeneza, a ženskih oogeneza. Gametogeneza se sastoji iz tri faze: razmnožavanja, rasta i sazrevanja.

Faza razmnožavanja: Iz primordijalnih germinativnih ćelija mitotičkom deobom nastaju specijalne ćelije, *gonije* (spermatogonije kod muškaraca i oogonije kod žena).

Faza rasta: Spermatogonije i oogonije se uvećavaju i diferenciraju u primarne spermatocite i oocite. Ova faza je više izražena kod oogeneze gde se razlikuju dva perioda: previtelogeneza i vitelogeneza. U previtelogenezi ćelije neznatno rastu, sintetišu se nukleinske kiseline i prekursori vitelusa. Vitelogeneza obuhvata period akumulacije energijom bogatih hranljivih materija – vitelusa. Ćelije znatno porastu i diferenciraju se u primarne oocite. U interfazi koja prethodi formiranju primarnih spermatocita i oocita DNK se replicira, čime se količina DNK duplira. Kod čoveka primarne spermatocite i oocite imaju 46 hromozoma, što znači da je u njima istovremeno 92 molekula DNK.

Faza sazrevanja: Ova faza se sastoji iz dve deobe, a ceo proces nosi naziv mejoza. Jedna deoba je redukciona u kojoj se diploidni (2n) smanjuje na haploidni (n) broj hromozoma. Druga deoba je ekvaciona tj. izmenjena mitoza.

Kod muškog pola kao rezultat mejoze I nastaju dve sekundarne spermatocite sa haploidnim (n) brojem hromozoma. Ove ćelije ulaze u II mejotičku deobu, a kao rezultat nastaju spermatide, koje će se procesom spermiogeneze transformisati u spermatozoide.

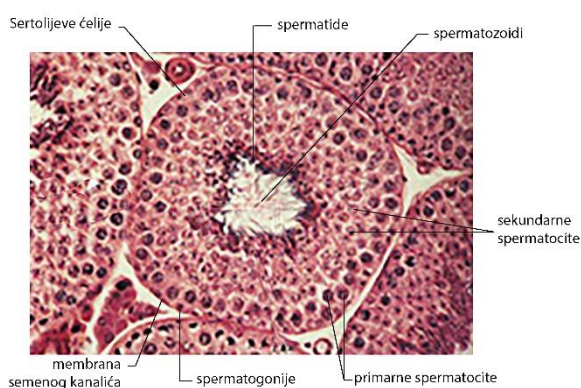
Kod ženskog pola, nakon mejoze I nastaje sekundarna oocita i primarna polocita sa (n) brojem hromozoma. Ove ćelije ulaze u II mejotičku deobu. Od sekundarne oocite nastaje krupna ootida i sitnija sekundarna polocita. Primarna polocita se takođe deli na dve sekundarne polocite, pa je konačan rezultat oogeneze jedna ootida i tri sekundarne polocite. U procesu oplodjenja učestvuje ootida, a sekundarne polocite se resorbuju.

5.1.2. Muški reproduktivni sistem

Organi koji čine reproduktivni sistem muškarca mogu se podeliti na spoljašnje i unutrašnje.

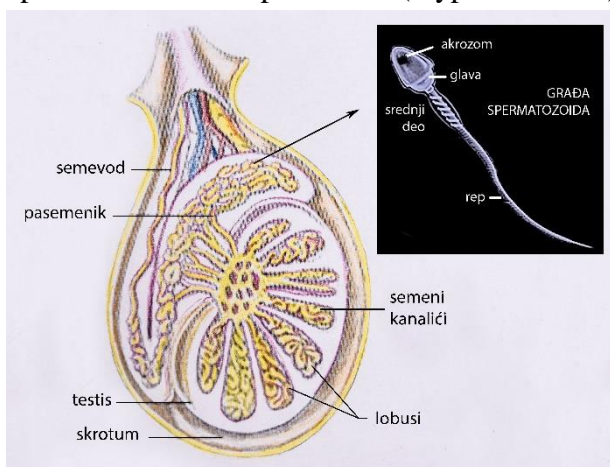
Spoljašnji organi su: polni ud (*penis*), mošnice (*skrotum*) i mokraćna cev (*urethra*).

Unutrašnji organi su semenik (*testis*) žlezda sa spoljašnjim i unutrašnjim lučenjem, kao i ekstratestikularni semeni putevi pasemenik (*epididymis*), semevod (*ductus deferens*) i briznik (*ductus ejaculatorius*). U žlezde pridodate semenim putevima spadaju prostata, semene kesice (*vesiculae seminalis*), bulbouretralne žlezde (*glandulae bulbourethrales*) (Slika 68). Ovi organi učestvuju u proizvodnji sperme, muških gameta – spermatozoida i drugih komponenata semene tečnosti. Deoba spermatogonija i diferencijacija u primarne spermatocite koje ulaze u fazu sazrevanja počinje u pubertetu.



Slika 66. Presek semenog kanalića i ćelije u različitim stadijumima spermatogeneze

skrotuma. Testisi počinju svoj razvoj unutar abdominalne šupljine, ali se spuštaju u vreće skrotuma tokom dva poslednja meseca fetalnog razvoja. Ako se, kojim slučajem, testisi ne spuste dolazi do kriptorhizma (*cryptorchismus*).



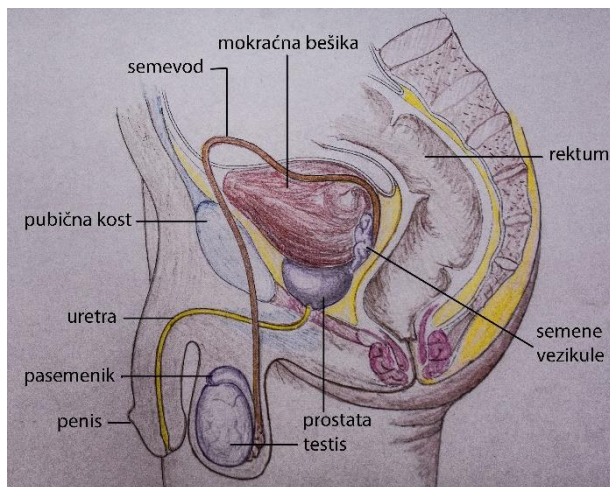
Slika 67. Longitudinalni presek testisa

Kod čoveka spermatogeneza teče kontinuirano u toku celog perioda polne zrelosti. Proces spermatogeneze se vrši u seminiferim kanalićima koji se nalaze u testisu. U njima se nalaze ćelije koje se nalaze u različitim stadijumima spermatogeneze. Mikroskopski presek seminiferim kanala pokazuje da se u njima nalaze ćelije koje učestvuju u spermatogenezi, produkciji sperme (Slika 66). Tu se, takođe, nalaze i Sertolijevе ćelije, koje daju potporu i hrane spermatogene ćelije. Testisi leže izvan abdominalne šupljine muškarca unutar skrotuma. Testisi počinju svoj razvoj unutar abdominalne šupljine, ali se spuštaju u vreće skrotuma tokom dva poslednja meseca fetalnog razvoja. Ako se, kojim slučajem, testisi ne spuste dolazi do kriptorhizma (*cryptorchismus*). Ukoliko se testisi ne operišu da bi se spustili u skrotum najčešće dolazi do sterilnosti. To nastaje zato što je unutrašnja temperatura tela suviše visoka da bi se proizvela vijabilna sperma. Skrotum pomaže u regulaciji temperature testisa, držeći ih bliže ili dalje od tela.

Longitudinalni presek testisa (Slika 67) pokazuje da se on sastoji od delova, lobusa, a svaki od njih sadrži jedan do tri seminiferna kanalića usko poveza u klupče. Iz lobusa izlaze kanalići koji se spajaju u mrežu, a iz nje se izdvajaju kanalići koji probijaju opnu testisa i ulivaju se u

pasemenik. Ovim kanalićima spermatozoidi napuštaju testis i dalje bivaju transportovani semenim putevima.

Zreli spermatozoidi imaju tri odvojena dela: glavu, srednji deo i rep. Mitohondrije, koje se nalaze u srednjem delu, obezbeđuju energiju za pokretanje repa, koji ima strukturu flageluma. Glava sadrži nukleus koji je pokriven akrozomom koji sadrži enzime koji su potrebni za penetraciju jajne ćelije. Ejakulat normalnog muškarca sadrži nekoliko stotina miliona spermatozoida, od čega u matericu dospeva oko milion. Do mesta oplodjenja stigne tek 20-200 spermatozoida, ali samo jedan ulazi u jajnu ćeliju. Spermatozoidi se proizvode u velikom broju, a prema minimalnoj proceni oko 100.000 na čas u svakom testisu. Na svaku oocitu oslobođenu iz jajnika nakon ovulacije, proizvede se milijardu spermatozoida. Spermatozoidi obično ne žive duže od 48 časova u ženskim genitalnim odvodima.



Slika 68. Muški reproduktivni sistem

Epididymis – pasemenik je deo semenih puteva koji se nastavlja na testis. Nalazi se na njegovom gornjem polu i zadnjoj ivici i u njemu se skupljaju spermatozoidi. Tu oni sazrevavaju i „čekaju” do ejakulacije. *Epididymis* u osnovi sadrži jedan izvijugani kanal. Komunikacija *testis – epididymis* je na gornjem delu testisa. Prilikom ejakulacije nakupljeni zreli spermatozoidi izlaze iz pasemenika, ulaze u semevod (*ductus deferens*) koji ih pomera dalje.

Ductus deferens ili vas deferens (semevod) je sledeći deo semenih puteva koji odvodi spermatozoide do briznika i uretre. Završni deo semevoda se spaja sa izvodnim kanalom semene kesice i gradi briznik (*ductus ejaculatorius*) koji prolazi kroz prostatu i uliva se u deo mokraćne cevi koji je smešten u prostati. Tokom ejakulacije ejakulatorni kanal se otvara i potiskuje spermu i sekret iz semenih vezikula u uretru.

Prostata je egzokrina žlezda kroz koju prolaze dva briznika i početni deo mokraćne cevi. Ona produkuje veliki deo semene tečnosti. Ova tečnost je mlečno bela i sadrži enzime, proteine i druge hemijske materije koje potpomažu pokretljivost spermatozoida.

Mokraćna cev muškarca polazi sa baze mokraćne bešike, prolazi kroz prostatu i kroz penis na čijem vrhu se otvara. Mokraćna cev transportuje i urin i spermu, tako da pripada i urinarnom i reproduktivnom sistemu.

Kuperove žlezde su poznate i kao bulbouretralne žlezde. To je par malih egzokrinih žlezda, koje oblikom i veličinom podsećaju na grašak. One luče gust alkalni sekret tzv. preejakulat koji neutrališe kiselost uretre (od mokraćce) pre ejakulacije. Izvodni kanali Kuperovih žlezda se otvaraju u mokraćnu cev neposredno po njenom izlasku iz prostate.

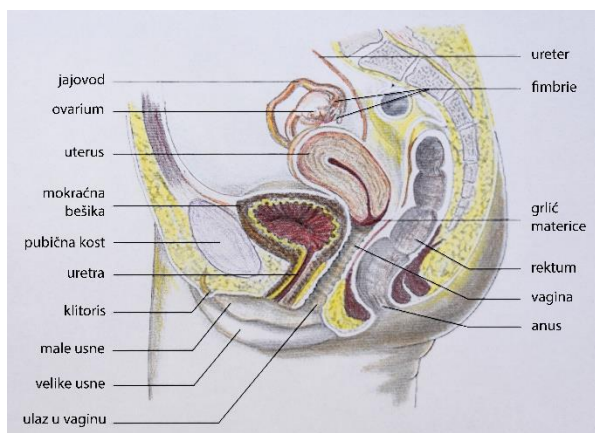
Hormonalna regulacija kod muškaraca

Hipotalamus ima ulogu kontrole aktivnosti testisa zato što luči gonadotropin oslobađajući hormon (GnRH), koji stimuliše hipofizu da luči gonadotropne hormone. Postoje dva gonadotropna hormona — folikulo stimulirajući hormon (FSH) i luteinizirajući hormon (LH), kako kod muškaraca, tako i kod žena. Kod muškaraca FSH utiče na spermatogenezu i produkciju spermatozoida u semenim kanalima. LH se kod muškaraca zove i intersticijalni stimulirajući hormon (ICSH), zato što kontroliše produkciju testosterona od intersticijalnih (Leidigovih) ćelija koje se nalaze između semenih kanalića. Svi ovi hormoni su uključeni u negativnoj povratnoj sprezi koja omogućava konstantnu produkciju spermatozoida i testosterona.

Testosteron je glavni polni hormon kod muškarca neophodan za normalan razvoj i funkcionisanje muških polnih organa. Testosteron stimuliše spermatogenezu, kontroliše razvoj i održavanje sekundarnih seksualnih karakteristika i utiče na ispoljavanje muškog seksualnog ponašanja. Muškarci su generalno viši od žena i imaju šira ramena, duže noge u odnosu na dužinu trupa. Dublji glas muškarca je usled većeg grkljana sa dužim glasnim žicama. Pošto je tzv. Adamova jabučica deo larinksa, ona je obično mnogo razvijenija kod muškaraca nego kod žena. Testosteron utiče i na razvoj brade i brkova, dlaka na grudima ili čak i leđima, ali ne i na glavi. Odgovoran je takođe za jače razvijenu muskulaturu muškarca. On utiče na zdravlje i normalno funkcionisanje srca, mozga, kostiju i polnih žlezda. Nivo testosterona počinje da opada nakon 40. godine, međutim to je individualno i nije izraženo kod svih muškaraca. Smanjen nivo ovog hormona može negativno uticati na zdravlje i dovesti do bolesti kao što su ateroskleroza, porast masnoće i šećera u krvi, osteoporoza i smanjenje mišićne mase. Na lučenje testosterona negativno utiču stres, gojaznost (zbog povećanog lučenja hormona estrogena), kao i preterano konzumiranje alkohola. Zloupotrebom testosterona tj. uzimanje anaboličkih steroida, koji su ili testosteroni ili slični steroidni hormoni, dolazi do remećenja hormonske povratne sprege između hipotalamusa, hipofize i testisa. To dovodi do zdravstvenih problema kao što su problemi sa bubrezima, cirkulatornim sistemom, hormonalni disbalans. Telo dobija željeni izgled, ali se testisi smanjuju, a spermatogeneza pogoršava. Nekontrolisano uzimanje anabolika uvećava mišićnu masu, ali i unutrašnje organe zbog čega najviše strada srce.

5.1.3. Ženski reproduktivni sistem

Spoljašnji deo ženskih polnih organa zove se vulva. Ona pokriva ulaz u vaginu i druge reproduktivne organe smeštene u telu. Vulvu čine dva para kožnih nabora koji se zovu velike



Slika 69. Ženski reproduktivni sistem

i male usne (*labia majora* i *labia minora*) i one okružuju otvor vagine. Senzorni (erektilni) organ – klitoris (*clitoris*) smešten je u prednjem delu vulve na mestu gde se spajaju krajevi velikih i malih usana (Slika 69).

Između malih usana nalaze se otvor uretre (mokraćne cevi) i otvor vagine. Unutrašnji polni organi su usmina (*vagina*), materica (*uterus*), jajovodi (*tuba uterina*) i jajnici (*ovarium*). Ženske gonade su ovarijumi koji leže sa svake strane gornjeg dela karlične šupljine. Ovarijum stvara ženske polne hormone i jajne ćelije. Pod oogenezom se

podrazumeva produkcija jajne ćelije.

Genitalni put: Jajovod ili ovidukt proteže se od uterusa do ovarijuma. Međutim, jajovodi nisu vezani za ovarijume već se slobodno otvaraju u trbušnu duplju. Oko ovog otvora nalaze se prstenasti izraštaji, tzv. fimbrije koje se šire oko ovarijuma. Kada jaje izađe iz ovarijuma tokom ovulacije, ono obično sklizne u ovidukt kombinovanom akcijom fimbrija i treperenjem cilija u sluzokoži ovidukta. Kada dospe u jajovod, jaje se kreće polako pomoću pokretanja cilija i kontrakcijom mišića prema uterusu. Pošto jajna ćelija živi samo 6-24 časa, fertilizacija i formiranje zigota se dešava dok je jaje još u jajovodu. Embriion u razvoju stiže u uterus posle nekoliko dana, a zatim se implantira u dubinu zida uterusa (unutrašnji sloj) koji je pripremljen da ga primi.

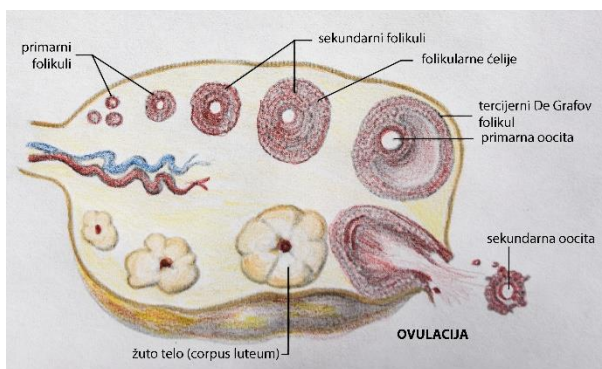
Uterus (materica) je muskularni organ debelih zidova, otprilike veličine i oblika kruške. Razvoj embriona se dešava u uterusu. Ovaj organ je otprilike 5 cm širok pri normalnom stanju, ali moguće je i da se rastegne i preko 30 cm, da bi se smestio plod. Ukupna dužina materice kod odrasle žene je 7-8 cm. Normalno, leži iznad i iza bešike. Dva jajovoda se pridružuju uterusu na njegovom gornjem kraju, dok donjim (*cervix*) ulazi u vaginu, skoro pod pravim uglom. Grlić materice je manjim delom građen od mišića, a većim delom od vezivnog tkiva. U sredini grlića je kanal koji je obložen sluzokožom i sadrži brojne žlezde koje izlučuju sluz koja se menja tokom ciklusa. Uterus je izgrađen iz tri sloja: spoljašnji glatki sloj (*perimetrijum*), mišićni srednji sloj (*miometrijum*) i unutrašnji sloj sluzokože (*endometrijum*). Unutrašnjost uterusa (*endometrium*) učestvuje u formiranju posteljice (*placenta*), koja plod snabdeva hranljivim materijama. Endometrijum ima dva sloja: bazalni i unutrašnji funkcionalni sloj. U toku trudnoće endometrijum zadebljava i postaje ispunjeniji krvnim sudovima za smeštaj, potporu i razvoj fetusa. Ukoliko do začeća ne dođe, endometrijum se ljušti i odlazi kao deo menstrualnog krvarenja. Kod žena koje nisu trudne, funkcionalni sloj endometrijuma varira u debljini i zavisi od mesečnog reproduktivnog ciklusa, koji se zove uterusni ciklus. Mali otvor cerviksa vodi u kanal vagine. Vagina (usmina) leži pod uglom od

60° u odnosu na horizontalnu ravan. Sluzokoža vagine je naborana i može da se rastegne, što je bitno prilikom porođaja.

Rak cerviksa, tj. grlića materice je česta forma raka kod žena. Moguća je rana detekcija Papanikolau testom, koji zahteva uzimanje nekoliko ćelija iz regiona cerviksa i njihov mikroskopski pregled. Ako se detektuju maligne ćelije preporučuje se histerektomija. Histerektomija je uklanjanje uterusa uključujući i cerviks. Odstranjivanje ovarijuma zajedno sa uterusom se zove ovariohisterektomija.

Ovarijalni ciklus

Na longitudinalnom preseku ovarijuma se vidi da se on sastoji od spoljašnjeg korteksa i unutrašnje medule (Slika 70). U korteksu (kori) nalazi se mnoštvo folikula, a svaka sadrži jaje koje sazreva i zove se oocita. Samo mali broj folikula (oko 400) ikada sazri, pošto žena obično

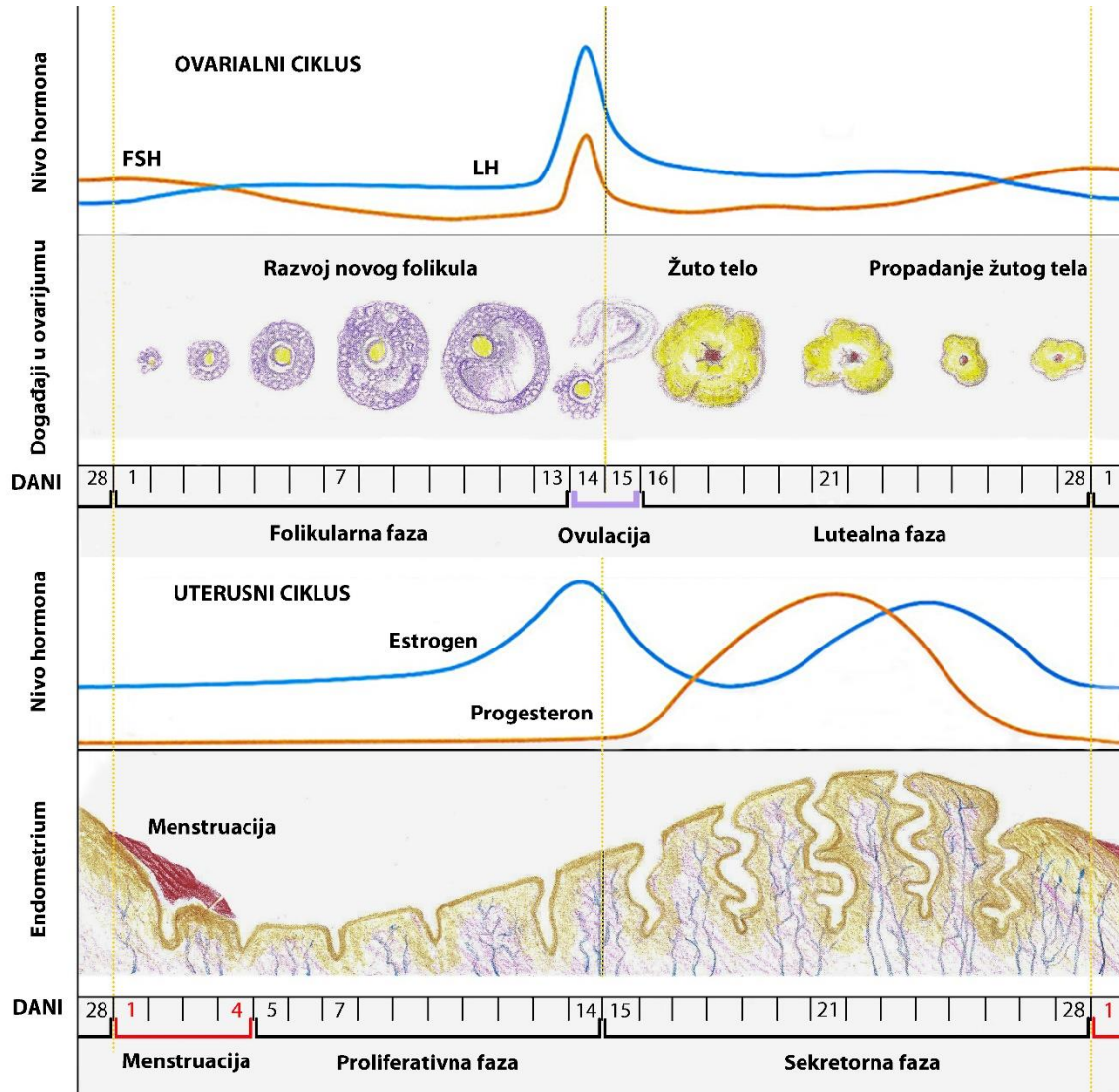


Slika 70. Presek ovarijuma i folikuli u različitim stadijumima oogeneze

proizvodi samo jedno jaje mesečno, za vreme svog reproduktivnog života. Pošto su oocite prisutne po rođenju, one stare kako i žena stari. To može biti jedan od razloga zašto starije žene imaju veću verovatnoću da rode dete sa genetskim defektom.

Oogonije nastale od primordijalnih germinativnih ćelija dele se intenzivno (kod ženskog deteta formira se od 6 do 7 miliona ćelija). Neke od ovih prestaju da se dele, rastu i diferenciraju se u primarne oocite još pre rođenja. Primarna oocita se okružuje slojem folikularnih ćelija i nastaje primarni folikul. U toku sedmog meseca trudnoće kod ženskog fetusa skoro sve oogonije su transformisane u primarne oocite. U ovo vreme većina folikula propada pa ostaje svega 700.000 do 2.000.000 oocita. Ovo se zove atrezija folikula i nastavlja se i posle rođenja, pa se do puberteta smanji na 40.000. Proces oogeneze se zaustavlja u stadijumu diplotena i primarne oocite ulaze u stadijum mirovanja. U ovom stadijumu ostaju sve do polne zrelosti kada se proces mejoze nastavlja i formiraju se zrele polne ćelije. Oocite koje sazrevaju na kraju reproduktivnog perioda imaju znači veoma dug stadijum diplotena. U pubertetu kada folikul počinje da sazreva folikularna ćelije oko oocite se intenzivno dele i formira se debeo sloj folikularnih ćelija - *stratum granulosum*. Membrana oocite postaje jača i zove se oolema ili plazmalema. Iznad nje je jedna prozirna opna – *zona pellucida*. Na nju naleže sloj ćelija tzv. *corona radiata* koje su preko protoplazmatičnih produžetaka, koji se pružaju kroz zonu pelucidu, povezane sa citoplazmom oocite i tako omogućuju njenu ishranu. Iznad stratum granulozuma je vezivni omotač - *theca folliculi* koji se diferencira u dva sloja: spoljašnji, fibrozni i unutrašnji, membranozni, bogato prožet krvnim sudovima i žlezdanim ćelijama. U toku daljeg rasta sekundarnog folikula između folikularnih ćelija se pojavljuje šupljina ispunjena tečnošću koja se brzo širi. Ta šupljina se zove *antrum*, a tečnost koja je ispunjava *liquor folliculi*. Folikularna tečnost odvaja ćelije stratum granulozuma od sloja *corona radiata*. Sama oocita zauzima ekscentričan položaj i nalazi se na jednoj grupi folikularnih ćelija koja se naziva *cumulus oophorus*. To je tercijarni

ili De Grafov folikul (Slika 70). U toku rasta folikula primarna oocita sazreva. Posle prve mejotičke deobe nastaje ovulacija, folikul prska, a sekundarna oocita opkoljena slojem *corona radiata* se oslobađa iz jajnika i prelazi u ovidukt (jajovod). Tu nastupa II mejotička deoba. Ona se ne završava već ostaje na stadijumu metafaze do momenta oplodjenja. Mesečno se formira jedna jajna ćelija. Ovulacija predstavlja prskanje folikula i izlazak jajeta iz ovarijuma u ovidukt.



Slika 691. Ovarijalni i uterusni ciklus

Ovi događaji, koji se zovu ovarijalni ciklusi, pod kontrolom su gonadotropnih hormona: folikulstimulirajući hormon (FSH) i luteinizirajući hormon (LH). Gonadotropni hormoni nisu prisutni u konstantnoj količini, nego se luče u različitim količinama tokom ciklusa (Slika 71). Za vreme prve faze (u prvoj polovini), tj. u folikularnoj fazi, ovarijalnog ciklusa, FSH utiče na razvoj folikula u ovarijumu i sintezu estrogena i malo progesterona u njima. Kako raste nivo estrogena u krvi, dolazi do *feedback* reakcije na hipofizu („negativna povratna sprega“) i ona prestaje da luči FSH, tako da folikularna faza dolazi do kraja. Visok nivo estrogena u krvi takođe uzrokuje naglu sekreciju velike količine GnRH (gonadotropin oslobađajući hormon) iz hipotalamusa. To dovodi do nagle produkcije LH iz hipofize i do ovulacije otprilike 14. dana ciklusa (ako ciklus traje 28 dana). Za vreme druge (lutealne) faze,

LH utiče na razvoj žutog tela koji sekretuje progesteron i malo estrogena. Progesteron utiče na izgradnju endometrijuma. Kako nivo progesterona u krvi raste, to uzrokuje smanjenu sekreciju LH tako da se *corpus luteum* u ovarijumu degeneriše. Kada se lutealna faza završi, dolazi do menstruacije. Koncentracija estrogena i progesterona opada, što predstavlja signal hipotalamusu da započne sa novim menstrualnim ciklusom.

Uterusni ciklus

Ženski polni hormoni estrogen i progesteron imaju različite funkcije u odnosu na endometrijum. Ovi hormoni deluju na endometrijum uterusa uzrokujući da uterus prolazi kroz niz cikličnih događaja. Ciklus ima 28 dana i podeljen je na sledeće faze (Slika 71):

Za vreme 1-5. dana nizak nivo ženskih polnih hormona u telu uzrokuje dezintegraciju endometrijuma i rupturu njegovih krvnih sudova. Prvog dana ciklusa, krv i tkivo, poznatije kao menzes, izlaze iz vagine za vreme menstruacije. Ovo se zove menstrualni period.

Od 6-13. dana, povećana produkcija estrogena od strane novog ovarijalnog folikula u ovarijumu uzrokuje zadebljavanje endometrijuma i on postaje vaskularizovaniji i bogatiji žlezdama. To je proliferativna faza. Najvažnije promene u ovom periodu su pretvaranje pravih, uzanih i kratkih žlezda endometrijuma u dugačke i izvijugane. Ovulacija se obično dešava 14. dana, ako ciklus traje 28 dana.

Tokom 15-28. dana povećana produkcija progesterona od strane *corpus luteum* u ovarijumu uzrokuje da endometrijum u uterusu zadeblja dva do tri puta (od 1 mm do 2-3 mm), uteruse žlezde sazrevaju i proizvode debeo mukoidni sekret. Ovo je sekretorna faza uteruse ciklusa. Endometrijum je sada spreman da primi embrio. Ako se oplodnja ne desi, *corpus luteum* se degeneriše. a nizak nivo polnih hormona dovodi do raspadanja endometrijuma.

Oplođenje i trudnoća

Ako dođe do oplođenja, embrion počinje da se razvija još dok putuje kroz jajovod prema uterusu. Endometrijum je spreman da primi embrion koji se implantira u uterus nekoliko dana nakon fertilizacije. Placenta nastaje i od majčinog i od fetalnog tkiva. To je region izmene molekula između fetalne i majčine krvi, mada vrlo retko dolazi do njihovog mešanja. U prvo vreme placenta proizvode humani horionski gonadotropin (HCG) koji pomaže žutom telu u ovarijumu sve dok placenta ne počne sama da proizvodi progesteron i estrogen. Progesteron i estrogen imaju dvojak efekat: oni sprečavaju da se počnu razvijati novi folikuli u ovarijumu i pomažu endometrijumu tako da *corpus luteum* u jajniku nije više potreban. Obično ne dolazi do menstruacije tokom trudnoće.

Menopauza

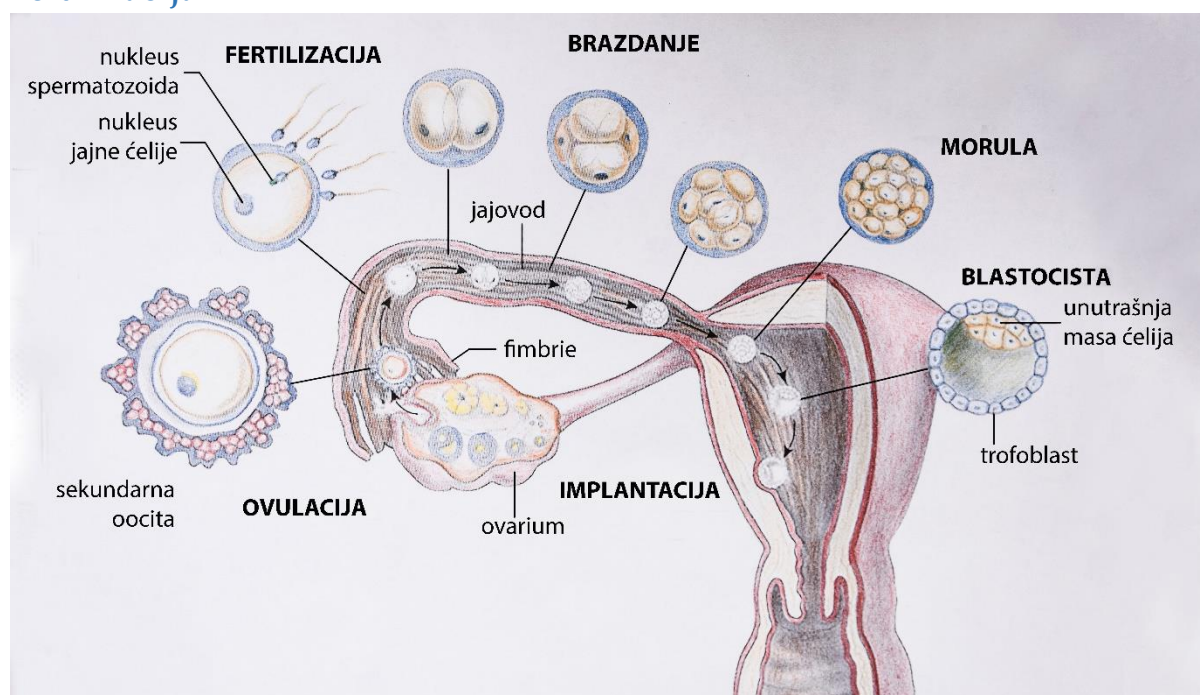
Menopauza je termin koji označava poslednju menstruaciju. Ovome prethodi smanjenje i prestanak uteruse ciklusa, a to se najčešće dešava između 45. i 55. godine. Ovarijumi više ne odgovaraju na gonadotropne hormone i ne luče estrogen i progesteron. Uteruse ciklus postaje neregularan, ali sve dok postoji menstruacija, još uvek je moguće da žena zatrudni. Hormonalne promene tokom menopauze često izazivaju fizičke simptome kao što su „valunzi“, vrtoglavica, glavobolja, nesanica i depresija. Ovi simptomi nisu uvek prisutni.

5.1.4. Fertilitet

Fertilitet je sposobnost za oplodjenje, dok se pod sterilitetom podrazumeva nesposobnost za oplodjenje. Na neplodnost (nije isto što i sterilitet) se sumnja ako ni posle godinu dana nezaštićenih seksualnih odnosa, žena ne ostaje trudna. Prema statističkim podacima, jedan od šest parova ima problema sa začecem ili sa održavanjem trudnoće, a kao glavni razlog se smatra sve veća starost roditelja. U podjednakom procentu razlog neplodnosti je kod žene ili muškarca. Glavni razlog kod žene su neprolazni jajovodi, najčešće zbog seksualno prenosivih infekcija, endometrioze (kada se mali komadi endometriuma nalaze izvan materice), hormonskih poremećaja ili anatomskih poremećaja polnih organa. Glavni razlog neplodnosti kod muškaraca su problemi sa produkcijom dovoljne količine zdravih spermatozoida. Fertilitet se smanjuje posle 35. godine, te je rađanje u kasnijim godinama jedan od važnih uzroka neplodnosti. Nekada može doći i do imunološke neplodnosti. Naime, u dodiru spermatozoida sa cervikalnom sluzi grlića materice spermatozoidi postaju nepokretni, iako je sve u redu sa oba partnera.

Lečenje neplodnosti se sastoji u lečenju poremećaja koji je uzrok neplodnosti. Kod izostanka ovulacije, uzimaju se lekovi za stimulaciju ovulacije. Ako su jajovodi neprolazni, najčešće se vrši vantelesna oplodnja. Muškarac se leči od strane urologa, lekovima ili operacijom proširenih vena na testisima. U slučaju potrebe radi se tzv. asistirana reprodukcija uz spoljnu pomoć (inseminacija i vantelesna oplodnja). Inseminacija je ubacivanje sperme direktno u matericu žene u vreme ovulacije. Kod vantelesne oplodnje uzima se jajna ćelija iz jajnika iglom, koja se u trbuh ubacuje kroz vaginu žene i potom spaja sa spermom muškarca koja se uzima i stavlja u specijalne hranjive podloge da bi se izdvojili kvalitetni spermatozoidi. U laboratorijskim uslovima se dešava oplodnja, a kada se stvori embrion, on se razvija, a potom ubacuje u matericu žene gde dalje nastavlja da raste.

Fertilizacija



Slika 72. Fertilizacija, brazdanje i implantacija

Oplođenje se normalno dešava u gornjoj trećini jajovoda, gde spermatozoidi oplode jaje, ako se desila ovulacija (Slika 72). Kontraksije uterusa i jajovoda pomažu u transportu sperme, a prostaglandini unutar semene tečnosti promovišu ove kontrakcije. Fertilizacija je serija događaja koja dovodi do spajanja muškog i ženskog jedra. Spermatozoid ima tri odvojena dela: glavu, srednji deo i rep. Glava sadrži jedro i akrozom. Rep je flagelum i on omogućava da spermatozoid pliva prema jajetu, a srednji deo sadrži mitohondrije koje obezbeđuju energiju. Plazma membrana jajne ćelije je opkoljena ekstracelularnim matriksom — zonom pelucidom. Zona pelucida je opkoljena sa nekoliko slojeva folikularnih ćelija, koje se zovu *corona radiata*. Ove ćelije hrane jaje dok je u folikulu u ovarijumu. Tokom fertilizacije nekoliko spermatozoida prolazi kroz coronu radiatu, nekoliko pokušava da prođe zonu pelucidu, a jedan spermatozoid ulazi u jaje i njihovi nukleusi se spajaju. Akrozom igra ulogu u tome da omogući spermatozoidu da prodre kroz zonu pelucidu. Pošto glava spermatozoida priligne čvrsto uz zonu pelucidu akrozom luči enzime koji omogućavaju ulaz spermatozoidu kroz zonu pelucidu. Kada spermatozoid dospe do jajeta, njihove plazma membrane se fuzionišu i spermatozoid (glava, srednji deo a ponekad i rep) ulazi u jaje. Dolazi zatim do sjedinjavanja dva nukleusa. Da bi se osiguralo pravilno razviće, samo jedan spermatozoid ulazi u jaje. Zaštita od polispermije (ulazak više spermatozoida) zavisi od promena u plazma membrani jajne ćelije i u zoni pelucidi. Čim spermatozoid dotakne jaje, plazma membrana jajeta se depolarizuje, što sprečava ulazak drugih spermatozoida. Zatim jaje oslobađa supstancije koje dovode do razilaženja (nestajanja) zone pelucide sa površine jajeta. Kada je fertilizacija završena jaje se naziva zigot, a kada zigot počne da se deli zove se embrion. Embrion putuje veoma polako kroz ovidukt do uterusa, gde se implantira u endometrium. Implantacija se vrši oko 7-9. dana od momenta začeća.

Membrana oko embriona počinje da luči hormon HCG (humani horionski ganadotropin) i ovaj hormon sprečava raspadanje endometrijuma, tako da ne dolazi do menstruacije. Prisustvo HCG u krvi i urinu potvrđuje da je žena trudna. Dok putuje kroz jajovod, jajna ćelija se deli, tako da se embrion kada stigne do materice, sastoji od oko 100 ćelija. Unutrašnjost je ispunjena tečnošću i ovaj stadijum se naziva blastocista. Blastocista ima dva sloja ćelija. Od spoljašnjeg sloja koji se naziva trofoblast, nastaje amnion i posteljica, a od unutrašnjeg embrioblasta fetus. Prečnik blastociste je 0,1-0,2 mm. Istovremeno nastaje i žumančana kesa, koja će biti izvor hrane dok se ne formira posteljica.

5.1.5. Razviće

Embrionalno razviće obuhvata sledeće procese:

Brazdanje: Odmah nakon fertilizacije zigot se deli tako da nastaju najpre 2, potom 4, pa 8, 16, 32, itd. ćelije. Tokom ovih deoba ne dolazi do povećanja veličine.

Morfogeneza: Morfogeneza podrazumeva oblikovanje embriona i evidentna je kada pojedine ćelije počnu da se pokreću ili migriraju prema drugim ćelijama. Ovim pokretima embrion zadobija različite oblike.

Diferencijacija: Diferencijacija se dešava kada ćelije dobijaju specifičnu strukturu i funkciju. Npr. nervne ćelije imaju dugačke nastavke koji sprovode nervne impulse, a mišićne ćelije sadrže kontraktilne elemente.

Rast: Za vreme većeg dela embrionalnog razvoja s podelom ćelija dolazi i do povećanja veličine ćerki ćelija i dolazi do rasta u pravom smislu reči.

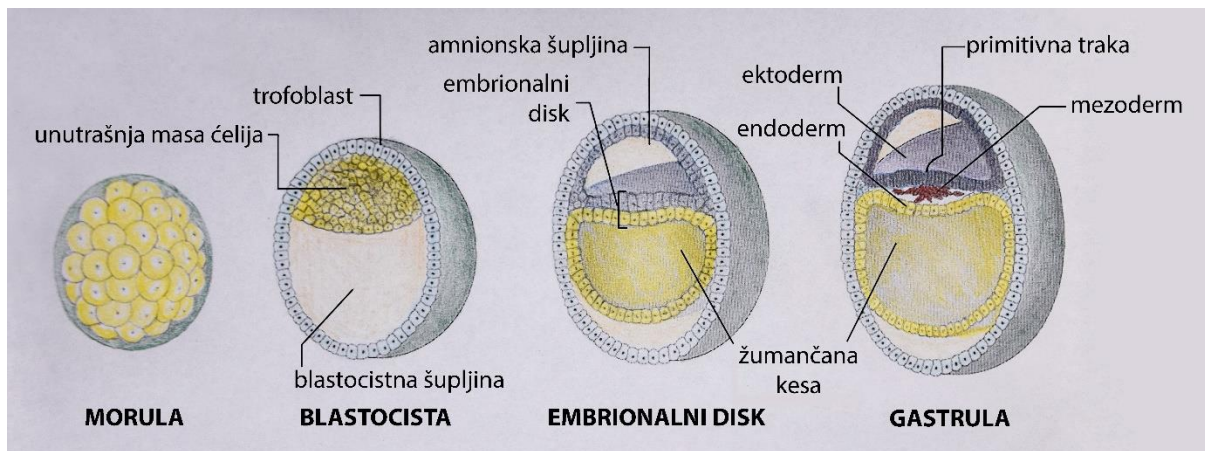
Morula

Brazdanje je proces koji se dešava za vreme prvog stadijuma razvoja. Za vreme brazdanja, dolazi do podele ćelija bez rasta, tako da kao rezultat dolazi do stvaranja mase malih ćelija. Ćelije su iste veličine, pošto se citoplazma ravnomerno deli između njih. Masa ovih ćelija se zove morula koja oblikom podseća na plod duda (*morus* - dud) (Slika 73).

Blastula

Morfogeneza počinje kada ćelije morule formiraju prelaznu loptu od ćelija zvanu blastula. Sve animalne blastule imaju šupljinu. Pošto se ljudska blastula zove blastocist, šupljina se zove blastocistna šupljina.

Unutrašnji sloj ćelija postaje embrionalni disk, koji se sastoji od dva sloja ćelija. Niži sloj ćelija postaje žumančana kesa. Šupljina se zove amnionska šupljina i nalazi se iznad embrionalnog diska.



Slika 703. Rani embrionalni stadijumi

Gastrula

Gastrulacija je kretanje ćelija koje rezultira stvaranjem gastrule, koja se sastoji od tri sloja: ektoderma, mezoderma i endoderma. Poznati su kao embrionalni klicini listovi, pošto oni predstavljaju začetak svih drugih tkiva i organa u telu. Tokom gastrulacije zadebljanje zvano primitivna traka označava središnji region embriona. Ćelije prolaze kroz primitivnu traku i formiraju endoderm i mezoderm. Spoljašnji sloj ćelija koji ostaje je ektoderm.

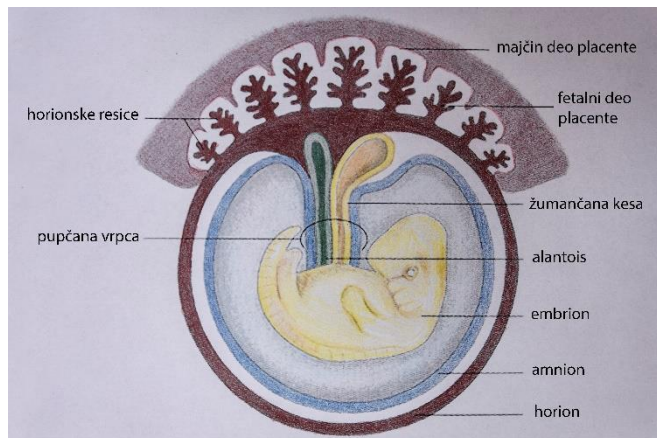
Neurula

Neurulacija predstavlja razvoj mozga i kičmene moždine. Počinje od treće nedelje nakon oplodnje i traje do rođenja. Mezodermalne ćelije koje se pretvaraju u primitivni čvor postaju notohorda - dorzalna „šipka“ koja daje potporu. Kod ljudi notohorda se kasnije zamenjuje kičmenim stubom. Nervni sistem se razvija iz ektoderma koji je lociran iznad notohorde. Neuralna ploča zadebljava, a njeni krajevi se postepeno savijaju i međusobno približavaju spajajući se u nervnu cev. Nervna cev se zatim diferencira u proksimalni deo od koga se razvija mozak i distalni deo iz kojeg će nastati kičmena moždina. Neurulacija uključuje indukciju, proces tokom kojeg jedno tkivo utiče na razvoj drugog tkiva. Eksperimenti su pokazali da se nervni sistem neće obrazovati dok nije prisutna notohorda. Danas istraživači veruju da indukcija objašnjava proces diferencijacije. Indukcija zahteva direktan kontakt ili produkciju hemijskih materija, od strane jednog tkiva, koje verovatno aktiviraju određene gene u ćelijama drugih tkiva. Ovi geni tada diriguju kako diferencijacija treba da se odigra.

Unutrašnji mezoderm, koji ne učestvuje u formiranju notohorde, daje (predstavlja) dve longitudinalne mase tkiva. Od ovih delova mezoderma (izgledaju kao blokovi) zvani somiti, razviće se mišići tela i kičmeni pršljenovi. Celom - šupljina u telu embriona, koja se formira u to vreme, kompletno je opkoljena mezodermom. Kod ljudi celom postaje grudna i trbušna duplja.

5.1.6. Ekstraembrionalne membrane

Jedna od najvažnijih stvari u ranom razvoju je razviće ekstraembrionalnih membrana (Slika 74). One nastaju od oplođene jajne ćelije, a pri tom ne učestvuju u izgradnji embriona. Ove membrane se nalaze oko embriona (otuda i naziv). Jedna od membrana, amnion, daje tečnu sredinu za razviće embriona i fetusa. Štiti plod unutar materice, jer mu osigurava



nepromenjenu temperaturu okoline. Žumančana kesa je još jedna membrana. Kod ljudi žumančana kesa ne sadrži žumance, a u njoj nastaju prve krvne ćelije. Deo ove membrane se inkorporira u pupčanu vrpca.

Alantois učestvuje u cirkulatornom sistemu: njegovi krvni sudovi postaju krvni sudovi pupčane vrpce koji transportuju fetalnu krv u i iz placentе.

Slika 714. Ekstraembrionalne membrane

Horion, spoljašnja ekstraembrionalna membrana, postaje deo placentе gde se fetalnim krvotokom izmenjuju gasovi, nutrijenti i otpadne materije sa majčinim krvotokom.

Horion, spoljašnja ekstraembrionalna membrana, postaje deo

5.1.7. Fetalna cirkulacija

Fetalna cirkulacija uključuje placentu koja počinje da se obrazuje kada se embrion potpuno implantira. Formira se iz spoljašnjeg sloja blastocista - trofoblasta i predstavlja potporni organ koji majci i embrionu (kasnije fetusu) omogućava razmenu materija. Placenta ima fetalnu stranu - to je horion i majčinu stranu koja se sastoji od majčinog tkiva. Krv majke i deteta se ne meša pošto se razmena dešava preko placentе. Između krvotoka majke i krvotoka horionskih resica (embriona) postoji opna, placentalna barijera, koja sprečava mešanje krvi majke i deteta. To je polupropustljiva opna kroz koju prolaze molekuli: CO₂ i drugi otpadni proizvodi se kreću od fetalne strane ka majčinoj, a hranljive materije i O₂ se kreću iz majčine strane ka fetalnoj strani placentе putem difuzije. Do desete nedelje placenta je potpuno formirana i počinje da luči progesteron i estrogen. Štetne hemikalije u majčinom krvotoku (duvan, alkohol, lekovi) mogu da prođu kroz placentu što je od bitnog značaja za vreme embrionalnog perioda, kada se formiraju različite strukture. Svaki organ ili deo ima osetljiv period i za to vreme štetne materije mogu da naruše njegovu normalnu funkciju.

Pupčana vrpca koja se proteže između placentе i fetusa je "linija života" fetusa, pošto sadrži pupčane arterije i vene. Ovi sudovi transportuju otpadne molekule (CO₂ i ureu) prema placenti a primaju O₂ i hranjive molekule iz placentе ka ostalom delu fetalnog cirkulatornog sistema.

5.1.8. Prenatalna dijagnoza

Pod prenatalnom dijagnozom se podrazumeva procena zdravstvenog stanja nerođenog deteta. Preporučuje se kod rizičnih trudnoća: u porodicama kod kojih je bilo slučajeva naslednih bolesti, kod majki starijih od 35 godina, trudnica koje su tokom trudnoće imale infekcije toksoplazmozom. Postoje dve grupe dijagnostičkih (skrining) testova: neinvazivni i invazivni.

Neinvazivni testovi

Ovi testovi upućuju na postojanje rizika na osnovu rezultata analize uzoraka krvi ili ultrazvučnog pregleda. Najčešći neinvazivni testovi su:

Trostruki (*triple*) test predstavlja biohemijski test krvnog seruma majke, a koristi se kada se sumnja na hromozomske abnormalnosti kao što su Down ili Edvardsov sindrom. Procena rizika se bazira na merenju alfa fetoproteina, humanog horionskog gonadotropina i nekonjugiranog estriola u serumu trudnice. Test se sprovodi oko 15-18. nedelje uzimanjem krvi trudnice. Test se ne može koristiti za dijagnozu nijednog pojedinačnog poremećaja, ali izmenjeni nivoi ovih supstanci (van normalnih vrednosti) ukazuju na postojanje eventualnih poremećaja, koje je potrebno potvrditi ili eliminisati drugim testovima.

Ultrazvuk se koristi za dijagnostiku strukturnih abnormalnosti.

Analiza fetalne DNK u majčinoj krvi omogućuje otkrivanje hromozomskih abnormalnosti i gena specifičnih za određenu bolest, koja se nalazi samo u određenim narodima i geografskim regionima. Najčešći testovi su na hemoglobinopatije koje predstavljaju genetski determinisane poremećaje u sintezi i strukturi hemoglobina, kao što je talasemija i srpasta anemija. Takođe postoje testovi za Tay-Sachsovu bolest i cističnu fibrozu.

Invazivni testovi

Ove metode utvrđuju postojanje hromozomskih poremećaja i urođenih anomalija ploda.

Amniocenteza se obično izvodi od 16-20. nedelje trudnoće. Dugačka igla se provlači kroz abdominalni zid da bi se izvukla mala količina amnijske tečnosti, u kojoj su i fetalne ćelije. Pošto ima samo nekoliko ćelija u amnijskoj tečnosti rezultati testa se čekaju bar 4 nedelje dok ćelijska kultura ne proizvede dovoljno ćelija koje se mogu testirati. Može se uraditi oko 40 različitih testova da bi se pronašli defekti.

Biopsija horionskih resica (čupica) se obično izvodi posle 11. nedelje trudnoće. Dugački tanki kateter se uvodi u matericu kroz vaginu ili preko trbuha pod kontrolom ultrazvuka. Tako se uzima uzorak horionskih ćelija. Iz ovih ćelija mogu se odmah uraditi hromozomske i biohemijske analize za genetske defekte. Međutim, ova metoda je mnogo rizičnija za dete u odnosu na prethodnu metodu. Nosi rizik od curenja amnijske tečnosti i njenog nedostatka.

Kordocenteza je metoda kojom se dobija krv fetusa, koju je moguće analizirati. Vršiti se posle 20. nedelje gestacije. Iglom se punktira krv iz pupčane vrpce. Postupak zahteva izuzetnu spretnost lekara, jer je potrebno pod ultrazvukom punktirati pravi krvni sud, tj. onaj

koji nosi plodovu, a ne majčinu krv. Potvrda da je zaista uzeta krv ploda se lako dobija, jer nezreli fetalni eritrociti imaju jedro.

5.1.9. Prenatalna periodizacija

Prenatalni period se deli na nekoliko etapa:

Germinativna etapa obuhvata prvu nedelju posle oplodjenja, dok se zigot ne implantira u materici.

Embrionalna etapa obuhvata drugu i treću nedelju posle oplodnje (gastrulacija i početak razvoja klicinih listova), začinje se horda i nervni sistem.

Embriofetalna etapa traje od četvrte do osme nedelje posle oplodnje. Počinje regularna kontrakcija srca, nastaje krvotok, začinju se ekstremiteti, počinje okoštavanje skeleta, obrazuju se prvi moždani mehurovi, intenzivno se začinju organi, formira se koža sa njenim dodacima.

Fetalna etapa traje od devete nedelje do rođenja. Dolazi do burnog rasta i diferencijacije tkiva i organa.

5.1.10. Embrionalno razviće

Prvi mesec: Odmah nakon oplodjenja embrion se neprekidno deli dok prolazi kroz jajovod prema uterusu. Morula postaje šuplja blastocista sa unutrašnjim slojem ćelija na jednoj strani. Unutrašnji sloj ćelija je embrion. Ove rane embrionalne ćelije zovu se matične ćelije pošto će od njih nastati svi drugi tipovi ćelija u ljudskom telu. Rastući u određenoj kulturi u laboratorijama, matične ćelije mogu postati ćelije jetre, neuroni, mišićne ćelije ili bilo koji drugi tip ćelija. Blastocista je opkoljena slojem ćelija koje postaju horion. Rano formiranje horiona ukazuje na potpunu zavisnost embriona od ove ekstraembrionalne membrane. Blastocista stiže u uterus 7 do 9 dana nakon oplodnje. Zatim nakon 2 ili 3 dana blastocista počinje da se implantira u endometrijum. Do kraja druge nedelje implantacija je završena. Ćelije koje se neprekidno dele raspoređuju se u dva sloja embrionalnog diska. Iznad embriona uočava se amnijska šupljina, a žumančana kesa je ispod. Do kraja treće nedelje embrion postaje gastrula a pojavljuje se i druga ekstraembrionalna membrana - alantois. Kasnije alantois i žumančana kesa postaju delovi pupčane vrpce. Neki organi su već formirani, uključujući kičmenu moždinu i srce. Do kraja prvog meseca formira se placenta. Embrion još nema ljudski oblik uglavnom usled prisustva repa, ali i zbog toga što ruke i noge koje se začinju kao pupoljci podsećaju na lopatice. Glava je mnogo veća u odnosu na ostali deo embriona, a ceo embrion je savijen usled njene težine. Oči, uši i nos se tek počinju pojavljivati. Radi srce, a u jetri se formiraju krvni elementi, koji će nositi hranljive materije u organe koji se razvijaju a takođe i otpadne materije iz njih.

Drugi mesec: Na kraju drugog meseca iščezava rep embriona, a ruke i noge su više razvijene sa uočljivim prstima na rukama i nogama. Glava je veoma velika, nos je ravan, oči su široko razdvojene, a uši su jasno uočljive. U unutrašnjosti svi glavni organi su prisutni. Embrionalno razviće je sada završeno.

5.1.11. Fetalno razviće

Tokom fetalnog perioda fetus poprima ljudski oblik (Slike 75-78).



Slika 725. Plod u 11. nedelji



Slika 736. Plod u 16. nedelji



Slika 747. Plod u 22. nedelji

Treći i četvrti mesec: Početkom trećeg meseca, rast glave počinje da se usporava, a ostali deo tela se ubrzano izdužuje. Formiraju se crte lica. Pojavljuju se trepavice, obrve, kosa, nokti na rukama i nogama.

Hrskavica se zamenjuje koštanim tkivom nakon što se pojave osifikacioni centri u kostima. Lobanja ima šest velikih fontanela koje kasnije postaju u izvesnoj meri fleksibilnije pošto glava prolazi kroz porođajni kanal, a dozvoljavaju i ubrzan rast mozga tokom intrauterusnog razvoja. Fontanele se obično zatvaraju do druge godine života. Ponekad, tokom trećeg meseca moguće je razlikovati muški i ženski pol. Kada se testisi formiraju oni proizvode muške polne hormone (androgene). Androgeni stimulišu rast i diferencijaciju muških genitalija. U odsustvu androgena formiraju se ženske genitalije. Ovarijumi ne proizvode estrogen pošto on prolazi kroz placentu iz majčinog krvotoka. U to vreme testisi ili ovarijumi se nalaze unutar abdominalne šupljine. Kasnije u poslednjem trimestru fetalnog razvoja kod muškog pola, testisi se spuštaju u skrotum. Ponekad oni ne uspeju da se spuste pa je u tom slučaju potreban operativni zahvat.

Krajem četvrtog meseca dužina fetusa je manja od 150 mm a težak je nešto više od 170 g.

Peti-sedmi mesec: Tokom ovog perioda majka počinje da oseća pokrete fetusa. Otkucaji srca su dovoljno glasni da se čuju stetoskopom. Fetus je u fetalnoj poziciji sa glavom okrenutom na dole prema skupljenim kolenima. Naborana koža je prekrivena finim dlakavim pokrovom - lanugo. Lanugo je prekriven sa belom sirastom supstancom koja se zove *vernix caseosa* koja štiti osetljivu kožu fetusa. Stvaraju se masnoće na telu pa se smanjuju nabori na koži. Tokom ovih meseci, očni kapci su širom otvoreni. Na kraju ovog perioda fetus je skoro 300 mm dugačak, a težina se povećava do skoro 1350 g. Ukoliko se dete rodi u tom periodu moguće je da preživi, međutim pluća nisu dovoljno razvijena i nema dovoljno alveola.

Osmi i deveti mesec: Pluća završavaju svoj razvoj. Testisi se spuštaju u skrotum. Kako se približava kraj razvića, fetus se obično rotira tako da je glava okrenuta ka cerviksu. Ukoliko

nije ovako okrenuta to znatno otežava porođaj. Na kraju devetog meseca plod je oko 510 mm dugačak a težak oko 3400 g.



Slika 758. Plod u 38. nedelji

5.1.12. Razvoj muških i ženskih polnih organa

Pol je određen u momentu oplodnje. Gonade ne počinju da se razvijaju do sedme nedelje razvića. Tkivo iz kog će se razviti gonade naziva se indiferentno, zato što može da postane i testis i ovarijum, u zavisnosti od aktivnosti hormona. Geni na Y hromosomu determinišu da se razvija testis i produkcija androgenih hormona što određuje put razvoja.

U 6. nedelji i dečaci i devojčice imaju isti tip tkiva i kanala. Tokom ovog indiferentnog stadijuma, embrion ima potencijal da se razvije u muško ili žensko. Ako je prisutan Y hromosom androgeni stimulišu kanale mezonefrosa da postanu muški genitalni kanali. Mezonefrosni kanali ulaze u uretru, koja pripada i urinarnom i reproduktivnom sistemu kod muškaraca. Androgeni koče razvoj paramezonefrosnih kanala kod muškaraca.

U odsustvu Y hromosoma, a u prisustvu dva X hromosoma, umesto testisa razvijaju se ovarijumi od istog indiferentnog tkiva. Tada mezonefrosni kanali isčezavaju, a razvijaju se paramezonefrosni kanali u uterus i tube uterine. Takođe se razvija i vagina. Kod žena ne postoji veza između urinarnog i genitalnog sistema.

U 14. nedelji i primitivni testisi i ovarijumi su locirani duboko unutar abdominalne šupljine. Spoljašnje genitalije su takođe na početku indiferentne i mogu da se razviju kako u muške tako i u ženske genitalije. U 6. nedelji mali pupoljak se pojavljuje između nogu koji će se razviti u penis ili klitoris, u zavisnosti od prisustva ili odsustva Y hromozoma i androgenih hormona. U 9. nedelji javlja se brazda koja se zove urogenitalna brazda ograničena sa dva brežuljka (otoka). Do 14. nedelje ova brazda će nestati kod muškaraca, a skrotum se formira od brežuljaka. Kod ženskog pola nabor ostaje i postaje vaginalni otvor. Umesto skrotuma formiraće se velike i male usne.

5.1.13. Porođaj

Prema definiciji Svetske zdravstvene organizacije (SZO) normalna trudnoća traje 37 do 42 nedelje. Porođaj koji nastupi pre 37. nedelje je prevremeni porođaj, a onaj koji nastupi posle 42. nedelje je prolongirana trudnoća. Smatra se da porođaj nastaje zbog promena u odnosu estrogena i progesterona koje luči posteljica.

Uterus se kontrahuje tokom porođaja. Na početku kontrakcije su slabe, traju oko 20-30 sekundi, dešavaju se svakih 15-20 minuta. Kako se trudnoća približava kraju, kontrakcije postaju jače i češće. Početak pravog porođaja je označen kontrakcijama koje se dešavaju svakih 10-15 minuta, a traju 40 sekundi ili više. Mehanizam pozitivne povratne sprege može da objasni početak i tok porođaja. Kontrakcije uterusa indukuju razvlačenje (otvaranje) cerviksa, a na to utiče i oksitocin. Oksitocin predstavlja glavni hormon koji stimuliše kontrakcije uterusa. Kontrakcije uterusa guraju fetus prema dole, a cerviks se otvara postepeno sve više. Ovo se dešava neprekidno tokom porođaja.

Prvi period: Pre ili u toku ovog perioda može doći do izbacivanja mukoznog plaka iz cervikalnog kanala. Ovaj plak sprečava ulazak bakterija i sperme u uterus tokom trudnoće. Cervikalni kanal polako iščezava dok se donji deo uterusa povlači gore prema bebinoj glavi. Sa daljim kontrakcijama, bebina glava gura i širi cerviks. Ako amnionska membrana još nije probijena onda se ona probija tokom ovog perioda, pri čemu se oslobađa amnionska tečnost. Prvi period porođaja se završava kada je cerviks potpuno otvoren.

Drugi period: Za vreme drugog perioda kontrakcije se dešavaju svakih 1-2 minuta i traju oko 1 minut svaka. U isto vreme javlja se i osećaj guranja koji se pojačava kako bebina glava ulazi u vaginu. Kada bebina glava dospe do spoljašnje sredine, ona se okreće tako da je teme napred. Tada se često izvodi epiziotomija (rasecanje) kojom se prevenira pucanje međice (područje između vagine i anusa). Čim bebina glava izađe, ramena se rotiraju na desnu ili levu stranu. Kada beba prodiše normalno, pupčana vrpca se preseca i podvezuje i na taj način se dete odvaja od placentе.

Treći period: Tokom trećeg perioda izlazi placenta. Nakon oko 15 minuta od izlaska ploda kontrakcije uterusa skupljaju uterus, a placenta se odvaja. Placenta zatim izlazi kroz vaginu. Time je okončan treći period, odnosno, porođaj je završen.

5.2. Postnatalni razvoj

Rast i razvoj čoveka su dva uzajamna procesa koja nastaju kao rezultat metaboličkih procesa, deobe ćelija, povećavanja njihovih razmera, diferencijacije, morfogeneze itd.

Rast je povećanje broja ćelija, pojedinih tkiva, organa, delova tela i organizma u celini.

Razvoj označava morfološke, anatomske, fiziološke, funkcionalne i mentalne promene organizma.

U pojedinim etapama ontogeneze organizam čoveka je kvalitativno drugačiji i za svaku etapu rasta i razvoja karakterističan je određeni tempo rasta i razvoja. Rast nije linearan proces, već tokom dečjeg uzrasta ima faze ubrzanja (akceleracije) i usporavanja (deceleracije).

Morfološko ispitivanje procesa rasta radi se na dva načina: longitudinalni (dužinski) i transverzalni (poprečni). Pri longitudinalnom ispitivanju ispituju se deca tokom niza godina ili više puta godišnje i to jedna ista deca. Transverzalno ispitivanje obuhvata ispitivanje dece raznog uzrasta u kratkom periodu, kako bi se dobila slika rasta za datu grupu ispitanika.

U proteklih 100 godina naučna istraživanja koja su se bavila ispitivanjem uticaja okoline na fizički rast i razvoj čoveka bila su usmerena na proučavanje uticaja društvenih i ekonomskih faktora, karakteristika porodice i domaćinstva, urbanizacije/modernizacije, ishrane i karakteristika spoljašnjeg okruženja kao što su nadmorska visina, temperatura i klima. Takođe se proučava uticaj zagađivača i drugih aspekata ljudske sredine na obrasce ljudskog rasta i razvoja, posebno na vreme seksualnog sazrevanja i razvoj gojaznosti.

5.2.1. Činioci koji utiču na rast i razvoj

Rast i razvoj dece i njihovo sazrevanje pod uticajem su vrlo složene interakcije niza različitih činilaca. Činioci koji utiču na rast i razvoj mogu se podeliti na dve grupe: unutrašnji (endogeni) i spoljašnji (egzogeni).

Unutrašnji činioci su genetski, hormonski i oni vezani za pol.

Spoljašnji činioci koji mogu uticati na rast i razvoju: klimatski uslovi, ishrana, fizička aktivnost, socioekonomski činioci, psihološki činioci, bolesti idr.

Endogeni uticaji na rast i sazrevanje

Biološko nasleđe: Genetski uticaji se odražavaju na tempo rasta (brzinu rasta) i za konačnu visinu u odrasлом dobu. Smatra se da ove dve karakteristike rasta ne podležu istoj genskoj kontroli. Osobe podjednake visine u odrasлом dobu mogu tokom perioda odrastanja rasti različitim tempom, odnosno brzinama. Smatra se da je uticaj sredinskih faktora jači za brzinu rasta nego za konačnu visinu.

Uticaj genetskih činilaca na rast i razvoj najbolje se može uočiti na blizancima, kod kojih je utvrđena veća podudarnost antropometrijskih mera među jednojajčanim, nego dvojajčanim blizancima. Postojanje genetskih uticaja na rast i razvoj ogleda se i na populacionom nivou. Međutim, prilikom analize različitih populacija, treba uzeti u obzir čitav niz drugih činilaca, koji su uzrokovani socioekonomskim statusom, ili su rezultat različite tradicije i kulture. Ovi činioci takođe mogu uzrokovati različitosti između populacija.

Hormonski status: Dejstvo različitih hormona je presudan faktor pravilnog rasta i razvoja, a značaj pojedinih hormona se menja tokom pojedinih faza rasta i razvoja. Pri tome središnju ulogu u regulaciji rasta i sazrevanja ima hipofiza – njen prednji režanj - adenohipofiza. Prednji režanj hipofize luči hormone koji su važni za rast i sazrevanje: hormon rasta (HR) ili somatotropin, tirotropin (TSH), adrenokortikotropin (ACTH) i gonadotropni hormoni (FSH, LH, LTH). Regulaciju lučenja adenohipofize kontroliše hipotalamus i povratni uticaji ciljnih žlezda (štitasta žlezda, nadbubrežna žlezda, gonade). Hipotalamus povezuje endokrinološki i nervni sistem, lučenjem hormona koji utiču na oslobađanje ili inhibiciju hormona adenohipofize.

Hormon rasta (HR) - somatotropin deluje na somatski rast i metabolizam. On se smatra najvažnijim hormonom koji kontroliše rast, od rođenja do adolescentskog perioda. Iako je hormon rasta prisutan u fetusu, on nije neophodan za rast fetusa. Intenzivno se luči nakon rođenja. Nakon druge godine života njegovo lučenje se smanjuje, da bi tokom adolescencije ponovo ispoljio značajan porast. Deca uzrasta od dve godine kojima nedostaje ovaj hormon su značajno niža u odnosu na zdravu decu. Međutim, vrlo često se to ne zapaža, sve do trenutka kada dete treba da pođe u školu ili kada ih mlađe dete premaši u rastu. Somatotropin stimuliše ćelijske deobe i porast ćelijskog volumena, stimulisanjem sinteze proteina, što doprinosi intenziviranju rasta. Odgovoran je za linearan rast – longitudinalni rast skeleta. Luči se periodično tokom 24h, a ne kontinuirano. Fizičko vežbanje i spavanje pozitivno utiču na lučenje hormona rasta. U pubertetu se njegovo lučenje intenzivira što doprinosi adolescentskom zamahu rasta.

Hormoni štitaste žlezde imaju značajnu ulogu tokom čitavog perioda rasta. Neophodni su za podsticanje metabolizma, izgradnju koštane mase, rast i sazrevanje kostiju, muskuloskeletni, polni i mentalni razvoj. Utiču na rast i razvoj mozga u fetalnom periodu i tokom prvih godina života. Nedostatak lučenja hormona štitaste žlezde ogleda se u zaostajanju u fizičkom i mentalnom razvoju. Usporava se rast, kao i razvoj skeleta, zuba, mozga i drugih organa.

Kora nadbubrežne žlezde luči steroide: mineralokortikoide (aldosteron), glukokortikoide (kortizol), androgene, anabolne steroide.

Dokazi bioloških istraživanja ukazuju na značajnu ulogu polnih hormona u razvoju rodni uloga i rodno specifičnog ponašanja. Intersticijalne ćelije u testisu fetusa luče testosteron koji je odgovoran za razvoj muškog genitalnog sistema. Vrlo male količine testosterona cirkulišu između rođenja i puberteta, međutim u pubertetu se intersticijalne ćelije razvijaju (kao odgovor na luteinizirajući hormon hipofize), a testosteron se luči u velikim količinama, što dovodi do promena karakterističnih za muški pol. Testosteron deluje na niz receptora na ćelijama mišića, kože lica, hrskavice ramena i određenih delova mozga. Veći deo adolescentskog rasta je rezultat delovanja testosterona. Kod oba pola sekundarna polna dlakavost razvija se pod uticajem androgena. Oni takođe povećavaju stopu rasta koštanog i mišićnog tkiva, iniciraju završetak rasta kostiju u dužinu – zatvaraju se epifizne pukotine. Veća količina androgena, koja se proizvodi kod dečaka tokom adolescencije, utiče na veću stopu rasta, intenzivniji razvoj nemasne mase tela, ali takođe i veći broj eritrocita kod mladića u odnosu na devojke. Sa sazrevanjem, lučenje estrogena naglo raste kod devojaka, uzrokujući polno sazrevanje i razvoj primarnih i sekundarnih polnih karakteristika i „oblik” tela.

Pol: Najznačajniju ulogu u polnom dimorfizmu krive rasta čine genetski faktori. Do 10. godine nisu velike razlike u pokazateljima veličine tela s obzirom na pol. One značajno nastupaju sa zamahom adolescentnog rasta.

Ishrana: Rast je direktno povezan sa ishranom. Za pravilan razvoj, ljudsko telo zahteva adekvatno snabdevanje nutrijentima. Pothranjenost predstavlja veliki problem u mnogim nerazvijenim zemljama. U takvim sredinama je verovatnije da će deca imati manju masu tela za svoj uzrast, mnogo nižu u odnosu na prosek, i manju visinu za svoj uzrast. Kada je ishrana neprimerena, nastup sazrevanja i adolescentski zamah rasta može biti odgođen, u uslovima

pothranjenosti, ili preuranjen, u uslovima preterane uhranjenosti i gojaznosti. Brojne studije su pokazale da je tokom ratova i u teškim posleratnim godinama 20. veka oskudna i kvalitativno neprimerena ishrana uticala da deca imaju manju telesnu masu ali i manji prirast u visini tela kao i da su kasnije polno sazrevala. Različite amino-kiseline, cink, jod, kalcijum, fosfor i vitamini su neophodni za pravilan rast, a nedostatak bilo kojeg od njih utiče na normalan rast i razvoj. Međutim, ako neadekvatna ishrana ne traje predugo, deca imaju kapacitet da do prestanka oskudice nadoknade rast povećanjem tempa rasta, s većim prirastima u visini i masi. Prema Taneru (*Tanner*) (1962), odgađanje sazrevanja u uslovima lošije ishrane dovodi do toga da organizam produžava period realizovanja genetski definisanog potencijala rasta. Pored konstitucijskih i genetskih činilaca, smatra se da je redukovana ishrana sportistkinja - nekih zahtevnih estetskih sportova u koje se devojčice rano uključuju, kao npr. gimnastika, ritmička gimnastika, balet – odgovorna za njihovo kasnije sazrevanje. Intenzivni treninzi tokom detinjstva, tj. velik energetske utrošak zahteva i odgovarajući energetske unos putem ishrane. Ako energetske unos nije dovoljan kroz duže vreme, to će usloviti odgađanje rasta u visinu i sazrevanje.

Socioekonomski i psihološki činioci: Socioekonomski činioci značajno utiču na uslove života i odrastanje dece. Deca koja potiču iz drugačijih socioekonomskih sredina, razlikuju se u prosečnoj veličini tela u svim uzrastima. Oni koji rastu u boljim socioekonomskim uslovima (što se najčešće procenjuje statusom zaposlenosti, nivoom obrazovanja i prihodima roditelja, kao i veličinom porodice) najčešće imaju veću visinu i masu tela i ranije sazrevaju. Najvažniji razlozi za to su bolja ishrana, bolji životni uslovi, redovni obroci, fizičko vežbanje i dovoljno sna. Veličina porodice takođe utiče na stopu rasta, jer u velikim porodicama sa ograničenim prihodima, deca ponekad nemaju pravilnu ishranu, te je rast odgođen. Smatra se da značajan uticaj na pravilan razvoj imaju i odnosi unutar porodice i kvalitet života. Kod određene dece, koja su pod emocionalnim stresom, inhibira se lučenje hormona rasta što može dovesti do retardacije rasta. Međutim, nakon prestanka stresnih činilaca, ponovo se uspostavlja njegovo normalno lučenje i organizam ima uobičajeni brzi nagli rast.

Klima: U različitim geografskim područjima koje karakterišu različiti klimatski uslovi zapažaju se razlike u veličini i proporcijama tela, kao i u vremenu polnog sazrevanja. Uočene razlike se delom mogu pripisati adaptacijski uslovljenim specifičnostima pod uticajem različitih klimatskih faktora. Tako se linearnost tela i manja telesna masa kod odraslih stanovnika tropskih područja može delimično pripisati adaptaciji na uslove visoke temperature u kojima je odavanje temperature veće ukoliko je površina tela veća. U uslovima izrazito niskih temperatura, telo je niže i ima kompaktniji oblik.

Međutim, temperatura okoline ili nadmorska visina najčešće su tek jedan od činilaca u nizu različitosti populacija koje žive u ekstremno različitim klimatskim područjima. To su genetski činioci, kulturni, često nepovoljni društveno-ekonomski činioci, nepovoljna ishrana. S toga je o uticaju klimatskih faktora nemoguće prosuđivati izolovano i nezavisno od drugih činilaca, koji značajno uobličavaju biološka svojstva.

Godišnje doba: U godišnjim prirastima u visinu i prirastima u masi tela, zapažaju se različite sezonske varijacije. Ovo se delom može objasniti sezonskim varijacijama u ishrani i

nivoom fizičkih aktivnosti. Smatra se da je najveći prirast u visini tokom prolećnjih meseci, dok masa najviše raste tokom jeseni.

5.2.2. Periodi postnatalnog razvoja

U toku ontogeneze individua prolazi niz razvojnih stadijuma menjajući morfološki izgled, fiziološka svojstva, anatomske, psihomotorne i druge osobine.

Postoje različite podele postnatalnog razvoja, ali se u antropologiji, primenjuje uglavnom sledeća shema uzrasne periodizacije, koja je prihvaćena na Konferenciji o problemima uzrasne morfologije, fiziologije i biohemije u Moskvi 1965.

Period novorođenosti nastupa momentom rođenja. To je period hranjenja deteta prvim mlekom - mlezivom (kolostrum) u toku 8-10 dana. Kolostrum ima manji sadržaj masti od zrelog mleka, ali sadrži veću količinu vitamina, minerala, imunoglobulina i faktora rasta. U prvih 10 dana života, beba najčešće izgubi do 10% svoje mase. Nakon 10. dana stanje se stabilizuje i dete dobija oko 28 g dnevno na masi.

Grudni uzrast (odojče) traje do navršene prve godine života. Njegov početak povezan je sa ishranom zrelim majčinim mlekom. U ovom periodu se zapaža najveći porast i intenzitet rasta u odnosu na sve ostale faze postnatalnog razvoja, a ključni uticaj na brzinu rasta ima ishrana. Postnatalni rast je najveći u prva tri meseca posle rođenja, a zatim se do prve godine života brzina rasta i prirast smanjuju. Dužina tela deteta povećava se od rođenja do godine dana oko 1,5 puta, a težina se utrostručuje. Od 6. meseca niču mlečni zubi, koji su mali i slabi a ima ih ukupno 20. Praćenje telesnog rasta i razvoja u ovom periodu, obuhvata merenje visine (dužine) tela, mase tela, obima glave i grudnog koša. Izmerene karakteristike se upoređuju sa referentnim vrednostima (standardima) antropoloških karakteristika za uzrast, pol i etničku grupu.

Period ranog detinjstva traje od 1. do 4. godine. Između 2. i 3. godine završava se nicanje mlečnih zuba. Posle druge godine, vrednosti apsolutnog i relativnog godišnjeg porasta razmera tela počinju da se smanjuju. Posle treće godine do početka puberteta porast je uglavnom ujednačen i kod većine dece po godini iznosi 5 do 7,5 cm, dok je porast mase tela oko 2-3 kg godišnje. Međutim, psihomotorni razvoj i razvoj ostalih osnovnih funkcija nastavlja ubrzano da napreduje. Tip disanja se postepeno menja od abdominalnog u pravcu grudnog tipa (usled češćeg stojećeg položaja). Frekvencije disanja i srca opadaju. Muskulatura je u ovom uzrastu još nedovoljno snažna i izdržljiva, a takođe i funkcije ostalih sistema, te dete nije u stanju da dugo vremena izdrži u jednom položaju, niti može duže da izdrži neprekidno jednolično kretanje koje ga vrlo brzo zamara.

Period prvog detinjstva počinje od 4. a završava se sa 7 godina. Tokom ovog perioda, sve do ubrzanog rasta u pubertetu, presudnu ulogu u održavanju normalnog rasta imaju hormon rasta i tiroksin, ali i poremećaji u ishrani mogu da prouzrokuju zaostajanje u rastu. Od 6. godine pojavljuju se prvi stalni zubi, prvo centralni donji sekutići, a zatim centralni i lateralni gornji sekutići. Uzrast od 1. do 7. godine naziva se periodom neutralnog detinjstva jer se dečaci i devojčice skoro ne razlikuju po formi tela. Međutim izvesne razlike su prisutne u telesnoj kompoziciji, jer devojčice već u ranim uzrastima imaju razvijeniju masnu komponentu.

Psihički, intelektualni i fizički razvoj je veoma intenzivan. Razvija se koštano-mišićni sistem, čime se povećavaju motoričke sposobnosti, a razvojem nervnog sistema poboljšava se koordinacija. Do 6. godine mozak je već dostigao 90% svoje konačne težine.

Period drugog detinjstva kod dečaka traje od 8. do 12. godine, a kod devojčica od 8. do 11. Pojavljuju se polne razlike u razmerama i formi tela. Tempo rasta kod devojčica veći je nego kod dečaka pošto polno sazrevanje devojčica počinje ranije. Približno u 10. godini devojčice prestižu dečake po visini i težini (prvi presek krivih rasta). U proseku između 12. i 13. godine kod dečaka i devojčica završava se smena zuba.

Pubertetski period (period dečaštva) predstavlja prvu fazu adolescencije, a zove se još i periodom polnog sazrevanja ili pubertetskim periodom. Trajanje puberteta je individualno, a može biti oko 2-5 godina. U proseku, kod dečaka traje od 13. do 16., a kod devojčica od 12. do 15. godine. Karakteristika ovog perioda je da se brzina rasta povećava (pubertetski skok) i zahvata sve razmere tela. U proseku, najveće povećanje visine tela kod devojčica je između 11. i 12. godine, a mase tela između 12. i 13. godine. Kod dečaka između 13. i 14., odnosno, 14. i 15. godine. Drugi presek krivih rasta, obično se dešava između 13,5. i 14. godine, kada dečaci prestižu devojčice po visini tela. Visina, masa i druge razmere tela, na kraju perioda dečaštva dostižu 90-97% svoje konačne veličine, a osnovne funkcionalne karakteristike približavaju se karakteristikama odraslog čoveka. Smatra se da je rast u visinu završen kada relativni porast između dva uzastopna godišta nije veći od 2%.

U pubertetskom periodu formiraju se sekundarne polne karakteristike. Kod većine devojčica prvi znak puberteta je rast grudi, zatim rast pubičnih dlaka i dlaka pod pazuhom. Oko dve godine nakon rasta grudi, tj. godinu ili godinu i po nakon vrhunca brzine rasta javlja se menarha (prva menstruacija). Ona se obično javlja kada je pređen maksimum brzine rasta totalnih razmera tela, a označava početak reproduktivne sposobnosti. Nastupanje menarhe u populaciji moguće je utvrditi na dva načina: longitudinalnom i transverzalnom metodom. Longitudinalna (prospektivna) metoda je najobjektivnija, ali i vremenski i organizaciono najzahtevnija jer zahteva praćenje grupe devojčica tokom više godina - od pretpubertetskog doba do nastupa menarhe kod svih ispitanica praćene grupe. Transverzalnom (*status quo*) metodom se jednokratno obuhvata velik uzorak devojaka u svim dobnim grupama u kojima se javlja menarha, (određuje se broj i postotak devojaka kod kojih je menarha nastupila uz podatke o tačnoj starosti devojaka u vreme ispitivanja). Iz dobijenih podataka se izračunava prosečna menarhalna starost uzorka.

Kod većine dečaka, prvi znak puberteta je rast i uvećanje polnih organa (testisa i penisa). Uvećanje polnih organa, najčešće se dešava pre pojave pubičnih dlaka, što je sledeća pojava (obično u 13. godini). Nakon toga počinje i rast dlaka ispod pazuha i na drugim mestima (npr. na grudnom košu), što se u proseku dešava oko 14. godine. Poslednje se javljaju dlake na licu – brada i brkovi (oko 15. godine). Glas postaje dublji i razvija se mišićna masa. Kod izvesnog broja dečaka u pubertetu se javlja pubertetska ginekomastija (uvećanje grudi kod muškaraca), koja je prolaznog karaktera i obično traje 6-18 meseci.

Period mladosti se naziva i periodom kasne adolescencije, a kod mladića traje od 18. do 21. godine, a kod devojaka od 17. do 20. godine. Završava se osnovni proces rasta i formiranje organizma i sve osnovne karakteristike dostižu definitivnu veličinu.

Zreli uzrast predstavlja period koji se s jedne strane graniči sa adolescencijom, a sa druge sa starošću. Biološki i kognitivni procesi dostižu maksimum sa tendencijom opadanja. Forma i građa tela malo se menjaju. Kod 20–30. godišnjih ljudi još se nastavlja rast visine trupa na račun slaganja novih slojeva hrskavičavog i koštanog tkiva na gornjim i donjim stranama kičmenih pršljenova. Ukupno povećanje telesne visine u tom periodu iznosi u proseku oko 3–5 mm. Između 30. i 45-50. godine visina tela ostaje nepromenjena, a posle tog perioda nastupa smanjenje uslovljeno pre svega gubitkom vode iz međupršljenskih diskova.

Stari uzrast obuhvata period oko 50-60. godine života. Kod žena dolazi do završetka funkcije polnih žlezda. Nastaju involutivne promene: opadanje i sedenje kose, naglo srastanje šavova lobanje, trošenje krunice zuba, taloženje masnog tkiva, opadanje akomodacije očiju.

Starački uzrast može se podeliti na nekoliko potperioda: prvi 60-70, drugi do 80. i treći nakon 80. godina.

Definicije i teorije starenja

Starenje se može definisati kao skup postupnih promena koje se dešavaju s vremenom, a vode ka smanjenju funkcionalnih sposobnosti, fizioloških funkcija i smrti, ili – kao smanjenje sposobnosti preživljavanja različitih vidova stresa. Opadanje funkcionalnih sposobnosti počinje nakon 19. godine, linearnog je karaktera, ali nije podjednako i istovremeno za sve organske sisteme. Biološko starenje je moguće definisati kao proces progresivnog i generalizovanog fizičkog propadanja, koje se dešava tokom vremena, s početkom reproduktivne zrelosti. Međutim, smanjenje funkcionalnih sposobnosti uslovljeno je takođe i smanjenim korišćenjem i opterećivanjem kapaciteta pojedinih organskih sistema (npr. lokomotornog, disajnog, kardiovaskularnog, nervnog, kao i bolestima). Smatra se da se najmanje 50% promena koje se pripisuju starenju u populaciji razvijenog sveta može pripisati atrofiji usled neaktivnosti. Starenje je povezano sa brojnim fiziološkim promenama koje ograničavaju čoveka i njegove normalne funkcije i čine ga podložnijim nizu bolesti.

Postoje dve kategorije „normalnog starenja”: *uspešno starenje* - kod osoba kod kojih smanjenje fizioloških funkcija sa godinama nije uzrokovano bolestima, nepovoljnim činiocima sredine i načinom života (neadekvatna ishrana, nizak nivo telesnih aktivnosti, pušenje); *uobičajeno starenje* – odnosi se na promene koje su rezultat starenja kao i bolesti, nepovoljnih faktora okoline i načina života (Abrams i Berkow, 1990).

Početak 20. veka prosečan životni vek ljudi iznosio je 45 godina. Danas je napretkom medicine, životni vek značajno produžen, a prema izveštaju Svetske zdravstvene organizacije u 2016. godini prosečno je iznosio 72 godine. Prema predviđanjima Svetske zdravstvene organizacije, 2025. godine životni vek u 26 zemalja sveta biće duži od 80 godina, a prema podacima Ujedinjenih nacija do 2050. godine trajanje života bi moglo iznositi 120 i više godina. Procenjuje se povećanje broja stogodišnjaka na 3,2 miliona do 2050. godine.

Zapisi o proučavanju procesa starenja datiraju do 3000 god. p. n. e., a nalaze se u Kini, Egiptu i Mesopotamiji. Kineski zapisi ukazuju na to da je dugovečnost rezultat ravnoteže življenja: harmonija pozitivno utiče na zdravlje i dugovečnost. Starenje nastaje gubitkom harmonije življenja. Egipćani starenje smatraju bolešću koja se može sprečiti pravilnom ishranom i uravnoteženom telesnom i mentalnom aktivnošću. U staroj Grčkoj Platon zagovara

umerenu fizičku aktivnost za prevenciju starenja. Aristotel smatra starenje rezultatom gubitka vode i topline iz tela. Očuvanje vode i topline tela čini, prema Aristotelu, osnovu za prevenciju starenja.

Biološka nauka koja proučava starenje naziva se gerontologija (grč. *geron* - starac, *logos* - nauka). Tokom 20. veka ova nauka se ubrzano razvija, a bavi se proučavanjem uzroka procesa starenja, kao i metodama za očuvanje telesnog i mentalnog zdravlja. Do danas su predložene brojne teorije koje pokušavaju da pronađu odgovor na pitanje zbog čega organizam stari. Međutim, ni jednom teorijom, nije moguće potpuno objasniti fenomen starenja organizma. Neke se teorije međusobno dopunjuju, dok osnovni problem - zašto starimo, još uvek ostaje nedorečen. Uprkos dostignućima u molekularnoj biologiji i genetici, faktori koji kontrolišu ljudski vek tek treba da se otkriju.

Moderne biološke teorije starenja kod ljudi mogu se podeliti u dve glavne kategorije: teorije programiranog starenja i teorije oštećenja ili grešaka. Teorije programiranog starenja ukazuju da ovaj proces zavisi od promena u ekspresiji gena koji utiču na sisteme koji su odgovorni za održavanje, popravku i odbranu organizma.

Teorija programiranog starenja ima tri podkategorije:

1) *Programirana dugovečnost.* Starenje je rezultat sekvencijalnog uključivanja i isključivanja određenih gena.

2) *Endokrina teorija.* Starenje je rezultat delovanja hormona koji kontrolišu tempo starenja.

3) *Imunološka teorija.* Imunološki sistem je programiran tako da njegova funkcija opada tokom vremena, što dovodi do povećane osetljivosti na bolesti, što dovodi do starenja i smrti. Poznato je da efikasnost imunog sistema dostiže vrhunac u pubertetu, a zatim postepeno opada. Sa starenjem antitela gube svoju efikasnost, odbrambeni sistem organizma je slabiji, što dovodi do ćelijskog stresa i eventualne smrti. Smatra se da je poremećeni imunološki odgovor povezan sa kardiovaskularnim bolestima, inflamacijom, Alchajmerovom bolešću i rakom. Iako direktne kauzalne veze nisu ustanovljene za sve ove štetne ishode, imuni sistem je bar indirektno odgovoran.

Teorije oštećenja ili greške mogu se podeliti na nekoliko podkategorija:

1) *Teorija trošenja.* Čelije i tkiva imaju vitalne delove koji se troše, što dovodi do starenja. Poput starenja npr. automobila, delovi tela se na kraju istroše zbog višestruke upotrebe. Ovu teoriju je prvi uveo August Weismann, nemački biolog, 1882. godine, što mnogim ljudima zvuči savršeno razumno i danas, jer se to događa većini poznatih stvari oko njih.

2) *Teorija slobodnih radikala.* Ovu teoriju, je prvi put uveo dr Gerschman 1954. godine, a kasnije je razvio dr Denham Harman. Teorija se zasniva na pretpostavci da slobodni radikali uzrokuju oštećenja makromolekularnih komponenti ćelije, što dovodi do prestanka funkcionisanja ćelija i organa. Makromolekuli kao što su nukleinske kiseline, lipidi, šećeri i proteini podložni su napadu slobodnih radikala. Telo poseduje neke prirodne antioksidante u obliku enzima, koji pomažu u suzbijanju nagomilavanja ovih slobodnih radikala, bez kojih bi

se stope smrtnosti ćelija znatno povećale, a kasniji životni vek bi se smanjio. Ova teorija je podržana eksperimentima u kojima su glodari hranjeni antioksidantima postigli veću prosečnu dugovečnost. Međutim, trenutno postoje eksperimentalni nalazi koji nisu usaglašeni sa ovim ranim predlogom.

3) *Teorija oštećenja somatske DNK*. Oštećenja DNK javljaju se kontinuirano u ćelijama živih organizama. Dok se većina ovih oštećenja popravljaju, neka se akumuliraju, jer mehanizmi popravke ne mogu ispraviti defekte dovoljno brzo. Genetske mutacije se javljaju i akumuliraju tokom starenja, što uzrokuje propadanje ćelija. Posebno, oštećenje mitohondrijske DNK može dovesti do disfunkcije mitohondrija.

4) *Skraćivanje telomera*. Telomere predstavljaju krajeve ljudskih hromozoma. One se skraćuju sa svakom novom deobom ćelija, odnosno 25-200 parova baza se izgubi iz terminalne sekvence hromozoma. Postoje dokazi koji ukazuju da skraćivanje telomera ograničava funkciju matičnih ćelija, regeneraciju i održavanje organa tokom starenja. Pored toga, telomere su osetljive na zapaljenje i oksidativni stres, što može dodatno da pojača skraćivanje telomera. Smanjenje dužine telomera dovodi do prestanka deljenja ćelija, a time i do ćelijskog starenja i apoptoze. Štaviše, skraćivanje telomera tokom starenja i bolesti povezano je sa povećanjem rizika od raka. Neki radovi ukazuju da antioksidansi i antiinflamatorna sredstva mogu smanjiti tempo skraćivanja dužine telomera tokom starenja.

Fiziološka starost

Fiziološka starost za razliku od hronološke starosti – definisana je individualnom sposobnošću organizma da se adaptira na uslove okoline, najčešće izražene izdržljivošću, jačinom, fleksibilnošću, koordinacijom i radnim kapacitetom. Fiziološka starost se najpre ogleda u smanjenju sposobnosti za telesnu aktivnost.

U prosečnoj populaciji vrhunac funkcionalne sposobnosti dostiže se u dobi od oko 30 godina, a zatim sledi postepeni gubitak funkcionalnih sposobnosti. Pritom različiti organski sistemi gube sposobnost različitim stepenom. Radni kapacitet smanjuje se za 25-30% tokom starenja, a označava smanjenu sposobnost rada, tokom kojeg se koriste velike grupe mišića kroz duže vreme. Smanjenje radnog kapaciteta, uslovljeno je pre svega smanjenjem maksimalnog aerobnog kapaciteta i snage mišića.

Najčešće korišćeni parametar procene radnog kapaciteta je maksimalni priliv kiseonika (sposobnost organizma da primi kiseonik, prenese ga i koristi za oksidacione energetske procese). Maksimalni priliv kiseonika smanjuje se stopom od 0,75 do 1% godišnje, tj. 8-10% tokom svake uzrasne dekade, nakon 25. godine. Smanjuje se i masa mišića za više od 10%, a prema nekim autorima i više od 20%, kao i brzina sprovođenja nadražaja za 10 do 15%. Tokom starenja gubi se i koštano tkivo – osteoporoza. U starosti se smanjuje vitalni kapacitet za 40 do 50%. Od 30. do 70. godine života smanjuje se bazalni metabolizam za oko 10%.

Sa starenjem se povećava učestalost hroničnih bolesti. Smatra se da oko 80% osoba starih 65 i više godina ima nekoliko hroničnih bolesti. Povišen arterijski pritisak je veoma zastupljen kod starijih osoba, a uticaj te hronične bolesti na pojavu i razvoj koronarne srčane bolesti povećava se sa povećanjem godina. Učestalost gojaznosti u savremenim razvijenim društvima najveći je nakon 45. godine. Ona je povezana sa razvojem niza hroničnih bolesti i

poremećaja: hipertenzija, hiperlipidemija (povećana koncentracija masnoća u krvi), dijabetes nezavisno o inzulinu, neki karcinomi (debelog creva, dojke). Prevalencija hiperholesterolemije dostiže maksimum oko 50. godine, s većom učestalošću kod starijih žena. Funkcija imunološkog sistema se pogoršava s godinama, a glavni znak starenja je povećanje sklonosti ka raznim zapaljenjima, što doprinosi razvoju nekoliko poremećaja povezanih sa starenjem kao što su Alchajmerova bolest, ateroskleroza i artritis. Za starenje je karakteristična i dalekovidost koja može biti uzrokovana smanjenjem akomodacione sposobnosti sočiva. Međutim, potrebno je naglasiti da učestalost većine promena u vezi sa starenjem značajno varira između pojedinaca.

5.2.3. Fizički razvoj

Pod fizičkim razvojem podrazumeva se dostignuti prosečni stepen razvoja kompleksa morfofunkcionalnih parametara za dati hronološki uzrast. Hronološki uzrast predstavlja kalendarsku starost čoveka, koja se izražava u godinama ili mesecima deteta.

Fizički razvoj se određuje strukturno-mehaničkim karakteristikama građe tela, a takođe i funkcionalnim pokazateljima: razvojem nervnog sistema, hormonalnim statusom, individualnim osobinama metabolizma itd. Strukturno-mehanička svojstva organizma procenjuju se osnovnim pokazateljima fizičkog razvoja, u koje spadaju: visina, masa i obim grudnog koša. Za detaljnije analize fizičkog razvoja, potrebno je uzeti u obzir i stepen razvijenosti miškulature i potkožnog masnog tkiva. U tu svrhu često se meri debljina kožnih nabora, preko kojih se indirektno dobijaju informacije o sastavu tela u pojedinim uzrastima.

U antropološkim istraživanjima i pedijatrijskoj praksi, ocena fizičkog razvoja se vrši upoređivanjem izmerenih karakteristika sa referentnim vrednostima (standardima) antropoloških karakteristika za uzrast i pol. Najčešće se koriste standardi: visine za uzrast, mase za uzrast, telesne mase za dužinu/visinu i indeksa telesne mase. Standardne - referentne vrednosti su dobijene na osnovu merenja velikog broja zdrave dece istog uzrasta, pola i etničkog porekla. Upoređivanje se vrši pomoću grafikona rasta kako bi se utvrdilo odstupanje izmerenih karakteristika od proseka (medijane). Pri tome, vrednosti antropoloških karakteristika se izražavaju preko Z-skorova (skor standardnih devijacija) ili u obliku percentila (percentilnih vrednosti). Zbog široke upotrebe percentila u antropološkim naučnim istraživanjima i svakodnevnoj pedijatrijskoj praksi, Svetska zdravstvena organizacija (SZO) je izradila grafikone i tabele pokazatelja rasta izraženih u obliku percentilnih vrednosti. Određeni percentil odgovara tački na distribuciji koja daje odgovarajući procenat rezultata do te tačke, uključujući i taj rezultat. Na primer, ako vrednost mase tela deteta odgovara 60. percentilu za dati pol i uzrast, to znači da 60% dece u toj populaciji, ima vrednosti mase tela koje su niže ili iste kao detetove, dok 40% dece ima veće vrednosti mase tela. Vrednost 50. percentila se poklapa sa aritmetičkom sredinom, a vrednost 3. odnosno 97. percentila se poklapa sa odstupanjem od 2 standardne devijacije (SD) ispod ili iznad proseka za odgovarajući uzrast i pol. Ako je vrednost neke antropološke karakteristike između -2 i -3SD za odgovarajući uzrast i pol, smatra se da je vrednost umereno niska, a ako je ispod -3SD radi se o ekstremno niskim vrednostima. Ako je vrednost iznad +3SD radi se o ekstremno visokim vrednostima date

osobine. Vrednosti koje se nalaze u rasponu od -2SD do +2SD, tj. između 3. i 97. percentila, smatraju se normalnim.

Razlike u osobinama fizičkog razvoja odraslih ljudi nastaju, kao i kod dece, pod uticajem kompleksa naslednih faktora i faktora spoljašnje sredine. Faktori koji u odraslom dobu utiču na dinamiku fizičkog razvoja su: režim rada i odmora, bavljenje sportom, način ishrane, nervno-psihički faktori, profesija, profesionalne bolesti i dr.

5.2.4. Polni razvoj

Polni razvoj predstavlja jednu fazu fizičkog razvoja, koja nastaje kao posledica složene hormonske aktivnosti. Pored naučnika koji se bave humanom biologijom, izučavanjem polnog sazrevanja bave se i druge nauke: pedagogija, psihologija, pedijatrija, sportska i sudska medicina.

Pored pojave sekundarnih polnih karakteristika, kod oba pola dolazi do promena u proporcijama, koje su posledica nejednakog prirasta različitih skeletnih dimenzija. Glava pokazuje najmanji prirast u ovom periodu, iako se promene zapažaju na dimenzijama lica. Redosled rasta skeleta je pravilan i pokazuje distalno-proksimalni trend. To znači da stopala prva ubrzavaju rast, zatim potkolenice, a potom natkolenice. I gornji udovi rastu redosledom od distalnih prema proksimalnim delovima. Trup raste u dužinu, a zatim se povećava dubina i širina trupa. Širina ramena poslednja pokazuje ubrzanje rasta. Sa razvojem skeleta povećava se i mišićna masa naročito kod dečaka, kod kojih se vrhunac brzine povećanja mišićne mase podudara sa vrhuncem brzine rasta, dok kod devojčica sledi ubrzo nakon vrhunca brzine rasta. Sa vrhuncem brzine rasta kod dečaka podudara se i gubitak masti, naročito na udovima. Morfološke i fiziološke promene nastaju postupno, međutim vreme nastupanja pojedinih promena varira, kako kod pojedinih grupa, tako i kod individua. Usled toga u pubertetskom uzrastu, deca iste kalendarske starosti, često imaju različitu brzinu rasta i različito razvijene sekundarne polne karakteristike, odnosno različitu biološku zrelost. Neki dečaci pokazuju već karakteristike odraslih muškaraca, dok su drugi niskog rasta, sa dečijom muskulaturom, nerazvijenim polnim karakteristikama i bez dlakavosti po telu. Takođe i devojke u pubertetskom periodu iste kalendarske starosti mogu biti različite biološke zrelosti. S toga je za mnoge praktične ciljeve važno grupisati decu ne po kalendarskom uzrastu, već po stepenu njihove biološke zrelosti.

5.2.5. Biološka zrelost

Biološka zrelost se može definisati na osnovu tri kriterijuma:

Razvijenosti sekundarnih polnih karakteristika

Rast i razvoj primarnih polnih karakteristika moguće je pratiti samo indirektno, posmatranjem promena u sekundarnim (spoljašnjim) polnim karakteristikama. Dostignuti stepen razvoja polnih karakteristika procenjuje se na osnovu serije usvojenih standardizovanih modela koji odgovaraju karakterističnim prosečnim stanjima dobijenim na osnovu masovnih istraživanja. Kod muškog pola se najčešće posmatraju: razvoj testisa, penisa i pigmentacija skrotuma, pubična i pazušna dlakavost, pojava prvog i plodnog ejakulata, mutacija glasa itd.

Kod ženskog pola se prati razvoj grudi, pubične i pazušne dlakavosti, pojava prve menstruacije. Za svaki navedeni karakter razlikuje se nekoliko stadijuma, kategorija ili tipova.

Skeletna zrelost

Određuje se po stadijumima osifikacije skeleta: po broju tačaka okoštavanja, vremenu i redosledu njihovog pojavljivanja i vremenu nastupanja sinostoza. U praksi se najčešće određuju stadijumi osifikacije šake i stopala. Kostí se počinju razvijati iz hrskavičavog tkiva tokom fetalnog razvoja. Neke pljosnate kosti (kosti glave) razvijaju se iz fibroznih membrana. Proces osifikacije započinje još tokom fetalnog razvoja, a nastavlja se nakon rođenja i traje do završetka rasta skeleta. Pri rođenju duge kosti imaju koštanu dijafizu i dve hrskavičave epifize na svojim krajevima. Ubrzo se u epifizama stvaraju centri sekundarne osifikacije, čime započinje proces okoštavanja epifize. Hrkavičava površina između epifize i dijafize naziva se epifizna površina – to je mesto rasta duge kosti u dužinu. Rast kosti u dužinu završava se potpunim okoštavanjem epifiznih površina. To dovodi do spajanja dijafize i epifize na krajevima dugih kostiju i nestajanja do tada tzv. vidljivih epifiznih pukotina. Zatvaranje epifiznih pukotina, odnosno zone rasta događa se u proseku dve do tri godine ranije kod devojčica nego kod dečaka. Vreme završetka rasta je različito za različite kosti. Određivanje stepena srastanja epifiznih pukotina pokazatelj je stepena koštane zrelosti i može se koristiti kao kriterijum stepena koštane zrelosti. Uočena je povezanost između polnog sazrevanja i osifikacije skeleta. Na osnovu koštane zrelosti može se sigurnije nego prema hronološkoj starosti ili nekoj telesnoj dimenziji (visini, masi tela) predvideti početak puberteta. Ako koštana zrelost zaostaje prema hronološkoj, pubertet će početi kasnije, a ako je sazrevanje kostiju ubrzano, pubertet će početi ranije. S obzirom na to da se određivanje ove biološke zrelosti može vršiti samo na osnovu radiografskih snimaka, ono se najčešće koristi za kliničke indikacije.

Zubna zrelost

Procenjuje se na osnovu broja izniklih mlečnih ili stalnih zuba i stadijuma razvoja svakog zuba, te upoređivanja sa postojećim standardima. Prema stadijumu razvoja, svaki zub dobija određenu ocenu, a sabiranjem brojčanih ocena za sve zube, dobija se broj na osnovu koga se iz tabele odredi dentalna starost. Izbijanje stalnih zuba (druga denticija) počinje u šestoj ili sedmoj godini života s pojavom prvih molara (iza petog mlečnog zuba) i donjih središnjih sekutića, a završava se izbijanjem drugih trajnih molara u trinaestoj godini života. Zbog toga se zubna zrelost može koristiti kao pokazatelj biološke zrelosti samo do 13–14. godine. Nicanje zuba zavisi od opšteg nivoa razvijenosti organizma. Utvrđena je veza između vremena nicanja zuba i fizičkog razvoja, polnog sazrevanja i osifikacije skeleta. Međutim, varijacije u vremenu izbijanja kako mlečnih, tako i stalnih zuba, veoma su velike, te se smatra da je vreme nicanja zuba konzervativnija metoda nego vreme osifikacije skeleta ili razvoja sekundarnih polnih obeležja.

Ocena biološkog uzrasta određuje se upoređivanjem odgovarajućih pokazatelja razvoja ispitivane individue sa standardima, karakterističnim za taj uzrast i konkretnu polnu i etničku strukturu. Međutim, standardi se periodično moraju obnavljati jer su vremenski i prostorno ograničeni, s obzirom na sekularni trend i akceleraciju, koja je bila naročito intenzivna tokom 20. veka.

5.2.6. Sekularni trend rasta i razvoja

Sekularni trend podrazumeva promenu metričkih karakteristika tokom vremena, dok se pod akceleracijom rasta podrazumeva ubrzanje rasta tj. postizanje istih ishoda rasta u ranijim godinama. Ovo su dva različita fenomena. To znači da deca mogu rasti brže nego prethodnih godina, ali pri tome mogu postići istu konačnu veličinu tela kao i prethodnih godina. Poznati humani biolog i statističar Kol (*Cole*) (2003) navodi da sekularni trend u ljudskom fizičkom rastu predstavlja prirodni eksperiment koji ističe složenu interakciju između gena, fiziologije i okoline u određivanju veličine i oblika tela pojedinaca iz generacije u generaciju. Sekularni trend se prati upoređivanjem podataka o rastu i razvoju sa analognim podacima iz prošlih epoha.

Tokom prethodnog jednog i po veka, veličina tela ljudi se povećala. Pri tome, stopa rasta zavisi od geografskog regiona i vremena kada se istraživanje vršilo, ali takođe i od određene mere kojom se procenjuje veličina tela (npr. visina, masa ili neka druga karakteristika). To znači da različite karakteristike pokazuju drugačiju stopu rasta. Humani biolozi naročitu pažnju usmeravaju na društvene faktore koji su u osnovi ovih promena. Sekularni "trend" nije uvek pozitivan tj. usmeren naviše (postizanje većih vrednosti), već može biti i negativan (postizanje nižih vrednosti). Tako je u nekim savremenim populacijama uočena negativna sekularna promena visine, što je najverovatnije odgovor na pogoršanje uslova životne sredine. Iz tog razloga, može se koristiti i termin sekularna "promena". Proučavanje sekularnog trenda je značajno iz više razloga. On je pokazatelj zdravlja stanovništva, s obzirom na to da se menja tokom vremena, a takođe pruža uvid u povezanost između rasta i faktora spoljašnje sredine.

Visina tela je karakteristika koja se najviše proučavala. Od sredine 19. veka, uočeno je povećanje visine odraslih u mnogim delovima sveta, te su odrasla deca u proseku viša nego njihovi istopolni roditelji. Van Vieringen (1986) navodi podatak za holandsko stanovništvo, gde se prosečna visina tela muškaraca povećala sa 165 cm u 1860. na 181 cm 1990. godine. Danas Holanđani spadaju među najviše stanovništvo u Evropi, sa prosečnom visinom oko 184 cm kod muškaraca i 171 cm kod žena. Takođe u Vojvodini (Pavlica, 2009), tokom 30 godina, prosečna visina tela kod odraslih stanovnika se povećala za 5,1 cm kod muškaraca i 4,65 cm kod žena. Hauspie sa saradnicima (Hauspie et al., 1997) navodi podatak da se sekularni trend visine tela u Evropi, tokom druge polovine 20. veka, kreće u rasponu od 3 mm/dekadi u Skandinaviji do 30 mm/dekadi u delovima južne i istočne Evrope.

Danas se ovaj fenomen primećuje i u zemljama u razvoju, u kojima su se znatno poboljšali uslovi života – životni standard. U zemljama koje se mogu smatrati razvijenim i u zemljama u kojima kroz dugi niz godina vlada visok životni standard, fenomen sekularnog trenda se postepeno smanjuje. To znači da stabilni životni uslovi, optimalnog standarda, dobre ishrane, stambenih uslova, odmora, rekreacije i dr. dozvoljavaju genetskom potencijalu rasta da se razvije u potpunosti.

Kod dece su takođe uočene značajne promene, ali one nisu iste u svim uzrastima. Najizrazitije generacijske razlike u visini tela zapažaju se tokom pubertetskog perioda, dok su u predškolskom uzrastu one manje izražene. U Novom Sadu (Pavlica i sar., 2019) stopa

sekularnih promena prosečne visine tokom 5 decenija (1971-2017) iznosi 1,04 cm odnosno 0,11 po dekadi i 3,52 cm/0,70 po dekadi za dečake predškolskog i školskog uzrasta. Kod devojčica zabeležene vrednosti su 0,58 cm tj. 0,11 po dekadi u predškolskom i 2,76 cm, tj. 0,55 po dekadi u školskom uzrastu.

U mnogim delovima sveta uočen je pozitivan sekularni trend u masi tela, kako kod odraslih tako i kod dece. Povećanje mase tela proističe iz povećanja veličine tela (visine) i promena u obliku tela. Prema tome, sekularni trend u masi tela, predstavlja kombinaciju sekularnog trenda u visini i trenda adipoziteta.

Promene u telesnim proporcijama tokom poslednjih decenija su manje izražene od onih u veličini tela. Obim grudnog koša povećao se više od visine tela kod oba pola. Relativne promene u dimenzijama glave (dužina i širina glave) i lica (visina i širina lica) variraju u odnosu na ispitivane grupe. Promene su registrovane i u sastavu tela, gde je uočeno povećanje debljine potkožnog masnog tkiva, ali takođe i mišićne mase.

Početak polnog sazrevanja omladine za poslednjih 100 godina približno se ubrzao za dve godine. Najveća promena zapaža se u vremenu dobijanja menarhe. Početkom 20. veka pojava menarhe kod devojaka je bila između 16,5 i 17,5 godina a danas u proseku u gradovima između 12,5 i 13 godina. Vreme nastupanja menarhe se nije menjalo, tj. ostajalo je u relativno kasnijoj dobi u populacijama koje tokom niza dekada nisu menjale (poboljšavale) uslove života, dok se u delu iste populacije, koja je znatnije poboljšala kvalitet života, vreme nastupanja menarhe pomerilo u raniju životnu dob. Tokom nekoliko dekada, u razvijenim zemljama sa dobrim životnim standardom uočeno je i zaustavljanje trenda sve ranije pojave menarhe, slično kao i usporavanje trenda povećanja visine. U nekim se zemljama opisuje čak i inverzija pozitivnog trenda menarhealne dobi – tj. pojava menarhe ponovo se javlja nekoliko meseci kasnije nego što je zapaženo desetak godina ranije. Zaustavljanje trenda, pa čak i inverzija, pripisuje se povećanju kompetitivnosti tokom školovanja, stresu i manjem povećanju mase u odnosu na visinu.

Faktori koji utiču na sekularne promene

Postavlja se pitanje koji ambijent je optimalan i koji su to faktori životne sredine koji utiču na sekularni trend? Bez sumnje, sekularni trend je posledica različitih faktora a tumačenje uzroka je čisto teorijsko. Očigledno je da su bitni socioekonomski faktori, jer su slab razvoj i nizak rast znak siromaštva (Tanner, 1992). Faktori kao što su socijalna klasa, dohodak, obrazovanje, veličina porodice, urbana ili ruralna sredina, uslovi stanovanja, svi zajedno su uključeni u sekularni trend visine i tempo razvoja (vreme sazrevanja). Takođe, sekularni trend može odražavati napredovanje medicinske tehnologije i poboljšanje životnih uslova, koji dovode do poboljšanja stope smrtnosti i očekivanog trajanja života. Takođe, genetski faktori, kao što je heterozis, možda su imali određenu ulogu u izazivanju sekularnih trendova.

6. PROPORCIJE I KONSTITUCIJA

6.1. Proporcije tela

Proporcije tela se određuju na živom čoveku putem merenja dužinskih ili širinskih razmera između graničnih tačaka. Na osnovu proporcija određuje se morfologija ljudskog tela koja zavisi od mnogih faktora: naslednih, hormonskih faktora, ishrane i načina života, a određena je skeletom, mišićima i potkožnom masnoćom.

Skelet čini osnovu ljudskog tela, koji daje čvrstu osnovu koju pokreću mišići. Mišići predstavljaju glavne nosioce spoljašnjih oblika, koji mogu biti pokriveni tanjim ili debljim slojem potkožnog masnog tkiva. Telo je čitavog života u razvoju, čitavog života se menja. Zato se menjaju i njegove srazmere ili proporcije. Postoje razlike i među polovima.

Odavno su činjeni pokušaji da se utvrde zakonitosti odnosa među pojedinim delovima ljudskog tela. Izrađivani su kanoni proporcija tela skulptora i umetnika koji su nastojali da proizvedu idealni tip ljudskog tela. Stari Grci su prilikom projektovanja građevina koristili mere koje su preuzete iz veličine delova tela (palac, dlan, lakat, ruka, korak), a arhitektura je bila proporcionalna ljudskom telu. Po starim Grcima "čovek je merilo svih stvari". Čuven je kanon Polikleto (grčkog skulptora i građevinara iz V veka do n.e.) po kojem glava sačinjava 1/8 visine tela, lice 1/10 itd. Stari Egipćani su uzimali dužinu stopala kao mernu jedinicu tela, tako da je prosečna visina iznosila 7 njegovih stopala. Majstori drevnog Egipta su takođe uzimali za polaznu veličinu dimenzije srednjeg prsta leve ruke. Ta veličina činila je 1/19 visine tela, 1/11 visine do pupka itd. Kanon Friča za polaznu veličinu uzima dužinu kičmenog stuba. Međutim, svakako da je predstava o lepoti ljudskog tela subjektivna, jer ona prvenstveno izražava individualni ukus, zavisi od nacionalnih predstava, shvatanja epohe, mode itd. U antropologiji proporcije tela se određuju prvenstveno razmerama skeleta. Ipak na veličinu poprečnih razmera tela utiče u izvesnoj meri i stepen razvoja muskulature i masnog tkiva po različitim delovima tela.

Najrasprostranjeniji i najdostupniji način određivanja proporcija tela je metodom izračunavanja indeksa. Omogućava da se jednostavnim izražavanjem okarakterišu odnosi delova tela, tako što se veličina manjeg razmera izražava u procentima većeg - npr. indeks skeleta po Manuvrieu:

Dužina nogu * 100/sedeća visina

Po tom indeksu prihvaćena je sledeća klasifikacija:

do 84,0 brahiskelija

85,0 – 89,9 mezoskelija

90,0 – i više makroskelija

Proporcije tela izračunavaju se iz odnosa dužine ekstremiteta i širine ramena prema opštoj visini tela. Obično se izražavaju tri osnovna tipa proporcija tela:

dolihomorfni – dugačke noge, kratak i uski trup

brahimorfni – kratke noge, dugačak i širok trup

mezomorfni – srednja varijanta razmera tela.

Proporcije tela, pokazane pomoću indeksa mogu se upoređivati samo pri sličnoj visini tela. Ako su među upoređivanim individuama ili grupama značajnije razlike po opštoj visini tela, ovaj metod ne daje tačne rezultate. Poznato je da se sa povećanjem visine tela dužina nogu povećava relativno brže, a uzdužni i poprečni razmeri trupa sporije. Svi razmeri tela povezani su jedni sa drugim pravolinijskom korelacijom (Tabela 4). Korelacija može biti visoka (koeficijent korelacije $r = 0,7-0,9$). Ona je karakteristična za visinu tela i dužinu ekstremiteta, za dužinu pojedinih delova ekstremiteta sa njihovom opštom dužinom. Srednja veličina korelacije ($r = 0,43-0,5$) nalazi se između razmera trupa i visine tela, ramenskih i karličnih dijametara. Najmanja korelacija ($r = 0,2-0,3$) javlja se između dužine trupa i dužine ekstremiteta. Kod žena su koeficijenti korelacije i regresije po pravilu nešto niži u odnosu na muškarce.

Tabela 4. Koeficijenti korelacije longitudinalnih, obimskih karakteristika, mera glave i lica i mase tela kod muškaraca

Varijabla	Visina tela	Dužina noge	Dužina ruke	Obim grudi	Obim struka	Obim kukova	Dužina glave	Širina glave	Širina lica	Širina donje vilice	Visina lica	Visina nosa	Širina nosa	Masa tela
Visina tela	1	.814**	.767**	.208**	.136**	.318**	.358**	.120**	.220**	.112**	.335**	.174**	.017	.458**
Dužina noge	.814**	1	.697**	.045*	-.017	.143**	.256**	.046*	.228**	.000	.307**	.179**	.090**	.393**
Dužina ruke	.767**	.697**	1	.186**	.141**	.240**	.252**	.104**	.194**	.127**	.286**	.179**	.030	.351**
Obim grudi	.208**	.045*	.186**	1	.882**	.795**	.221**	.419**	.457**	.579**	.190**	.046*	.208**	.872**
Obim struka	.136**	-.017	.141**	.882**	1	.803**	.145**	.423**	.432**	.557**	.158**	.057*	.214**	.846**
Obim kukova	.318**	.143**	.240**	.795**	.803**	1	.256**	.361**	.384**	.464**	.185**	.046*	.109**	.866**
Dužina glave	.358**	.256**	.252**	.221**	.145**	.256**	1	.091**	.237**	.100**	.258**	.025	.140**	.312**
Širina glave	.120**	.046*	.104**	.419**	.423**	.361**	.091**	1	.495**	.415**	.171**	.163**	.223**	.404**
Širina lica	.220**	.228**	.194**	.457**	.432**	.384**	.237**	.495**	1	.460**	.296**	.128**	.408**	.442**
Šir. donje vilice	.112**	0.000	.127**	.579**	.557**	.464**	.100**	.415**	.460**	1	.102**	.066**	.190**	.533**
Visina lica	.335**	.307**	.286**	.190**	.158**	.185**	.258**	.171**	.296**	.102**	1	.463**	.136**	.256**
Visina nosa	.174**	.179**	.179**	.046*	.057*	.046*	.025	.163**	.128**	.066**	.463**	1	.120**	.085**
Širina nosa	.017	.090**	.030	.208**	.214**	.109**	.140**	.223**	.408**	.190**	.136**	.120**	1	.152**
Masa tela	.458**	.240**	.351**	.872**	.846**	.866**	.312**	.404**	.442**	.533**	.256**	.085**	.152**	1

**Korelacija je značajna na nivou 0.01

*Korelacija je značajna na nivou 0.05

6.1.1. Razlike u proporcijama između čoveka i primata

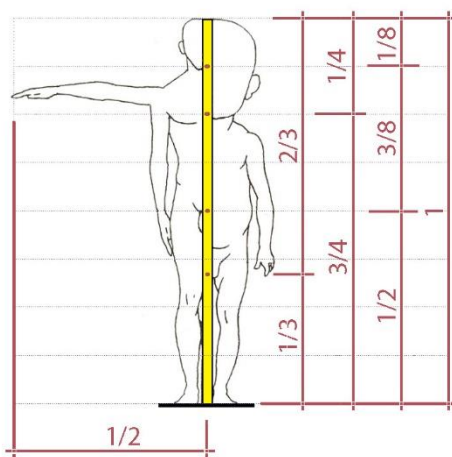
Ljudska vrsta se razlikuje od primata po nekoliko anatomskih osobina, među kojima su proporcije ruku i nogu u odnosu na ukupnu dužinu tela. U odnosu na ukupnu dužinu tela, mereno visinom, odrasli ljudi imaju relativno duge noge i kratke ruke. Vrednosti humerofemoralnog indeksa ukazuju da ljudi imaju kosti nogu koje su u proseku 34% duže, nego kod primata, u odnosu na dužinu kostiju ruku. Primarni razlog za to je dvonožna lokomocija kod čoveka, osobina koja je evoluirala pre najmanje 4,4 miliona godina. Dužina nogu mora iznositi 50% ukupne visine da bi se postigla biomehanička efikasnost ljudskog koraka. Kod modernih ljudi ovo se postiže u detinjstvu oko 7. godine. U odrasloj dobi,

proporcije tela koje su specifične za ljudsku vrstu omogućavaju ne samo dvonožan hod, već i efikasniju termoregulaciju, oslobađanje ruku za nošenje predmeta, trčanje na velike udaljenosti, gestikulaciju, komunikaciju, jezik i socijalno-emocionalni kontakt.

U četvrtom mesecu razvoja, ljudski fetus ima relativno kraće noge od šimpanze, orangutana ili gibona. Druga razlika je u proporciji veličine lobanje u odnosu na lice, koja je veća kod ljudskog fetusa nego kod šimpanze, orangutana ili gibona. Ovakav obrazac promena proporcija tela tokom trudnoće do rođenja, a zatim do odraslog doba, može se delimično objasniti evolucijom bipedalizma u interakciji sa evolucijom velikog i složenog mozga. Kod majmuna rast mozga je brz pre rođenja, a relativno se sporije razvija nakon rođenja. Ljudi imaju brzi rast mozga i pre i nakon rođenja. Razlike između majmuna i ljudi u masi mozga i odnosu između mase mozga i mase tela su mnogo veće u odrasloj dobi, a mnoge od tih razlika su postignute do sedme godine. Međutim, ono što najviše utiče na razlike nije toliko moždana masa već metabolička aktivnost mozga. Novorođenče čoveka koristi 87% svoje metaboličke stope u mirovanju za rast i funkcionisanje mozga. Do starosti od 5 godina, procenat korišćenja metaboličke stope je i dalje visok (44%), dok kod odraslog čoveka iznosi između 20 i 25%. Na sličnim stadijumima razvoja, vrednosti za šimpanzu su oko 45, 20 i 9%. Za intenzivan razvoj mozga u ranim periodima čovekovog razvoja, potrebni su ograničeni resursi hranljivih materija i kiseonika, te rast drugih delova tela može biti usporen. Tzv. kompromisi između rasta, razvoja i sazrevanja delova tela su uobičajeni u prirodi, uključujući i ljudsku vrstu.

6.1.2. Uzrasne razlike

Proporcije organizma u celini i pojedinih njegovih delova menjaju se sa uzrastom tokom života. Proporcije tela se menjaju na račun brzine rasta pojedinih delova tela, izraženih



Slika 79. Proporcije tela kod odraslog čoveka i novorođenčeta

u procentima njihovih definitivnih veličina. U momentu rođenja, dužina glave iznosi približno jednu četvrtinu ukupne dužine tela, dok u 25. godini glava predstavlja približno jednu osminu ukupne dužine. Takođe postoje proporcionalne promene u dužini udova, koje postaju duže u odnosu na ukupnu dužinu tela tokom godina rasta (Slika 79). Rast i razvoj čoveka odvija se po kefalokaudalnom gradijentu, koji je zajednički za većinu sisara. Kefalokaudalni gradijent rasta podrazumeva pojačanje intenziteta rasta od glave do stopala. To znači da je tokom postnatalnog doba, rast nogu dominantniji od rasta ruku. Noge, posebno tibija, rastu brže u odnosu na druge segmente tela od rođenja do starosti od 7 godina.

Tokom prvih meseci utrobnog života, glava zauzima skoro 50% ukupne dužine tela, dok ekstremiteti zaostaju u rastu tj. još su nerazvijeni. Embrioni imaju izrazito veliku glavu u odnosu na druge delove tela. U drugom mesecu gestacije, glava zauzima otprilike polovinu

dužine tela. U 5. mesecu razvoja glava predstavlja trećinu dužine ploda, noge su nešto duže (četvrtina dužine), a ruke se spuštaju uz trup otprilike do ivice karlice. U momentu rođenja glava iznosi četvrtinu dužine (visine), ruke više od trećine, a noge otprilike jednu trećinu. Kasnije se odnos glave prema celoj visini tela neprestano smanjuje, sve dok ne dostigne jednu osminu do jedne sedmine, dok dužina nogu dostiže otprilike polovinu visine kod oba pola. Ruke su nešto kraće od nogu; međutim kada se rašire one odgovaraju visini tela, a često su i nešto duže, barem kod muškaraca.

Novorođenčad imaju relativno veću glavu, dugački, uski grudni koš i kratke noge. Nakon rođenja, trup i ekstremiteti rastu brže od glave i lica, pa se sa odrastanjem proporcije celog tela konstantno menjaju.

Malo dete odlikuje se relativno malim razmerama ekstremiteta sa preovlađivanjem razmera glave i trupa, dobro razvijenim slojem masti koja pokriva muskulaturu. Zbog toga ekstremiteti imaju više ili manje cilindričnu formu; trup na poprečnom preseku ima takođe približno cilindričnu formu i još nije razdvojen na grudni i trbušni deo, stomak je isturen. U tom periodu udovi su kratki i tanki, ruke imaju otprilike četvrtinu, a noge samo osminu dužine. Krajem prvog perioda rasta (5–7 godina), lice je okruglo, sa malim aparatom za žvakanje i malim zagrižajem. U periodu smene zuba u građi tela deteta nastaju izmene: izduživanje ekstremiteta, povećanje aparata za žvakanje, smanjenje masnih slojeva, formiranje vidljivog reljefa mišića, spljoštavanje poprečnog preseka trupa, razdvajanje trupa na grudni i trbušni deo. Okrugli tip zamenjuje se izduženim, karakterističnim za školski uzrast.

Do devete ili desete godine devojčice su otprilike iste visine i mase kao i dečaci, iako su po čvrstini kostiju i razvoju zuba zrelije od dečaka. U proseku od desete godine nadalje, devojčice, koje će dostići svoju konačnu visinu i masu tela ranije, prevazilaze dečake i više su i teže od njih sve do četrnaeste godine. Tada se njihov rast opet izjednačava sa rastom dečaka. Devojke u ovom periodu prestaju brzo da rastu, dok dečaci rastu brzo još do sedamnaeste, odnosno devetnaeste godine.

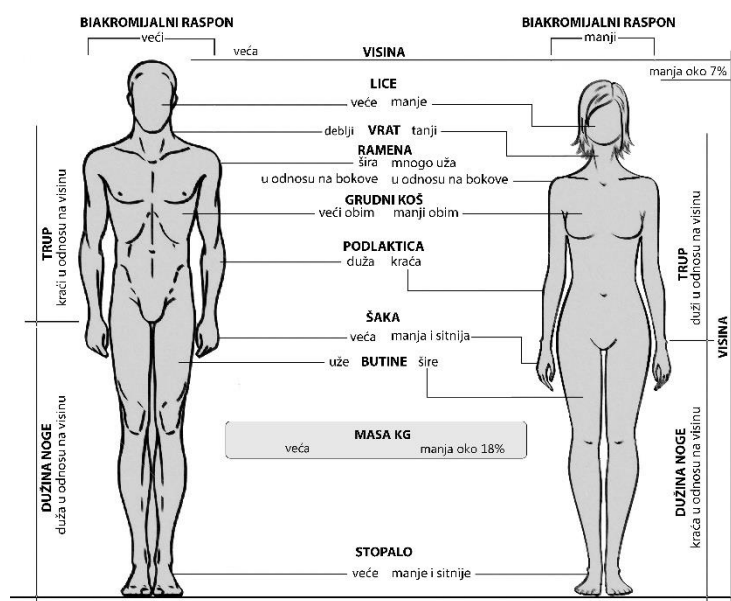
U ovom periodu se povećava i širina, posebno ramena, grudnog koša i karlice. Rast u širinu i povećanje obima se u proseku završava sa 22–24. godine; kod mnogih se širina nekih dimenzija neznatno (u milimetrima ili čak i manje godišnje) povećava. Npr. širina glave ili širina lica, dok obim počinje da se povećava u vezi sa konstitucijom (što zavisi od bazalnog metabolizma i hormonalnog statusa) kao i načinom života (ishrana, fizička aktivnost) već pre 30. godine, a naročito između 45. i 50. godine sve do 65–70. kad kod čoveka, barem u proseku, dolazi do starosnog gubitka materije. Tako se npr. obim grudnog koša i struka neprestano uvećavaju u odnosu na visinu, dok npr. obim butine dostiže svoj vrhunac sa 20 godina. Sa dubokom starošću često mogu da se smanje apsolutni obimi.

U mlađem zrelom dobu neki odnosi tela su dosta karakteristični: npr. dužina nogu odgovara obimu grudnog koša, dužina ruke odgovara obimu struka. Širina ramena je kod oba odrasla pola nešto iznad jedne petine ukupne visine (približno 22%) što znači da je kod muškaraca približno 3 cm veća.

Na samoj glavi se proporcije u velikoj meri menjaju. Kod dvomesečnog ploda lice je neznatno, a u 5. mesecu trudnoće glava iznad očiju sve do temena predstavlja približno jednu

četrtninu čitave visine. Kad se dete rodi lice je još uvek malo, a posebno je nerazvijena donja vilica, što je povezano sa nedostatkom zuba. Lice se najviše menja na kraju puberteta, sa razvojem stalnih zuba, kad se povećava visina kako gornje tako i donje vilice. Paralelno sa uvećanjem gornje vilice svoju konačnu veličinu dobija i nos. Međutim, neki delovi nosa i ušiju se uvećavaju u kasnijoj starosti. U dubokoj starosti gornja i donja vilica se opet smanjuju kako ispadaju zubi i proporcije lica postaju slične dečjoj, samo što je kod starijih ljudi brada srazmerno šiljata, dok je kod deteta jedva naznačena.

6.1.3. Polne razlike u proporcijama



Slika 80. Polne razlike u proporcijama tela

Odrasle žene su u proseku oko 7% (8 do 12 cm) niže i oko 18% (10–15 kg) manje mase tela u odnosu na muškarce (Slika 80). Žene imaju relativno duži trup u odnosu na visinu tela i relativno kraće noge u odnosu na visinu. Biakromijalni raspon apsolutno je i relativno manji nego kod muškaraca. Žene uglavnom karakteriše srazmerno malo lice i glatko strmo čelo. Crte lica su mekše, a deblji sloj potkožnog masnog tkiva u predelu lica predstavlja površinsku morfologiju žene. Vrat joj je nešto tanji, ramena su mnogo uža u odnosu na bokove nego kod muškaraca, grudni koš ima manji obim, a na velikim grudnim mišićima su razvijene dojke. Na trbuhu se retko mogu videti mišići koji su karakteristični za trbuh muškarca, ako nije gojazan. Polne razlike na leđima nisu tako uočljive, međutim žene imaju širu karlicu sa dva plitka udubljenja na gornjoj ivici.

Široka karlica i bokovi kod žena su obloženi debljim slojem potkožnog masnog tkiva. Butine su šire nego kod muškarca i kupasto se sužavaju prema sitnijim ali oblijim kolenima. Listovi su kod oba pola isto razvijeni, mada ih kod žena pokriva deblji sloj masnog tkiva. Nadlaktice su kod žena kupastije, a podlaktice pokazuju manje polnih razlika ali su kraće. Šake i stopala su kod žena manje i sitnije.

6.1.4. Proporcije tela u nekim klimatskim oblastima

Današnje populacije ljudi, pokazuju veliku raznolikost veličina, oblika i proporcija tela. Odnos sedeće visine spram celokupne visine tela (kormički indeks, KI) je uobičajena mera proporcija tela, koja se koristi u istraživanjima populacija. Celokupna visina tela umanjena za sedeću visinu može se koristiti i za procenu dužine nogu. Srednja vrednost kormičkog indeksa za populacije odraslih varira od minimalnih vrednosti, tj. relativno dugih nogu (a kratak trup), za australijske Aboridžine (KI = 47,3 za muškarce i 48,1 za žene) do maksimalnih KI vrednosti, tj. relativno najkraće noge (a dugačak trup), što je karakteristično za muškarce iz Gvatemale i za žene u Peruu (KI = 54,6 i 55,8). Međutim, interpretacija ovakvih razlika je komplikovana zbog razlika u načinu života, okruženju i genetici ovih populacija. Dva poznata ekološka principa, Bergmannova i Allenova pravila, često se navode kao primarni uzorci za globalne obrasce varijacija proporcija ljudskog tela. Velika telesna masa i relativno kratki ekstremiteti povećavaju odnos zapremine i površine i obezbeđuju oblik tela koji maksimizira zadržavanje toplote kod sisara. Nasuprot tome, u toplijim temperaturnim regionima, relativno dugi ekstremiteti povećavaju površinu tela u odnosu na zapreminu i omogućavaju veći gubitak toplote. Istraživanja pokazuju da ljudi koji žive u hladnijim regionima imaju tendenciju da imaju kraće udove u odnosu na ukupnu visinu, u poređenju sa grupama ljudi koje žive u toplijim regionima. Isto se odnosi i na veličinu pojedinih delova tela, kao što su nos i usne. Populacije koje nastanjuju regione sa hladnijom i suvljom klimom, karakteriše relativno uži nos u odnosu na populacije iz toplijih krajeva. Uzan nosni otvor omogućava zagrevanje hladnog vazduha, pojačavajući turbulenciju suvog i hladnog vazduha, zagrevajući ga na taj način i povećavajući vlažnost, kako pluća ne bi bila oštećena. Široke nozdrve primaju veliku količinu vazduha i omogućavaju maksimalan izdisaj zagrejanog vazduha iz pluća. Različitost u debljini usana je takođe anatomska prilagođenost klimatskim uslovima. Jedinke iz populacija koje naseljavaju tople predele imaju debele izvrnute usne, a stanovnici hladnih klimata tanke. Debele, izvrnute usne lakše odaju toplotu i na taj način hlade telo, dok tanke zadržavaju toplotu.

Klimatski faktori svakako imaju značajan uticaj na veličinu i proporcije ljudskog tela, međutim promene u ishrani kod današnjih tropskih populacija u svetu ublažile su uticaj klimatskih faktora. To se pre svega odnosi na uvođenje zapadnjačkog načina ishrane i ponašanja. Najverovatnije je da klima može oblikovati morfologiju tela kroz njen uticaj na dostupnost hrane i ishranu. Danas je poznato veoma malo gena odgovornih za determinisanje proporcija ljudskog tela. Procena je da se između 40% i 75% interindividualnih varijacija u proporcijama tela može pripisati genetskim efektima.

Severna područja

Eskimi žive na severu, najviše na arktičkim obalama Severne Amerike i Grenlandu. Po spoljašnjem izgledu oni su narod nižeg rasta, a njihova visina je od 150 do 160 cm. Boja kože je žuto-smeđa. Telo im je zdepasto, grudni koš dubok i širok, udovi u proseku kratki, šake i stopala sitni. Glava im je brahikefalna, lice široko i okruglo, sa dobro razvijenom potkožnom masnoćom, nos im je spušten i uzan sa suženim nozdrvama. Sve ove osobine su slika činjenice da telo manje površine odaje manju količinu toplote.

Tropska prašuma

Ono što je karakteristično za njih je nizak rast. Još uvek nije sasvim jasno zašto je to tako i koje su prednosti takvog prilagođavanja (osim možda za lakše kretanje po prašumi). Tela su im mala i okretna i lako se kreću po gustoj šumi. Koža im je tamna, iako ne crna, kosa kovrdžava čak čekinjasta. Nos je širok, nizak, spljošten, usne su deblje. Telesne proporcije su im normalne, tj. ruke i noge im nisu prekratke – izuzev kod nekih naroda u ekvatorijalnoj Africi. Ali i među ljudima iz tropskih šuma postoje razlike u zavisnosti od oblasti i ostrva: u Aziji više podsećaju na „mongoloide“, u Africi su „negroidi“, a u Americi „indijanci“.

Pustinja

Polupustinja (suva stepa) je Kalahari u južnoj Africi. Kalahari leži na 1000 do 1300 metara nadmorske visine. Ima delova u Kalahariju gde se na stotinama kvadratnih kilometara ne može naći hlad. Na ovoj teritoriji žive Bušmani i Hotentoti. Po telesnim proporcijama spadaju u tipične pustinjske ljude. Nekada verovatno nisu bili tako niski kao sada, što se može zaključiti po arheološkim iskopinama kostura. Njihovo telo je takvo da s obzirom na veličinu ima najviše površine za odavanje toplote i isparavanje. Prosečna visina muškaraca je ispod 150 cm. Hotentoti su malo viši (nešto više od 160 cm) i mešani su sa drugim grupama, pogotovo sa Nilotima i Bantu crncima. Bušmani i Hotentoti su vitki, ruke i noge su im tanke, šake i stopala mali. Njihova koža je suva, naborana, bez lojnih žlezda, smeđkastožućkaste boje i bez dlaka, brada je retka. Kosa im je karakteristična, slepljena u čuperke, od kojih su od tri do pet uvijeni u male loptice između kojih se vidi koža glave (što takođe povećava površinu). Očni otvor je uzak, a gornji kapak jako naglašen, što predstavlja zaštitu od jake sunčeve svetlosti, oči su im smeđe i imaju izuzetno oštar vid. Usne su im deblje, nos izuzetno nizak širokog vrha, brada je šiljasta ali ne štrči.

U pustinjskim uslovima, naslage masti na abdomenu i udovima nisu poželjne, jer se toplota koju stvara mišićna aktivnost ne može eliminisati preko kože na truhu i ekstremitetima. Bušmani iz Kalaharija u Africi, imaju specifične anatomske adaptacije da ohlade svoje telo. Sve rezerve masti su koncentrisane u njihovom glutealnom regionu, za razliku od ostalih delova tela koji su mršavi i žilavi. Ove masne naslage u regionu zadnjice nazivaju se "steatopigijom", koja omogućava nesmetan gubitak toplote preko kože na truhu, što dovodi do boljeg hlađenja tela.

Pustinjski Australijanci (Aboridžini) su narod koji potiče iz Afrike, odakle su preko Azije stigli u Australiju. Opšte odlike starosedelaca Australije veoma su slične i bliske negroidnom stanovništvu. Po telesnim proporcijama su slični Pigmejima i izvrsno su prilagođeni svom okruženju. Australijski Aboridžini, imaju izuzetno duge noge u odnosu na visinu. Boja kože im je tamnosmeđa, često crna, sluzokoža usana je plavičasta. Oči i kosa su im takođe tamni. Imaju vunastu kosu i jako razvijenu dlakavost na licu i telu. Visina Australijanaca odgovara evropskoj. Nos je izuzetno širok, i do 6 cm.

Ostrvljani na Pacifiku

Melanežani većinom žive na Novoj Gvineji i susednim ostrvima, a i na Bizmarkovim i Solomonskim ostrvima. Populacija Melanežana se deli u nekoliko etničkih tipova, u zavisnosti od različitih puteva praistorijskih migracija u ovaj region. Razlikuju se tri veće grupe: Negritosi, Papuanci i Melanežani.

Negritosi tj. potomci prvih doseljenika koji su niski, muskulozni, jake građe, a boja kože im je tamnosmeđa. Papuanci, potomci sledeće velike praistorijske migracije, nešto su viši, bakarno braon boje kože, jakih kostiju i ponekad imaju kukast nos. Melanežani, potomci poslednjih migranata koji su došli na ova ostrva, su najviši i najsvetlije boje kože, gracilne građe tela i manje vunaste kose u odnosu na ostale. Usled međusobnih mešanja, sva tri tipa se mogu naći u okviru jedne iste zajednice. Melanežani sa Solomonovih ostrva su jedini ljudi na svetu koji imaju crnu kožu i prirodno plavu boju kose. Smatra se da je plava boja kose pod kontrolom alela TIRP1 koji je jedinstven za ove ljude, i nije isti alel koji uzrokuje plavu kosu kod belaca.

Polinežani su po fizičkim obeležjima i kulturnim elementima mnogo jedinstveniji od Melanežana, iako žive na mnogo većem prostoru na mnogo manjih ostrva. Glavni centri su ostrva Samoa, Tonga i Tahiti. Polineziju čini preko 1000 ostrva u središnjem delu Tihog okeana. Polinežani su snažni i visoki (iznad 170 cm), imaju sklonost ka gojaznosti, boja kože im je smeđa, kosa ravna ili talasasta. Po proporcijama tela spadaju u najlepše ljude. Analize DNK su pokazale da su Polinežani genetički povezani sa prastanovništvom jugoistočne Azije, uključujući stanovnike Tajvana.

6.2. Konstitucija

Pod konstitucijom se podrazumeva forma tela tj. građa tela. Telesna konstitucija predstavlja pre oblik tela nego telesnu veličinu, a njeno merenje poznato je kao somatotipizacija. Genetički faktori imaju prvostepeni značaj za razvoj nečije konstitucije. Taner (1979) pod konstitucionalnim obeležjima podrazumeva sva ona obeležja koja se iz dana u dan ili u toku nekoliko godina ne menjaju. Konstitucionalne karakteristike čine morfološka, fiziološka i psihološka obeležja. Ljudsko telo je veoma varijabilno, čak i kada se radi samo o njegovom spoljašnjem izgledu, a svaka klasifikacija fizičkog izgleda, neminovno je bazirana na izboru određenih karakteristika, a eliminaciji nekih drugih.

Danas se sve više izučavaju faktori koji imaju odlučujući uticaj na razvoj individue i nekog konstitucionalnog tipa. Smatra se da se u osnovi konstitucionalnih razlika u prvom redu nalaze nasledni faktori.

6.2.1. Činioci koji utiču na uobličavanje konstitucije

Endogeni činioci

Endogene, unutrašnje činioce uobličavanja čovekove konstitucije čine nasleđe, pol i godine.

Nasleđe – uticaj genetskih činilaca na uobličavanje čovekove konstitucije jasno se zapaža kod jednojajčanih blizanaca, a potom i kod članova uže porodice. Nasledni činioci svakako nisu jedini od kojih zavisi uobličavanje kvantitativnih bioloških svojstava. Ona su poligeno definisana i pod uticajem su čitavog niza spoljašnjih činilaca.

Starost – uticaj starosti najjednostavnije je vidljiv u znatnim promjenama proporcija tela deteta od rođenja do odrasle dobi. Konstitucija je dinamičan sklop koji se tokom godina života znatno menja (prema Aschneru, ima osoba koje menjaju tokom života konstituciju, čak od astenično-gracilnog tipa do piknično-apoplektičnog tipa, iako se tako drastične promene retko viđaju).

Pol – uticaj pola jasno je vidljiv u nizu somatskih, antropometrijskih razlika u visini tela, masi, obliku karlice, distribuciji masnog tkiva, u sekundarnim polnim karakteristikama, funkcionalnim karakteristikama i u psihološkim karakteristikama

Egzogeni činioci

To su: ishrana, socijalni činioci, neke hronične bolesti, telesna aktivnost i sport.

Određivanje konstitucije

Konstitucija se određuje da bi se procenila predisponiranost i spremnost osoba za savladavanje fizičkih i psihičkih napora, kao i reakcija na različite uticaje iz okoline, te da bi se na osnovu uočenih zakonitosti, uz pomoć biostatističkih metoda to izrazilo u brojkama, normama i tablicama. Najčešće se u području sportske medicine i kineziologije utvrđuje morfološki habitus.

Istorija izučavanja konstitucije veoma je stara. Galen (II-III vek n.e.) je uveo pojam o habitusu za karakterisanje nečijeg spoljašnjeg oblika tj. morfologije. Osnivač starogrčke medicine Hipokrat (IV vek do n.e) je izdvojio nekoliko tipova konstitucije: dobra i loša; jaka i slaba; suva i vlažna; troma i gipka; preporučujući da se pri lečenju uzima u obzir konstitucija. Takođe je izvršio i klasifikaciju temperamenata prema koncentraciji telesnih tečnosti u organizmu:

- kolerični (*chole* - žuč) - ljuti, razdražljivi
- sangvinični (*sanguis* - krv) - optimistični, entuzijastični, uzbuđljivi
- flegmatični (*flegma* - sluz) - hladnokrvni
- melanholični (*melas chole* - crna žuč) - apatični

Kako je biološka nauka napredovala, ove primitivne ideje o hemiji tela zamenjene su složenijim idejama i savremenim studijama hormona, neurotransmitera i endorfina.

Među stručnjacima nema jedinstvenog mišljenja o čovekovoj konstituciji već postoji više pravaca i načina njenog određivanja.

Somatopsihološki pravac polazi od pretpostavke da konstitucija predstavlja sve psihofizičke osobine ličnosti ili „stanje našeg tela“.

Fiziološki pravac podrazumeva pod konstitucijom sumu svih faktora od kojih najznačajniji uticaj na konstituciju imaju fiziološki faktori tj. oni koji karakterišu otpor organizma prema spoljašnjim faktorima.

Genetički pravac podrazumeva da je konstitucija opredeljena u momentu oplodnje.

Mešoviti pravac pod konstitucijom podrazumeva postojanje individualnih osobina uslovljenih dejstvom naslednosti i sredine.

Mnogi istraživači za definisanje konstitucije koriste termin **somatotip**, jer je zasnovan na morfološkim kriterijumima. Neki autori predlažu da se izdvoje mikro, mezo i makrosomatici tj. da se diferenciraju ljudi po stepenu razvijenosti totalnih razmera tela. U mikrosomatike bi spadali oni sa malim razmerama, a u makrosomatike oni sa velikim.

6.2.2. Klasifikacija somatotipova

Klasifikacija Virole

Italijanski lekar Viola je početkom 20. veka izradio prvu klasifikaciju koja je bila bazirana na većem broju karakteristika ljudskog tela i koristila je 10 telesnih dimenzija. Prema ovoj kategorizaciji osobe su klasifikovane u 4 kategorije: longitudinalni tip, brahi tip, normo tip i mešani tip. Ova klasifikacija se danas uglavnom više ne koristi.

Klasifikacija Bunaka

Ruski antropolog Bunak je izvršio klasifikaciju na osnovu stepena odlaganja masti, razvijenosti muskulature, forme grudnog koša, trbuha i ramena. Obeležja građe lica i glave ne uključuju se u ovu klasifikaciju pošto po Bunaku ova obeležja nisu konstitucionalnog, nego rasnog porekla. Bunak pri opisu muške konstitucije izdvaja tri osnovna tipa (grudni, muskularni, i trbušni) i četiri prelazna podtipa (grudno-muskularni, muskularno-grudni, muskularno-trbušni i trbušno-muskularni).

Klasifikacija Galanta

Smatra se jednom od uspešnijih klasifikacija ženske konstitucije. On kod žena izdvaja sedam tipova konstitucija grupisanih u tri kategorije. U osnovi ove kategorizacije uključene su i morfološke i psihofizičke karakteristike.

A. Leptosomne konstitucije

1) *Astenični tip* – karakteriše se mršavim telom, s pljosnatim, uskim, dugačkim grudnim košem, uvučenim trbuhom, uskom karlicom, s dugačkim mršavim nogama; pri sastavljenim nogama među butinama ostaje prazan prostor. Lice je usko, izduženo, suvo, sa dugačkim nosom. Muskulatura je slabo razvijena, na trupu, pojasu i krstima nema odlaganja masnog tkiva, koje daje telu tipičnu ženstvenost

2) *Stenoplastični tip* - sličan je asteničnom tipu. To je uzan tip ali su kvalitativno i kvantitativno bolje razvijena sva tkiva organizma, zdravlje je dobro, dobra je opšta uhranjenost i taj tip se približava idealnoj ženskoj lepoti.

B. Mezosomne konstitucije

1) *Piknički tip* – odlikuje se u celini umerenim ili malo povišenim odlaganjem masti, skraćenim ekstremitetima u odnosu na žene stenoplastičnog tipa, okruglom glavom i licem, punim i skraćenim vratom, relativno širokim i okruglim ramenima. Njima je svojstven cilindrični grudni koš, okrugli trbuh, široka karlica s karakterističnim naslagama masti. Bedra su okrugla, spajanje nogu je puno, koža nežna i glatka.

2) *Mezoplastični tip* – je sa zdepastom osnovnom figurom, umereno razvijenom muskulaturom i razvijenim skeletom. Masni sloj je bolje razvijen u odnosu na piknički tip. Lice je široko i ne sasvim pravilno zaokruženo, a jagodice su jako izražene.

C. Megalosomna konstitucija

Kod ove konstitucije karakterističan je jednak rast u dužinu i širinu, za razliku od tendencije rasta u dužinu kod leptosomnih tipova i rasta u širinu kod mezosomnih tipova.

1) *Atletski tip* – je tip žene s izrazito jako razvijenom muskulaturom i skeletom, veoma slabo razvijenim masnim tkivom, imaju muški tip terminalnog dlakavog pokrova, karlica je muške građe, a crte lica su muške.

2) *Subatletski tip* – pravi ženski tip konstitucije pri atletskoj građi tela. To su visoke žene skladne, snažne građe, sa umerenim razvojem muskulature i masti.

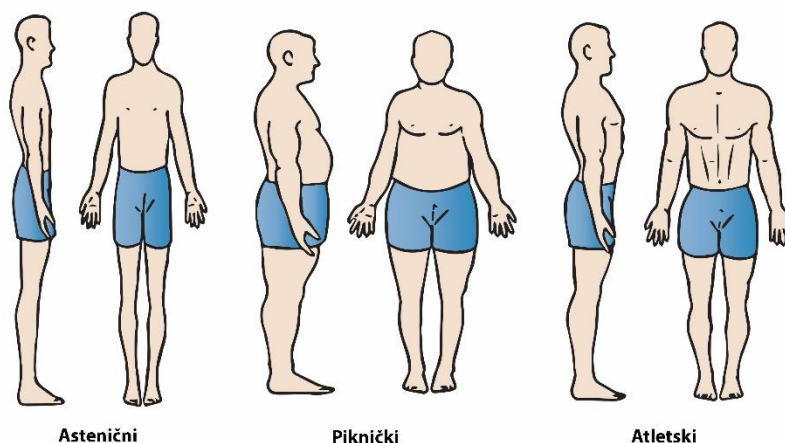
3) *Euriplastični tip* – „borilačko-atletski“ tip kod koga se zapaža jako razvijeno masno tkivo uz izražene osobine atletskog tipa građe u pogledu razvijenosti skeleta i muskulature.

Klasifikacija Krečmera

Klasifikacija Krečmera, nemačkog psihijatra, smatra se začetkom savremenijeg definisanja morfološkog tipa. Krečmer je izdvojio tri osnovna tipa (Slika 81):

Astenični tip – sa pljosnatim i dugačkim grudnim košem, ostrim nadtrbušnim (infrasternalnim) uglom, relativno širokom karlicom, mršavim telom sa slabo razvijenim potkožnim masnim tkivom, s dugačkim i tankim udovima, uskim stopalima i šakama, glava nije velika, vrat je dugačak i uzan, nos je oštar i uzan, a kosa na glavi je čvrsta.

Atletski tip – odlikuje se širokim, jakim ramenim pojasom, trapezoidne forme trupa, sa relativno uskom karlicom, izraženim mišićnim reljefom, grubom građom kostiju, jakim udovima, velikim stopalima i šakama, glavom izdužene forme, jakim vratom, grubim opštim crtama lica i gustom kosom.



Slika 8176. Tipovi konstitucije po Krečmeru

Piknički tip - odlikuje se kratkim, dubokim, ispupčenim grudnim košem, tupim nadtrbušnim (infrasternalnim) uglom, mekom okruglom formom usled razvijenosti potkožnog

masnog tkiva, udovi su relativno kratki, šaka i stopalo kratki i široki, glava je relativno velika i okrugla, teme spljošteno, vrat kratak i masivan, lice široko s mekim konturama sa slabo izraženim profilom, kosa je meka i sklona ćelavosti.

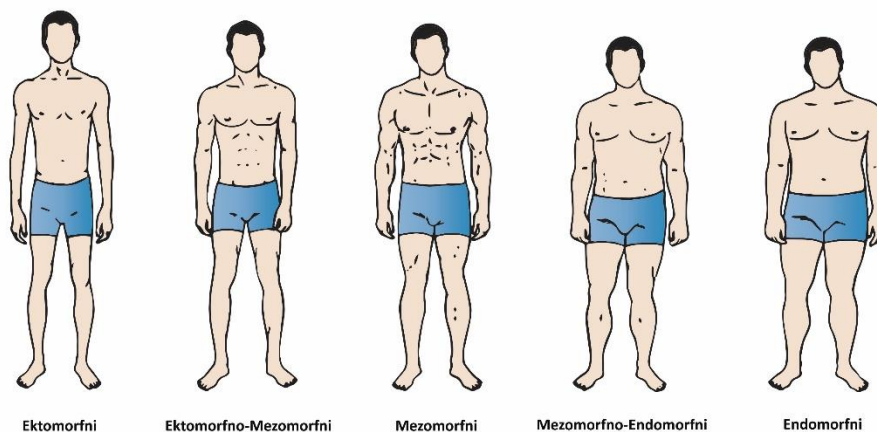
Krečmer je na osnovu psihičkih svojstava i reakcija pojedinih osoba pravio klasifikaciju konstitucionalnih tipova na: ciklotime i shizotime. Ciklotimi tip ljudi obuhvata sve osobe koje su ekstrovertne. Ove osobe su orijentisane prema spolja, otvorene su prema drugim ljudima u komunikaciji i druženju. Ove osobe su prirodne u ponašanju, realne, socijalne, aktivne i vrlo preduzimljive. Karakteristika im je da ne vole apstraktne stvari, u suštini ove osobe su realisti. Svesne su vremena u kom žive. Obično se ove osobe vezuju i identifikuju sa pikničkom konstitucijom.

Shizotimi tip su introvertne osobe, orijentisane prema unutra, zatvorene prema drugim osobama, kako u komunikaciji tako i u druženju. Teško se prilagođavaju okolini (posebno ako se nađu u novoj sredini). Vole apstraktne stvari, žive u snovima. Ovaj tip je uglavnom vezan za leptosomni konstitucionalni tip.

Od poznatih imena iz naučnog i umetničkog sveta Krečmer je smatrao da su pikničko-ciklotimu konstituciju imali: Darwin, Zola, Gete, Paster, Koh i dr. Leptosomno-shizotimu konstituciju imali su: Mikelandelo, Kant, Tolstoj, Njutn i dr.

Međutim, ovakva Krečmerova podela osobina ličnosti u odnosu na telesnu konstituciju nije naišla na snažnu podršku empirijskih studija.

Klasifikacija Šeldona



Slika 772. Somatotipovi prema Šeldonu

Američki psiholog Šeldon je uradio klasifikaciju koja se zasniva na danas opšte prihvaćenoj tezi da ne postoje „diskretni tipovi”, već samo kontinualno distribuirane komponente građe. Šeldon koristi pojam somatotipizacije i definiše određivanje somatotipa na osnovu kvantifikacije tri embrionalne komponente: endoderma, mezoderma i ektoderma. Na taj način Šeldon predlaže klasifikaciju prema dominantnosti jedne od triju embrionalnih komponenata. Šeldon izdvaja tri tipa: endomorfni, mezomorfni i ektomorfni (Slika 82) koji odgovaraju embrionalnim listovima (endo, mezo i ektodermu). Stepem izraženosti pojedinih komponenata različit je kod različitih individua i ocenjuje se po sedmostepenoj skali (7–1).

Maksimalno mogućem stepenu (7) odgovara i maksimalni stepen izraženosti komponenata. Opis somatskog tipa izražava se pomoću tri broja X-X-X koji odgovaraju trima komponentama: endomorfnoj (prva komponenta), koja daje ocenu relativne izraženosti potkožnog masnog tkiva, mezomorfnoj (druga komponenta), koja daje ocenu muskuloskeletne robusnosti u odnosu na visinu tela i ektomorfnoj (treća komponenta), koja daje ocenu relativne linearnosti građe tela. Najizraženija komponenta daje osnovu tipa, a prema izraženosti ostale dve određuje se modifikacija osnovnog tipa. Ocene za svaku komponentu od ½ do 2½ smatraju se niskom zastupljenošću, 3 do 5 su umerene, 5½ do 7 su visoke, a 7½ i više su veoma visoke. Najčešći somatotipovi su 3-4-4, 4-3-3 i 3-5-2.

Klasifikacija Škerlja

Slovenački antropolog Škerlj je izradio shemu koja se često koristi. Po njemu je konstitucijske tipove bolje označavati kao vektore telesne građe. Škerlj kod oba pola razlikuje dva vektora telesne građe.

Na evisomatskom (širokotelesnom) vektoru preovlađuju sve širinske mere, pa je takav čovek široko plećat, ima veći trbuh, ispupčen u visini želuca. Polni organ je kratak. Na licu je karakterističan, često širok i nagore povijen nos, puni obrazi, velike vilice.

Za leptosomatski (uskotelesni ili vitki) vektor je karakteristično da na njemu preovlađuju dužina i vitkost: laktovi su vitki, ruke su duge i uske, isto je sa nogama i stopalama. Trbuh je upao i obično samo pod pupkom ispupčen, polni ud je dug. Nos je uzak, dug, često orlovski, grudni koš je dug.

Sve navedene sheme imaju svojih nedostataka, pa je zbog toga prilikom ispitivanja konstitucije pojedinih populacija ili grupa važno naglasiti koja se shema koristila pri radu. Dijagnostika dečjih konstitucija radi se primenom pojedinih shema za odrasle ili izradom posebni, specijalnih shema za decu.

Heath-Carter metod somatotipizacije

U savremenim istraživanjima somatotipa, najčešće se koristi Heath-Carter metod somatotipizacije koji predstavlja modifikaciju Sheldonove klasifikacije. Postoje tri načina dobijanja somatotipa.

(1) Antropometrijska metoda u kojoj se koriste antropometrijska merenja za procenu somatotipa.

(2) Fotoskopska metoda, u kojoj se koriste standardizovane fotografije.

(3) Kombinovana metoda predstavlja kombinaciju antropometrije i fotografske metode.

Antropometrijski metod za izračunavanje somatotipa zasniva se na merenju 10 dimenzija čoveka: visine, mase tela, četiri kožna nabora (triceps, supskapularni, supraspinalni, na potkolenici), dva koštana dijametra (biepikondilarni humerus i femur), i dve obimske dimenzije (savijene nadlaktice i potkolenice). Antropometrijski somatotip se zatim dobija korišćenjem određenih formula. **Endomorfna** komponenta se izračunava na osnovu sume kožnih nabora na tricepsu, supskapuli i supraspinalnog. **Mezomorfna** komponenta se izračunava na osnovu širine humerusa, širine femura, korigovanog obima nadlaktice,

korigovanog obima potkolenice i visine tela. **Ektomorfna** komponenta se izračunava na osnovu tri različite jednačine u zavisnosti od odnosa između visine i mase tela.

Nakon izračunavanja svake komponente mora se proveriti da li su rezultati logični. Generalno, somatotipovi sa visokim vrednostima endomorfije i/ili mezomorfije ne mogu imati visoke vrednosti ektomorfije. Nasuprot tome, osobe sa visokim nivoom ektomorfije ne mogu imati visoke vrednosti endomorfije i/ili mezomorfije. Osobe koje imaju nizak skor endomorfije i mezomorfije moraju imati visok skor u ektomorfiji. Većina ljudi ima konstituciju koja predstavlja nešto između dva tipa, odnosno postoje i međutipovi kada osobe imaju dobro razvijene obe komponente. Npr. ektomorfno-mezomorfna građa predstavlja razvijenu linearnost tela sa dobro razvijenom muskulaturom, dok mezomorfno-endomorfna građa predstavlja dobro razvijenu muskulaturu sa nešto razvijenijim potkožnim masnim tkivom. (Slika 82)

Fotoskopska metoda ili somatotipska fotografija predstavlja značajan dokument o fizičkom stanju, pogotovo kada se rade longitudinalne studije rasta. Može se koristiti kao dopuna antropometrijskom ocenjivanju somatotipa, u proceni telesne konstitucije i antropometrijskog profila. Fotografija pruža dodatne informacije o tome kako izgleda npr. određeni 2-5-3 ili 6-3-1 somatotip.

3D skeneri

Sa napretkom digitalne tehnologije, danas su razvijene nove metode vizualizacije ljudskog tela. Jedna od njih je i trodimenzionalni (3D) skener koji proizvodi virtuelne slike celog tela iz kojih se zatim mogu izdvojiti različite mere čoveka (razne dužinske, širinske i obimske dimenzije) i njegova konstitucija. 3D skeneri mogu snimiti ljudsko telo, ili samo određene delove, u roku od nekoliko sekundi, a danas nalaze primenu u humanoj biologiji, raznim područjima medicine, sportu i zabavnoj industriji. Ova metoda će značajno doprineti preciznosti merenja i vizualizaciji veličine, oblika i površine ljudskog tela.

6.2.3. Varijabilnost humanog somatotipa

Somatotip se menja tokom rasta, ali i tokom odrasle dobi, zavisno od uticaja spoljašnjih i unutrašnjih činilaca.

Uočena je varijabilnost somatotipova ispitanika iste životne dobi i pola u različitim populacijama sveta. Učestalosti pojedinih somatotipova razlikuje se od populacije do populacije. Različitost somatotipova s obzirom na pol, zapaža se od najranijeg uzrasta, iako je u predškolskom uzrastu slabije vidljiva, a tokom sazrevanja postaje izražena. Žene pokazuju veću razvijenost endomorfije i manju razvijenost mezomorfije u odnosu na muškarce. U ektomorfnosti razlike nisu toliko izražene. Polni dimorfizam somatotipa odraz je bioloških polnih razlika u sastavu i obliku tela.

Mnogi autori opisali su povezanost konstitucionalnog tipa i vremena nastupa sazrevanja. Uočeno je da dečaci mezomorfne i endomezomorfne konstitucije češće ranije sazrevaju, dok dečaci ektomorfne i mezoektomorfne građe češće pripadaju grupi kasno sazrevajućih. Kod devojaka koje ranije sazrevaju uočena je izraženija endomorfna komponenta, što je u skladu sa saznanjima o promenama sastava tela vezanim za sazrevanje.

Tokom odrasle dobi somatotip se takođe menja. Pod uticajem je niza spoljašnjih činilaca. Redovno fizičko vežbanje i pravilna ishrana mogu uticati i biti značajni činioci u održavanju stabilnog somatotipa. Najčešće se međutim, zapažaju pomaci u somatotipu muškaraca ka povećanju endomezomorfije, a u somatotipu žena ka povećanju endomorfije.

Somatotip koji određujemo u datom trenutku fenotipska je odlika i rezultat genotipa i uticaja okoline. Varijabilnost somatotipa odnos je varijabilnosti genetskih uticaja i varijabilnosti uticaja okoline u različitim populacijama i populacionim grupama. Studije koje su sprovedene na blizancima uglavnom upućuju na umeren nivo naslednosti komponenata somatotipa, s većim koeficijentima naslednosti mezomorfije u žena i endomorfije u muškaraca.

Somatotip sportista – značaj somatotipa i uticaj sporta na razvoj somatotipa

U novijoj eri sportske medicine, u prvoj polovini 20.veka, mnogi su istraživači opisivali i merili karakteristike građe tela uspešnih sportista pojedinih sportova. Zanimanje za povezanost somatotipa i sportske uspešnosti temelji se na praćenju raznolikosti građe tela i sposobnosti, s obzirom na sport ili sportsku disciplinu kojom se sportista bavi. Različitost u građi tela izraženija je kod uspešnijih sportista.

Uočene su uže distribucije somatotipova za neke sportove višeg takmičarskog ranga i jasne somatotipske razlike između nekih sportova i sličnosti između drugih. Carter (1970) smatra somatotip značajnim selektivnim faktorom za uspeh u vrhunskom sportu. Današnje saznanja o somatotipu vrhunskih sportista pojedinih sportova dobijena su na osnovu studija na Olimpijskim igrama. Prosečan utvrđeni somatotip olimpijaca bio je za muškarce 2-5-2,5, a za žene 3-4-3. Polovina ispitanika imala je somatotip vrlo blizu ovih prosečnih vrednosti. Većina vrhunskih sportista je dominantno mezomorfne građe, ima izraženiju mezomorfiju i manje izraženu endomorfiju nego sportistkinje. Pri tome vrhunski dizači tegova, džudisti i rvači visokih težinskih kategorija najizraženije su mezomorfni.

Studije o povezanosti somatotipa sa motoričkim sposobnostima ukazuju na veću povezanost somatotipa sa boljim postignućem u testovima snage, izdržljivosti i brzine, nego u testovima fleksibilnosti i ravnoteže. Mezomorfija je pozitivno povezana sa boljim postignućem u testovima funkcionalno-motoričke sposobnosti. Endomorfija nasuprot tome sa rezultatima većine testova pokazuje negativnu povezanost.

Somatotipizacija je koristan postupak u selekciji sportista i korisna je u proceni koji sport odabrati.

7. PLANIRANJE ISTRAŽIVANJA U HUMANJOJ BIOLOGIJI

U istraživanjima humanih populacija svi podaci koji se analiziraju obično su rezultat nekog merenja. Pod merenjem se podrazumevaju različiti načini kvantifikacije i klasifikacije antropoloških fenomena. Za obradu izmerenih kvantitativnih karakteristika koriste se matematičke metode. Kvalitativne karakteristike se takođe matematički mogu obraditi, jer se i one mogu tretirati kao kvantitativne, jer kvalitet nekog fenomena u stvari definiše posedovanje ili neposedovanje neke osobine.

Podaci humano-bioloških istraživanja, odnosno rezultati raznih merenja rešavaju se prvenstveno matematičko-statističkim metodama.

Zavisno od vrste i prirode problema primenjuju se i odgovarajuće univarijantne ili multivarijantne statističke metode. Kada se rezultati statistički obrade oni predstavljaju osnovu za interpretaciju i diskusiju rezultata istraživanja.

Pod istraživanjem se podrazumeva „sistematski, kritički, kontrolisani i ponovljivi proces sticanja novih znanja neophodnih za rešavanje naučnih problema“.

7.1. Vrste istraživanja

Klasifikacija naučnih istraživanja može se izvesti na osnovu različitih kriterijuma.

Prema prirodi naučnih istraživanja razlikuju se:

- teorijska istraživanja,
- empirijska istraživanja.

Između ove dve vrste ne postoji oštra granica, zato što je često problem istraživanja teorijskog karaktera, a dokazni materijal je rezultat iskustvenih metoda (empirijske prirode), sa druge strane, problem istraživanja može biti empirijskog karaktera, a rezultati koji se dobijaju istraživanjem neophodno traže i teorijska znanja.

Prema cilju preduzimanja naučna istraživanja se dele na:

- fundamentalna (bazična) – radi sticanja novih znanja, proveravanja i proširivanja postojećeg sistema znanja,
- aplikativna (primenjena) – radi sticanja novih znanja potrebnih za praktičnu primenu.

Prema stepenu poznavanja problema naučna istraživanja mogu biti:

- eksplorativna – kada još nije poznat ili je nedovoljno poznat problem istraživanja, pa je osnovni cilj da se to utvrdi,

- konfirmativna (provera hipoteze) - kada je problem poznat ali se sprovodi provera hipoteze istraživanja. Većina istraživanja u antropologiji spada u ovu vrstu.

Prema vremenskom trajanju:

- transverzalna – kada se istražuje populacija u jednom kratkom periodu,
- longitudinalna – kada se populacije istražuju kontinuirano u više uzastopnih perioda, tj. tokom više godina.

U odnosu na stepen kontrole naučna istraživanja se dele na:

- laboratorijska – obavljaju se u strogo kontrolisanim uslovima i sa odgovarajućom opremom,
- terenska – manje kontrolisani uslovi i to izborom vremena i mesta obavljanja posmatranja i merenja,
- biblioteka – prikupljanje i objedinjavanje rezultata do kojih su došli drugi istraživači.

7.2. Tipovi istraživanja

Postoje različite vrste antropoloških problema pa se tako za njihovo rešavanje koriste različiti tipovi istraživanja. Istraživanja se uglavnom mogu podeliti u dve grupe: analitička ili eksperimentalna i deskriptivna ili opservaciona, a oba tipa istraživanja se rade kako na pojedincima tako i na populacijama. Koji od ova dva tipa će se primeniti zavisi od ciljeva i hipoteze istraživanja. Deskriptivna istraživanja su ona koja samo opisuju postojeću situaciju varijabli bez obzira na uzrok. Deskriptivne studije mogu biti veoma važan prvi korak, jer pružaju informacije o učestalosti i mogućim determinantama određenog stanja. Ovakva istraživanja često predstavljaju prvi naučni korak ka novim oblastima istraživanja, a osmišljena su da odgovore na pet osnovnih pitanja: ko, šta, zašto, kada, gde?

Analitička istraživanja:

- Istorijska istraživanja bave se onim što se već desilo. Istraživača najviše interesuju rezultati ranijih istraživanja tj. merenja koji mogu da pruže više značenja i razumevanja za sadašnje stanje stvari.
- Meta analiza (sinteza istraživanja) – „istraživanje istraživanja“, zbog toga što se vrši sinteza i analiza više publikovanih istraživanja. Ovakva analiza se radi bez klasičnog prikupljanja podataka, jer se koriste i upoređuju rezultati već postojećih istraživanja.

Deskriptivna istraživanja

- Anketno istraživanje (upitnici, intervjui) –jedan je od najčešće primenjivanih načina istraživanja. Podrazumeva korišćenje raznih upitnika i definisanih intervjua, kao osnovnih tehnika prikupljanja podataka. Najčešće se koriste za

prikupljanje podataka o antropološkim, sociološkim, ekonomskim, demografskim karakteristikama ispitanika.

- Normativno istraživanje – podrazumeva merenje velikog broja ispitanika podeljenih u kategorije po polu, uzrastu, obrazovanju itd. Često se koristi u ispitivanjima antropoloških karakteristika, a cilj ovih istraživanja je da se definišu norme datih karakteristika za željenu grupu ispitanika tj. populacije.
- Studija slučaja – koristi se da pruži detaljne informacije o individui. Često se koristi u medicini, stomatologiji, npr. za opisivanje nekog retkog sindroma ili bolesti, kao i u psihologiji, sociologiji, a u sportskoj antropologiji, npr. za opisivanje nekog vrhunskog sportiste ili sportskog događaja.
- Razvojna istraživanja – analiziraju promene tokom biološkog razvoja, odnosno starenja. Najčešće se sprovode na deci i omladini ili tokom celokupnog životnog doba. Predmet istraživanja su najčešće antropološke karakteristike i sposobnosti (motoričke, funkcionalne, kognitivne).
- Korelaciona istraživanja – imaju za cilj da se ispita odnos (veza, korelacija) između analiziranih svojstava da se ispita povezanost dve ili više varijabli, a posebno da se izvrši predviđanje nekih varijabli na osnovu drugih.
- Transverzalna istraživanja se sprovode u sadašnjem vremenu. Poznatija su i kao istraživanja prevalencije i u ovakvom istraživanju ne postoji kontrola. Istraživanja prevalencije određenih kategorija nutritivnog statusa ili prevalencije centralne gojaznosti, predstavljalo bi ovakav tip istraživanja. Takođe, razvojna istraživanja dece i omladine u određenom vremenu spadaju u transverzalna istraživanja.
- Kohortno istraživanje predstavlja poseban tip longitudinalnog istraživanja gde se ispitanici koji trenutno imaju određeno stanje i/ili primaju određeni tretman, prate tokom vremena i upoređuju sa drugom grupom koja nije pogođena tim stanjem, odnosno bolešću koja se istražuje. Na primer, ispitivanje efekta pušenja na zdravlje bi moglo da se smatra neetičnim. Međutim, opravdana i razumna alternativa bi bila studija koja bi se vršila na dve grupe ispitanika; grupu ljudi koji puše i grupu ljudi koji ne puše, a zatim praćenjem ovih ispitanika tokom vremena kako bi se utvrdilo koje zdravstvene tegobe bi se mogle razviti kod obe grupe ispitanika. Ovakve studije se često sprovode i u epidemiološkim istraživanjima da bi se utvrdilo kako faktori rizika utiču na učestalost bolesti. Često se koriste za identifikaciju uzroka bolesti. Osnovna mana ovakvih istraživanja je što mogu trajati veoma dugo.
- Studije praćenja (*surveillance*) su veoma bitna deskriptivna istraživanja. Ona podrazumevaju prikupljanje informacija koje su bitne za javno zdravlje, njihovu analizu i tumačenje, te pravovremeno širenje tih podataka stručnoj i široj javnosti.

- Ekološka istraživanja – istraživanje zajednica koja se više baziraju na populacijama, a ne na individuama. Grupe se mogu definisati geografski, sociodemografski ili prema vremenu ispitivanja. Ekološke studije su često polazna tačka u definisanju epidemiološke slike (primer, distribucija određene bolesti kod ljudi sa različitim profilima rizika).

7.3. Etika u humanoj biologiji

Poslednjih godina mnogo se govori o etici u profesionalnom životu. Profesionalna društva često imaju svoje etičke modele. U mnogim zemljama, kursevi etike su deo univerzitetskih programa. Medicina, pravo, inženjerstvo i biznis imaju svoje etičke standarde i kodekse. Naučna zajednica takođe ima svoje etičke kodekse za istraživanje i praksu. Oni obezbeđuju okvir za donošenje pravilne odluke u situacijama gde postoje oprečne obaveze i odgovornosti. Kodeksi obezbeđuju okvir generalnih principa. Humani biolozi imaju niz odgovornosti – prema ljudima čiji život proučavaju, prema nauci i javnosti. Odgovornosti koje imaju humani biolozi su slične odgovornostima koje imaju i drugi naučnici u drugim naučnim disciplinama.

Naučnik neće falsifikovati i plagirati tuđe rezultate, neće nesavesno prikupljati materijal, neće zlostavljati i diskriminisati druge ljude, neće davati profesionalne savete u oblastima za koje nije kompetentan, neće vršiti tajno istraživanje koje ne može da se objavi. Naučnik će biti objektivan recenzent. Ovo su utvrđeni i široko poznati principi. Međutim, najveća odgovornost koju imaju fizički antropolozi i humani biolozi je prema ljudima koje proučavaju.

Bioetika je posebna grana etike koja se odnosi na ljudsko zdravlje i život čoveka. Glavne teme kojima se bioetika bavi su: abortus, alternativna medicina, vantelesna oplodnja, donacija organa, eugenika, eutanazija, kloniranje, kontracepcija, placebo efekat, transseksualnost, transfuzija krvi, samoubistvo.

Formalna bioetika je počela da se razvija nakon II svetskog rata, kao posledica nacističkih eksperimenata na živim ljudima. Formiran je skup istraživačkih etičkih načela za istraživanje na ljudima koje propisuje Nirnberški kodeks, a koji je kasnije dopunjen Helsinškom deklaracijom (1964. godine) koja definiše postupak istraživanja na ljudima. Kodeks propisuje isključivo dobrovoljno učestvovanje i daje listu kriterijuma koji moraju biti ispunjeni pre nego što se pristupi bilo kakvom istraživanju na ljudima. Izdvojena su tri etička principa: autonomija i poštovanje ličnosti, beneficije i pravda. Oni znače: ne čini nikom ništa loše, primenjuj pravila pravde i poštenja, nemoj uskraćivati slobodu drugim osobama i pomaži drugim ljudima. Takođe se ističu šest faktora koji su naročito značajni:

- mora se poštovati privatnost i dostojanstvo individua,
- mora se poštovati anonimnost ispitanika,
- ukoliko je moguće, treba dati neki vid nadoknade za učestvovanje u istraživanju,
- lokalna populacija bi trebala da ima neke beneficije od sprovedenog istraživanja u smislu medicinske, stomatološke ili slične pomoći,

- treba razviti dobre socijalne odnose sa ispitanicima,
- mora postojati krajnja briga i poštovanje prema kulturnom integritetu grupe.

Humani biolozi proučavaju čitav niz humanih varijacija i često istražuju svojstva koja zahtevaju od istraživača da ih ponovo proučava i da se više puta vraća u lokalnu zajednicu kako bi proučavao ta svojstva. Pojedini istraživači proučavaju populacije tokom više decenija. Tokom dekada etički standardi se mogu promeniti. Istraživači uslovno moraju misliti o dejstvu istraživanja na ispitanike – na njihovo zdravlje i psihološko blagostanje. Važno je da istraživač vodi računa kakav će uticaj imati njegovo istraživanje na proučavanu populaciju. Mnoge antropološke studije su bazirane na izdvojenim, ugroženim i diskriminisanim grupama, a rezultati takvih studija mogu uticati na celu populaciju određene grupe. Zbog toga odobrenje za ovakve studije treba tražiti na višem nivou, tj. od lokalnih vlasti i ministarstava.

7.4. Osnovni statistički pojmovi koji se koriste u humano -biološkim istraživanjima

Da bi se mogli baviti naučnoistraživačkim radom, neophodno je poznavati osnovne statističke pojmove koji se koriste u antropološkim istraživanjima. Elementarni pojmovi su: varijabla (karakteristika, osobina), uzorkovanje, organizovanje i prikazivanje podataka, deskriptivna statistika, distribucija varijabli.

Varijabla

Predstavlja karakteristiku koja se meri nekim postupkom. Termin varijabla podrazumeva da rezultati merenja mogu da variraju u određenom vremenu ili od jednog do drugog slučaja. Kada se izvrši merenje ispitanika, njihove antropološke karakteristike, skupovi rezultata tih merenja predstavljaju varijable. Prema tome, varijabla je niz rezultata merenja jedne sposobnosti ili karakteristike ispitanika. Pošto su podložne promeni potrebno ih je često meriti, kada je potrebno da znamo pravo sadašnje stanje u toj varijabli. Kada se analizira jedna varijabla koristi se univarijantna statistika, a kada se analizira više varijabli multivarijantna. Varijable mogu biti kontinuirane i diskretne (diskontinuirane).

Kontinuirane su one koje teoretski mogu imati bilo koju vrednost u nekom logički očekivanom rasponu.

Diskretne se dobijaju brojanjem ispitanika (npr. broj osoba sa odgovarajućom krvnom grupom, broj daltonista, hemofiličara, broj neosetljivih na PTC itd.)

Statistika

Predstavlja skup matematičkih metoda kojima se rezultati merenja organizuju, obrađuju i predstavljaju. Statistika je neophodna istraživaču kako bi:

- isplanirao istraživački rad na što ekonomičniji način i sa što većom efikasnošću,
- obradio dobijene podatke i definisao zaključke,
- kako bi mogao redovno i uspešno da prati naučno -istraživačku literaturu.

Jedino statistički obrađeni podaci imaju neku vrednost. Korišćenje statistike naročito dolazi do izražaja u humanoj biologiji, s obzirom na to da između ljudi postoji veliki varijabilitet u karakteristikama, sposobnostima i ponašanju. Osim deskriptivne i korelacione statistike koristi se i treća, inferencijalna kategorija statističkih tehnika za određivanje značajnosti razlika između grupa ljudi.

Uzorkovanje

Pod uzorkom se podrazumeva skup ispitanika. Uzorkovanje je proces odabiranja ljudi iz populacije koja nas interesuje i to tako da na osnovu analize uzorka možemo generalizovati rezultate istraživanja na populaciju iz koje je izvučen uzorak. Kod uzorkovanja je važno definisati:

- veličinu uzorka,
- reprezentativnost uzorka,
- realnu mogućnost formiranja uzorka.

Populacija je skup svih entiteta na nekoj definisanoj teritoriji i u vremenu. Tako npr. svi učenici prvog razreda osnovnih škola neke veće geografske celine čine veliku grupu. Međutim, i ta grupa može se suziti na učenike sa teritorije nekog većeg grada, dalje se ta populacija može još suziti na osnovu nekih drugih karakteristika. Kod većine istraživanja u humanoj biologiji se teži da veličina uzorka, tj. broj ispitanika bude što je moguće veći. To je neophodno jer veći broj informacija daje bolju sliku o uzorku, pa prema tome i o populaciji iz koje je izvučen. Takođe, mora se uzeti u obzir da se tokom ponovljenih longitudinalnih istraživanja broj ispitanika smanjuje iz raznih razloga i što se dešavaju razne greške zbog kojih se podaci jednog broja ispitanika moraju izostaviti iz obrade. Kao najvažniji faktor u definisanju veličine uzorka je varijabilnost pojave koju merimo. Ako karakteristika ima mali varijabilitet, dovoljan je i mali uzorak, a kod jako varijabilne karakteristike neophodan je znatno veći uzorak. Osim ovoga na veličinu uzorka utiče i vrsta istraživanja, kao i broj varijabli koje se analiziraju.

Prilikom navođenja uzorka ispitanika u bilo kom izveštaju, potrebno je, pored broja, definisati i njihove karakteristike. To se odnosi na uzrast, pol, obrazovni nivo, etničko i zavičajno poreklo, rezidencijalni status, socijalni status i dr.

Osnova za primenu statističkih procedura je slučajni uzorak. Uzorak će biti slučajni ako:

- svaki član populacije ima istu verovatnoću da bude izabran u uzorak;
- odabir svakog člana uzorka je nezavisan, tj. ne utiče na odabir bilo kog drugog člana i
- svaki uzorak određene veličine ima jednaku verovatnoću da bude izabran kao i bilo koji drugi uzorak iste veličine.

Primenjuje se kod heterogenih populacija u odnosu na neku varijablu npr. starosna grupa, pol, geografska lokacija (stratifikujuća varijabla). Populacija se deli na stratum iz kojih

se bira slučajni uzorak. Osigurava da je svaka subpopulacija odgovarajuće zastupljena u uzorku.

Kod obimnijih istraživanja najčešće se koristi slučajni stratifikovani uzorak, koji podrazumeva da se željena populacija podeli (stratifikuje) u nekoliko podgrupa. Primenjuje se kod heterogenih populacija u odnosu na neku varijablu npr. starosna grupa, pol, geografska lokacija. Populacija se deli na stratumе iz kojih se bira slučajni uzorak. Osigurava da je svaka subpopulacija odgovarajuće zastupljena u uzorku.

Npr. ako želimo da ispitamo neku osobinu na studentima biologije, teško je izmeriti baš sve studente. Slučajnim jednostavnim izborom jednog dela ispitanika bi dobili reprezentativne podatke. Međutim, još veća reprezentativnost bila bi kada bi sve studente (100%) podelili u podgrupe npr. prva godina (25%), druga godina (25%), treća godina (25%) i četvrta godina (25%).

7.5. Tok planiranja istraživačke studije

Pre svakog istraživanja u humanoј biologiji istraživač mora jasno da formuliše i definiše svoj budući istraživački problem. Postavljanje i definisanje istraživačkog problema je prva faza bilo koje istraživačke studije. Na osnovu problema istraživač određuje dalji tok svoje buduće istraživačke studije. Od prirode problema zavisi da li će se primeniti eksperimentalno ili neeksperimentalno istraživanje, koliko dugo će trajati istraživanje, mogućnost generalizacije rezultata istraživanja itd.

Kada se jasno definiše problem budućeg istraživanja, antropolog će početi prikupljanje informacija o rezultatima drugih istraživača o tom ili sličnim problemima. Pri tome je neophodno da se prouči dosadašnja literatura (udžbenici, enciklopedije, teorijska izlaganja ili rasprave u odgovarajućim časopisima, zbornici radova sa naučnih skupova, diplomski radovi, magistarske teze i doktorske disertacije).

Takođe je neophodno prikupiti informacije na odgovarajućim internet stranicama, elektronskim časopisima, ličnim, pisanim ili elektronskim kontaktima sa autorima koji su u nekom obliku obrađivali sličnu problematiku. U toj fazi treba beležiti, fotokopirati, izdvajati sve ono što se smatra korisnim za buduće istraživanje. Sve ove radnje teku praktično sve do završetka istraživačke studije, ali je najveća i najintenzivnija u ovoj fazi istraživanja (drugoj fazi). Veoma je važno i obavezno pri tome beležiti svaku bibliografsku jedinicu, odnosno izvor informacija. To znatno olakšava rad tokom istraživanja, a još više tokom pisanja izveštaja i pripreme tog izveštaja za publikovanje.

Kada se prikupi veći broj bibliografskih jedinica, istraživač postavlja jednu ili više hipoteza o budućim rezultatima svog istraživanja.

Prilikom definisanja metoda rada, istraživač treba da definiše na kakvom uzorku će vršiti istraživanje (izvori informacija), odnosno na kom broju ispitanika i grupa, da li će biti jedna ili više eksperimentalnih i kontrolnih grupa, ili samo jedna, kako će dolaziti do odgovarajućih informacija (rezultata merenja), na koji način će se meriti, intenzitet i trajanje tretmana, koje statističke metode i tehnike će biti korišćene.

Prema tome u ovoj fazi potrebno je definisati:

- istraživački nacrt,
- populaciju broj i vrstu grupa, kao i broj ispitanika po grupama,
- merne instrumente,
- adekvatan izbor statističkih metoda i tehnika koji će dati tačne informacije o validnosti celokupnog istraživanja.

Sledeća faza istraživanja je veoma važna za njegovu realizaciju i ona obuhvata:

- sakupljanje dovoljno finansijskih sredstava,
- organizovanje ekipe koja će vršiti antropološka merenja,
- organizovanje i sprovođenje formalne prepiske sa odgovarajućim institucijama za dobijanje dozvola za merenje ispitanika (saglasnost ministarstava, direktora institucija, roditelja, kao i samih ispitanika,
- nabavka i kontrola potrebnih mernih instrumenata,
- izrada neophodnih mernih lista (protokola) i svi drugi organizacioni poslovi, koji su neophodni za planirano istraživanje.

Nakon toga, dolazi najosetljivija i najodgovornija faza u celokupnom istraživanju – prikupljanje podataka o ispitanicima. Prikupljanje podataka podrazumeva odgovarajuća merenja i testiranja, kao i evidentiranje personalnih podataka o ispitanicima, njihovim roditeljima, ustanovama, itd. U ovoj fazi istraživanja veliki značaj ima korektno prenošenje svih podataka sa mernih lista u kompjuter, uz obaveznu analizu korektnosti unosa podataka. Bez kontrole i korekcije raznih grešaka koje su uvek prisutne, kako prilikom merenja, tako i prilikom unosa podataka u kompjuter, istraživač ne bi smeo da pristupi bilo kojoj analizi. Ako su podaci pogrešni ili nepotpuni, takvi će biti i rezultati.

Prilikom antropometrijskih merenja važno je definisati pojmove kao što su: tačnost, preciznost, pouzdanost i validnost, jer je razumevanje ovih pojmova od suštinskog značaja za ovakva istraživanja. Tačnost podrazumeva stepen podudarnosti izmerene karakteristike sa njenom stvarnom vrednošću. Preciznost je stepen u kojem ponovna merenja pod nepromenjenim uslovima daju isti rezultat. Pouzdanost je stepen u kojem ispitivač ili instrument dosledno i tačno meri određenu karakteristiku na određenom subjektu. Pouzdanost uključuje tri izvora greške: onu koju čini ispitivač, greška instrumenta i subjekta. Validnost predstavlja meru u kojoj merni postupak meri ili procenjuje varijablu od interesa za istraživanje. Na primer, merenje ukupne telesne masti može se meriti dvostruko-energetskom apsorpcijom X zraka (DXA) ili denzitometrijom. Prva metoda je direktnija od druge i stoga je validnija. Na sličan način rast se najpreciznije određuje merenjem visine, a ne merenjem dužine nogu. U okviru merenja ljudskog rasta važno je znati nečiju tačnost i pouzdanost, kako za transverzalna istraživanja tokom kojih se određuju apsolutne vrednosti karakteristika tako i za longitudinalno određivanje brzine rasta. Generalno, linearne dimenzije, kao što je npr. visina tela, tačnije se mogu izmeriti od onih koje uključuju meko tkivo, npr. kožni nabori. Linearne dimenzije se najčešće određuju između kostiju sa malo ili bez mekog

tkiva koje bi ometalo precizno merenje. Merenje mekih tkiva, kao što je obim nadlaktice, podrazumeva kompresiju potkožnog masnog tkiva i mišića, što može da smanji tačnost i pouzdanost merenja. S toga je veoma bitno da ispitivač tačno zna, šta se meri u određenoj dimenziji. Ispitivač koji meri debljinu kožnog nabora na tricepsu, ukoliko nije upoznat sa anatomskim odnosom između potkožnog masnog tkiva i mišića, najverovatnije tokom merenja neće pravilno odvojiti potkožni sloj masnog tkiva od mišićnog sloja.

Tradicionalne metode merenja u antropometriji imaju svojih prednosti, međutim takođe imaju i nedostataka s obzirom na to da su podložne greškama, zahtevaju puno vremena i velike materijalne troškove prilikom merenja većeg broja ispitanika. Takođe, antropometrija daje samo delimičan uvid u oblik tela neke osobe. Zbog toga se u današnje vreme sve češće koristi oprema za automatsko prikupljanje podataka. Poslednjih dekada, došlo je do značajnog napretka u tehnologiji automatskog antropometrijskog prikupljanja podataka, kao što su digitalni humani modeli, koji se dobijaju iz trodimenzionalnog (3D) skeniranja celog tela. Iz ovakvih digitalnih modela, veoma brzo i za veliki broj ispitanika, može se dobiti jednodimenzionalna (1D) veličina neke karakteristike čoveka. Takođe, na osnovu ovako sačuvanih digitalnih slika, mogu se dobiti novi podaci o merama ljudskog tela. Međutim, neke analize su utvrdile da se, za sada, obimske dimenzije još uvek tačnije određuju klasičnim antropometrijskim merenjima.

7.5.1. Uređivanje podataka

Nakon prikupljanja antropometrijskih podataka obavezno je izvršiti proveru njihove tačnosti, odnosno podaci dobijeni na terenu moraju se konvertovati u podatke koji će se dalje analizirati. To znači „prečišćavanje“ prikupljenih podataka kako bi se identifikovali i dopunili podaci koji nedostaju ili uklonili oni koji su pogrešno uneti. Svrha uređivanja podataka je da se dobije “čista” baza podataka, koja nema grešaka i koja se može statistički obrađivati. Ovaj postupak se izvodi u nekoliko etapa:

a) *Deskriptivna statistika*: Za brzu proveru bi prvo trebalo uraditi deskriptivnu statistiku koja uključuje izračunavanje sledećih statističkih parametara: veličinu uzorka, mere centralne tendencije, standardnu devijaciju (SD), varijansu, asimetričnost podataka (*skewness*) i opseg variranja. Svaki od statističkih podataka daje određeni deo informacija koje su potrebne za uređivanje i čišćenje podataka. Veličina uzorka (N) za svaku varijablu, ukazaće na podatke koji nedostaju. Kompletna baza podataka mora da ima istu veličinu uzorka u svim varijablama, osim ukoliko program istraživanja isključuje određene slučajeve. Mere centralne tendencije kao što su prosečna vrednost, mediana i mod daju podatke o normalnoj (Gausovoj) distribuciji podataka i potencijalnoj značajnosti odstupanja od normalnosti raspodele. Standardna devijacija, varijansa i koeficijent asimetričnosti (*skewness*) daju informaciju o varijabilnosti i da li distribucija značajno odstupa od normalne. Opseg variranja daje podatke o minimalnim i maksimalnim vrednostima varijable i zbog toga predstavlja brzu proveru da li se sve vrednosti nalaze u okviru očekivanih granica.

b) *Identifikacija podataka koji nedostaju*: Identifikacija podataka koji nedostaju vrši se preko analize broja uzorka u svakoj varijabli. Pri tome svaka vrednost koja nedostaje mora da se proveriti sa originalom u pismenoj verziji, kako bi se videlo da li vrednost stvarno nedostaje

ili nije uneta prilikom unosa podataka. Ukoliko je moguće treba ponovo prikupiti podatke koji nedostaju.

c) *Identifikacija potencijalno pogrešnih podataka*: Ova identifikacija se vrši preko tzv. autlajera (*outliers*). To su vrednosti koje predstavljaju ekstreme u odnosu na očekivanu distribuciju, odnosno ekstremno niske ili visoke vrednosti određene karakteristike. Međutim, treba naglasiti da kod kvantitativnih varijabli ove vrednosti mogu biti i ekstremi od normalnih, a ne pogrešne vrednosti. Autlajeri kvantitativnih varijabli se mogu identifikovati i ilustrovati pomoću grafičkih dijagrama raspršenosti podataka (*bivariate scatter plot*) ili putem provere standardnih devijacija. Kod normalne (Gausove) distribucije, 95% podataka spada u okviru opsega od ± 2 SD, tako da vrednosti koje izlaze iz ovih granica tj. opsega mogu biti ili pogrešne ili ekstremi od normalnih vrednosti. Ovakva “provera standardnih devijacija” može se koristiti kod svih kontinualnih varijabli, ali veličina opsega (npr. ± 2 , 3 ili 4 SD) će zavistiti od korektnosti identifikacije pravih ekstrema. Kada postoje nedoumice u autentičnosti autlajera, tada ukoliko je moguće, treba proveriti sa drugim vrednostima karakteristika te osobe, kako bi se donela pravilna odluka. Na primer, ukoliko masa tela nekog ispitanika izlazi iz opsega ± 2 SD, tada se mogu proveriti vrednosti npr. obimskih dimenzija ili debljine kožnih nabora, kako bi se utvrdilo da li je verovatnije da je ispitanik pothranjen ili prekomerno uhranjen.

Bivarijantni grafički dijagrami raspršenosti podataka, daju slikoviti grafički prikaz povezanosti između dve varijable, kao što su npr. visina i masa tela, a na taj način i prisustvo autlajera koji se ne slažu sa očekivanom raspodelom rasipanja.

d) *Identifikacija pogrešnih podataka kod longitudinalnih istraživanja*: Longitudinalna istraživanja proučavaju biološke promene i obično imaju neki očekivani pravac, bilo pozitivan ili negativan. Na primer ako se visina deteta meri u 7. i 8. godini, očekivano je da će se visina povećavati odnosno da će pokazati pozitivne promene. Kod svakog ispitanika treba oduzeti vrednosti drugog merenja od rezultata prvog merenja, kako bi se utvrdio tačan pravac promena. S toga, za sve varijable treba proveriti očekivani pravac promena. U slučaju da se otkriju nepravilne promene, treba proveriti podatke u pismenoj formi, u oba ispitivana vremenska intervala, pre nego što se donese odluka o odbacivanju ovakvih rezultata. Kod nelinearnih dimenzija, kao što je masa tela, “čišćenje” podataka može biti otežano, budući da je moguće, naročito u sredinama sa ograničenim mogućnostima, da je ispitanik izgubio u težini između dva vremenska intervala.

Kada se izvrši “čišćenje” podataka, kod oba tipa istraživanja (transverzalnih i longitudinalnih) trebalo bi iz baze podataka proveriti 5% slučajni uzorak. Ukoliko se ne nađu greške u 5% slučajnom uzorku, tada se podaci mogu statistički obrađivati i dalje koristiti u analizi.

7.5.2. Interpretacija rezultata

Nakon obrade podataka adekvatnim i priznatim statističkim metodama, potrebno ih je što jasnije predstaviti pogodnim tabelama i grafikonima. Rezultati se interpretiraju da bi se pokazalo šta je dobijeno u istraživanju. Interpretacija rezultata nije isto što i diskusija rezultata. Diskusija rezultata treba da objasni zašto se dobilo to što se dobilo. Pri tome dolazi do izražaja

znanje autora istraživanja o specifičnoj ali i drugim naučnim oblastima i disciplinama, kao i poznavanje rezultata drugih istraživanja o toj problematici. Istraživač upoređuje svoje rezultate sa rezultatima drugih autora, te na taj način dobija potvrdu o vrednostima svojih rezultata, u smislu potvrđivanja prethodnih iskustava ili u smislu otkrivanja novog.

U sledećoj fazi autor prikazuje svoje istraživanje i dobijene rezultate, u pismenoj formi, koristeći adekvatnu terminologiju, zavisnu od toga da li se radi o knjizi, članku, izveštaju, saopštenju.

Kada je pisanje izveštaja o celokupnom istraživanju završeno sledi faza u kojoj taj izveštaj treba da se publikuje. Najčešće se rezultati istraživačkog rada publikuju u vidu članaka u naučnim i stručnim časopisima, saopštenja za naučne i stručne skupove, elaborata, monografija, itd.

Ako su izveštaji o rezultatima istraživanja pisani kratko, u vidu članaka, neophodno je proceniti u koji časopis treba slati članak. To je veoma bitno jer svaka redakcija časopisa ima svoja uputstva po kojima autori treba da pripreme svoje radove. U najvećem broju časopisa, naročito međunarodnih, radovi se pripremaju po sledećoj strukturi: naslov rada, autori, institucija u kojoj su autori zaposleni ili studiraju, apstrakt, ključne reči, uvod, metod i materijal rada, rezultati, diskusija, zaključci, literature.

Ako se rezultati istraživanja žele prikazati na nekom naučnom skupu onda se oni mogu prezentovati bilo usmeno ili preko postera. U oba slučaja potrebno je pripremiti saopštenje u pismenoj formi i strukturi, kao za časopis zbog mogućnosti da se saopštenje publikuje u odgovarajućem zborniku sažetaka ili radova, odnosno u odgovarajućem časopisu.

Kao zaključak sledi da celokupni istraživački proces, sadrži više faza, a svaka od njih zahteva različite sposobnosti. U nekima se traži menadžerska sposobnost, u nekima teorijsko znanje, u nekima praktična primena i stručnost, a na kraju sposobnost pisanja i komunikacija sa stručnom javnošću. Pravi istraživački rad traži obrazovane osobe, koji dobro poznaju oblast kojom se bave i sposobni su da napišu, publikuju i popularišu rezultate istraživanja.

8. LITERATURA

Abrams WB., Berkow R (Eds) 1990. The Merck manual of geriatrics. Rahway, NJ: Merck, Sharp, Dohme Research Laboratories.

Afanas'ev I. 2010. Signaling and Damaging Functions of Free Radicals in Aging—Free Radical Theory, Hormesis, and TOR. *Aging and Disease*.1:75–88.

Ahrens, W., Pigeot, I., Pohlabeln, H., De Henauw, S., Lissner, L., Molnar, D., Moreno, L.A., Tornaritis, M., Veidebaum, T., Siani, A.. 2014. Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. *Int. J. Obes.* 38, 99-107.

Bailey AA., Hurd PL. 2005. Finger length ratio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in women. *Biological Psychology*, 68(3) :215-222.

Balaji GB., Shaik MA. 2015. Dermatoglyphics in dentistry: A review. *Int J Contemp Dent Med Rev*, vol.2015, Article ID: 010515, 2015. doi: 10.15713/ins. ijcdmr.75

Barbosa,R.M.S., de Abreu Soares, E., Lanzillotti, H.S. 2009. Nutritional status evaluation in schoolchildren according to three references. *Revista. Paulista de Pediatria*. 27(3).<http://dx.doi.org/10.1590/SO103-05822009000300003>

Barbujani G. 2000. Geographic patterns: how to identify them and why. *Hum Biol.* 72: 133-153.

Batty GD, Shipley MJ, Gunnell D, Huxley R, Kivimaki M, Woodward M, Lee CM, Smith GD. Height, wealth, and health: an overview with new data from three longitudinal studies. *Economics and Human Biology*. 2009;7:137–152.

Beall CM., Steegmann AT. 2000. Human Adaptation to Climate: Temperature, Ultraviolet Radiation and Altitude. In S. Stinson, B. Bogin, R Huss-Ashmore and D. O' Rourke (eds), *Human Biology: An Evolutionary and Biocultural Perspective* (pp. 163-224), New York: Wiley-Liss Inc.

Beall CM., Steegmann ATJr. 2000. Human Adaptation to Climate: Temperature, Ultraviolet Radiation and Altitude. In S. Stinson, B. Bogin, R. Huss-Ashmore and D. O'Rourke (eds), *Human Biology: An Evolutionary and Biocultural Perspective* (pp. 163-224), New York: Wiley-Liss Inc.

Bernstein, M.M. 1949. The mid-digital hair genes: their inheritance and distribution among the white races. *J. Heredity*, 40(5), 127–131.

Beunen GP., Malina RM., Lefevre J., Claessens AL., Renson R., Eynde BK., Vanreusel B. 1997. Skeletal Maturation, Somatic Growth and Physical Fitness in Girls 6-16 Years of Age. *International Journal of Sports Medicine*, 18(6): 413-419.

Bjorksten J, Tenhu H. 1990. The crosslinking theory of aging--added evidence. *Exp Gerontol.* 25:91–95.

Blau S., Ubelaker DH. 2009. *Handbook of Forensic Archaeology and Anthropology*. Left Coast Press, Walnut Creek California.

Bochud M, Bovet P, Elston RC, Paccaud F, Falconnet C, Maillard M, et al. 2005. High heritability of ambulatory blood pressure in families of East African descent. *Hypertension*. 45:445–450. doi: 10.1161/01.HYP.0000156538.59873.86

Bogin B, MacVean RB. The relationship of socioeconomic status and sex to body size, skeletal maturation, and cognitive status of Guatemala City schoolchildren. *Child Development*. 1983;54:115–128

Boomsma, D.I., Busjahn, A., & Peltonen, L. (2002). Classical twin studies and beyond. *Nature Reviews: Genetics*, 3, 872–882.

Bouchard TJ, Lykken DT, McGue M, Segal NL, Tellegen A. 1990. Sources of human psychological differences: The Minnesota Study of twins reared apart. *Science*, 250:223–8.

Bouchard, T.J., Jr., & McGue, M. (2003). Genetic and environmental influences on human psychological differences. *Journal of Neurobiology*, 54, 4–45.

Carretero OA, Oparil S. 2000. Essential Hypertension Part I: Definition and Etiology. *Circulation*.101:329-335.

Carter J.E.L. 2002. The Heath-Carter Anthropometric Somatotype - Instruction Manual. Department of Exercise and Nutritional Sciences San Diego State University.

Carter JE. 1970. The somatotypes of athletes—a review. *Hum Biol*, 42: 535–569.

Cavalli-Sforza LL., Bodmer WF. 1971. The genetics of human populations. San Francisco.

Cavalli-Sforza LL., Piazza A., Menozzi P., Mountain J. 1988. Reconstruction of human evolution: bringing together genetic, archaeological and linguistic data. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 85(16):6002-6.

Cavelaars AE, Kunst AE, Geurts JJ, Crialesi R, Grotvedt L, Helmer U, Lahelma E, Lundberg O, Mielck A, Rasmussen NK, Regidor E, Spuhler T, Mackenbach JP. Persistent variations in average height between countries and between socio-economic groups: an overview of 10 European countries. *Annals of Human Biology*.2000;27:407–421

Chinmaya BR., Smitha BV., Tandon S., Khurana C. 2016. Dermatoglyphics: An indicator of dental caries in humans. *Journal of Indian Association of Public Health Dentistry*, 14(3): 272-275.

Cole T.J. 2003. The secular trend in human physical growth: a biological view. *Economics and Human Biology*, 1:161-168.

Cole TJ. Secular trends in growth. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2000;59:317–324.

Cole TJ. The secular trend in human physical growth: a biological view. *Economics and Human Biology*.2003;1:161–168.

Collins KJ., Weiner JS 1977. *Human Adaptability: a History and Compendium of Research*. London: Taylor and Francis.

Contou D, Lecronier M, Urbina T, de Prost N. 2017. Earlobe crease in patient with chest pain. *Ann Emerg Med.*69:664–672.

Crawford M. 2007. *Anthropological Genetics. Theory, Methods and Applications.* Cambridge University Press.

David TJ. 1973. Congenital malformations of human dermatoglyphs. *Archives of Disease in Childhood* 48: 191-198.

Davidović M, Ševo G, Svorcan P, Milošević DP, Despotović N, Erceg P. 2010. Old age as a privilege of the “selfish ones”. *Aging and Disease*1:139–146.

Deaton A, Arora R. Life at the top: the benefits of height. *Economics and Human Biology.* 2009;7:133–136.

Demirijan A, Goldstein H, Tanner JM 1973. A new system of dental age assessment. *Hum Biol,* 45(2):211-227

Doty RL., Prossini De Fonte T. 2016. Relationship of Phenylthiocarbamide (PTC) Taster Status to Olfactory and Gustatory Function in Patients with Chemosensory Disturbances. *Chemical Senses,* 41(8): 685–696.

Drayno D. 2005. Human Taste Genetics, *Annual Review of Genomics and Human Genetics* 6:217-235.

Duraković, Z. i sur. (2007). *Gerijatrija – Medicina starije dobi,* Zagreb: CTposlovne informacije

Eveleth PB., Tanner JM (eds). 1976. *Worldwide Variation in Human Growth,* 2nd edn. Cambridge: Cambridge University Press.

Frank ST. 1973. Aural sign of coronary-artery disease. *Frank ST. New Eng J Med.* 1973;289:327–328. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4718047>

Grujić V., Dragnić N., Radić I., Harhaji S., Susnjević S. 2010. Overweight and obesity among adults in Serbia: results from the National Health Survey. *Eat Weight Disord.* 15(1-2):34-42.

Guo SW., Reed DR. 2001. The genetics of phenylthiocarbamide perception. *Ann Hum Biol.* 28(2): 111-142.

Hadžiselimović R. 2018. *Bioantropologija, Rod Homo u prostoru i vremenu.* Univerzitet u Sarajevu, Institut za genetičko inženjerstvo i biotehnologiju, Sarajevo 2018.

Hauspie R.C., Vercauteren M., Susanne C. 1997. Secular changes in growth and maturation: An update. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics,* 86(423): 20-27.

Herrera BM., Lindgren CM. 2010. The Genetics of Obesity. *Curr Diab Rep.* 10(6): 498-505.

Ivanović B., 1996. *Antropologija-Antropomorfologija.* Univerzitet Crne Gore, Prirodno-matematički fakultet, Podgorica.

Kainz S., Weitzer J., Zingales S., Köllner J., Albrecht C., Gaidora A., Rudorfer M., Nürnberger A., Kirchengast S. 2018. Are natural scientists more masculine than humanists? The association patterns between 2D:4D ratio and field of study. *Anthropologischer Anzeiger* 75(3): 193-200.

Katzmarzyk PT, Williams RL. 1998. Climatic influences on human body size and proportions: Ecological adaptations and secular trends. *American Journal of Physical Anthropology* 106:483-503.

Kunlin Jin. 2010. Modern Biological Theories of Aging. *Aging Dis.* 1(2): 72–74.

Lampl M., Veldhuis JD., Johnson ML. 1992. Saltation and status: a model of human growth. *Science* 258, 801-803.

Lin AN., Lin K., Kyaw H., Abboud J. 2018. A Myth Still Needs to be Clarified: A Case Report of the Frank's Sign. *Cureus* 10(1):e2080, doi: [10.7759/cureus.2080]

Linnaeus C. 1735. *Systema naturae, sive regna tria naturae systematice proposita per classes, ordines, genera & species*. Leiden: Haak pp 1-12.

Lunenfeld B. 2002. The ageing male: demographics and challenges. *World J Urol.* 20:11-16.

Mascie-Taylor CGN., Yasukouchi A., Ulijaszek S. 2010. *Human Variation From the Laboratory to the Field*.

Mc Donald JH. (2011). *Myths of Human Genetics*. Sparky House Publishing. Baltimore. Maryland, str 14-16.

Merriwether DA. 2002. A mitochondrial perspective on the peopling of the New World. In *The First Americans: the Pleistocene Colonization of the New World*, NG Jablonski (ed). *Memoirs of the California Academy of Sciences*, 27, pp 295-310.

Mihalj M. 2015. *Opšta anatomija*. Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet.

Ministarstvo zdravlja Republike Srbije i Institut za javno zdravlje Srbije “Dr Milan Jovanović Batut”. *Rezultati istraživanja zdravlja stanovništva Srbije u 2013. godini*. Beograd, 2014. 24-96 p

Mirilov, J., Bjelica, A. 2004. Prevention of child obesity as a measure of preventing malignant diseases. *Arch. Oncol.* 12,213-214.

Monalisha Sahu, Josyula G Prasuna 2016. Twin Studies: A Unique Epidemiological Tool, *Indian J Community Med.* 41(3): 177–182.

Montagu MFA., Brozek J. 1960. *A Handbook of Anthropometry, with a section in the measurement of body composition*. Blackwell Scientific Publications, LTD, Oxford, England.

Moradi A. *Nutritional Status and Economic Development in Sub-Saharan Africa, 1950–1980*. *Economics and Human Biology* 2010

Moskowitz DS., Sutton R., Zuroff DC, Young SN. 2015. Fetal exposure to androgens, as indicated by digit ratios (2D:4D), increases men’s agreeableness with women. *Personality and Individual Differences*, 75: 97-101.

Mrđenovački ON. 2017. Faktori koji utiču na postignute vrednosti krvnog pritiska osoba sa dijagnostikovanom arterijskom hipertenzijom na nivou primarne zdravstvene zaštite. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet.

Muehlenbein MP. 2010. *Human Evolutionary Biology*. Cambridge University Press.

Nešić M., Čičević S., Ćirić M., Nešić V. 2010. Middle phalangeal hair distribution in Serbian high school students. *Arch. Biol. Sci.*, 62 (3), 841-850.

Nikolic Z., Šćepan I., Marković E. 2005. Correlation of Dental and Chronological Maturity in Girls and Boys Aged 7 to 14 Years. *Serbian Dental J*, 52: 41-45.

Novaković B, Božić D. 2004. Diabetes, obesity and hypertension in Vojvodina. Novi Sad (Serbia): Faculty of Medicine.

O'Rourke DH. 2000. Genetics, geography, and human variation. In *Human Biology: an Evolutionary and Biocultural Perspective*, S. Stinson, B. Bogin, R. Huss-Ashmore et al. (eds). New York: Wiley-Liss, pp 87-133.

O'Rahilly S. Human genetics illuminates the paths to metabolic disease. *Nature*. 2009; 462:307–314. doi: 10.1038/nature08532

Ostrowski S., Barud W. 2006. Factors influencing lung function: are the predicted values for spirometry reliable enough? *Journal of physiology and pharmacology*, 57(4): 263-271.

Paul A. A., Cole T. J., Ahmed E. A., Whitehead R. G. 1998. The need for revised standards for skinfold thickness in infancy, *Archives of Disease in Childhood*, vol. 78, no. 4, pp. 354–358.

Paul SN., Kato BS., Cherkas LF, Andrew T., Spector TD. 2006. Heritability of the second to fourth digit ratio (2D:4D): A twin study. *Twin Res Hum Genet*, 9(2):215-219.

Pavelić J. 2012. Otkrivene dve nove krvne grupe. *MEDIX XVIII broj 100*, 140-144.

Pavlica T., Rakić R., Popović B., Puškaš V., Božić-Krstić V. 2018. Secular trends in height and weight among children from Novi Sad (Serbia). *Journal of the Anthropological Society of Serbia*. 53:131-140.

Pavlica T. 2009. Antropološke karakteristike odraslog stanovništva Bačke i Banata. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, PMF, Departman za biologiju i ekologiju.

Qamar A, Ioannides KL, Khetarpal SA, Kiss D. 2014. Bilateral earlobe creases and coronary artery disease. *Circulation*. 130:92–93.

Reedy JJ., Szczes T., Downs TD. (1971). Tongue rolling among twins. *J Hered*, 62:125.

Roberts DF. 1953. Body weight, race and climate. *American Journal of Physical Anthropology* 11:533-558.

Rodríguez G., Samper M. P., Olivares J. L., Ventura P., Moreno L. A., Pérez-González J. M. 2005. Skinfold measurements at birth: Sex and anthropometric influence, *Archives of Disease in Childhood. Fetal and Neonatal Edition*, vol. 90, no. 3, pp. F273–F275,

Rodríguez-López C, Garlito-Díaz H, Madroñero-Mariscal R, Sánchez-Cervilla PJ, Graciani A, López-Sendón JL, López-de-Sá E. 2015. Earlobe crease shapes and cardiovascular events. *AM J Cardiol.* 116:286–293.

Saleh Nazzal, MD, Basem Hijazi, MSc, Luai Khalila, MD, Arnon Blum, MD. 2017. Diagonal Earlobe Crease (Frank's Sign): A Predictor of Cerebral Vascular Events, *The American Journal of Medicine* 130(11): 1324.e1-1324.e5

Sandhu J. S., Gupta G., Shenoy S. 2010. Prediction equation for calculating fat mass in young Indian adults, *Asian Journal of Sports Medicine*, vol. 1, no. 2, pp. 101–107.

Schell LM, Gallo MV, Ravenscroft J. 2009. Environmental influences on human growth and development: historical review and case study of contemporary influences. *Ann Hum Biol.* 36(5):459-77. doi: 10.1080/03014460903067159.

Schmelze H. R., Fusch C. 2002. Body fat in neonates and young infants: validation of Skinfold Thickness versus dual energy X-ray absorptiometry, *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 76, pp. 1096–1100.

Shapira NA, Lessig MC, He AG, et al. Satiety dysfunction in Prader-Willi syndrome demonstrated by fMRI. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005;76:260–262. doi: 10.1136/jnnp.2004.039024.

Sharma A., Obiagwu C., Sikorskaya E., Cleve. 2016. Bilateral earlobe creases and coronary artery disease. *Clin J Med.* ;83:786–787.

Silventoinen K, Lahelma E, Lundberg O, Rahkonen O. Body height, birth cohort and social background in Finland and Sweden. *European Journal of Public Health.* 2001;11:124–129.

Silventoinen K, Sammalisto S, Perola M, Boomsma DI, Cornes BK, Davis C, Dunkel L, De Lange M, Harris JR, Hjelmborg JV, Luciano M, Martin NG, Mortensen J, Nistico L, Pedersen NL, Skytthe A, Spector TD, Stazi MA, Willemsen G, Kaprio J. Heritability of adult body height: a comparative study of twin cohorts in eight countries. *Twin Research.* 2003; 6:399–408.

Singh - Manoux A, Gormelen J, Ferrie J, Silventoinen K, Guéguen A, Stringhini S, Hermann N, Kivimaki M. 2010. Trends in the association between height and socioeconomic indicators in France, 1970–2003. *Econ Hum Biol.* 8(3): 396–404.

Smith LM, Cloak CC, Poland RE, Torday J, Ross MG. 2003. Prenatal nicotine increases testosterone levels in the fetus and female offspring. *Nicotine Tob Res.* 5(3):369-374.

Sokal RR., Oden NL., Walker J., Di Giovanni D., Thomson BA. 1996. Historical Population Movements in Europe Influence Genetic Relationships in Modern Samples. *Hum Biol* 68(6): 873-898.

Sorokowski P., Sorokowska A., Danel D., Mberira ML., Leszek Pokrywka L. 2012. The Second to Fourth Digit Ratio and Age at First Marriage in Semi-Nomadic People from Namibia. *Archives of Sexual Behavior* 41(3):703-710.

Stegman AT. 1975. Human Adaptation to Cold. In Albert Damon (ed.), *Physiological Anthropology* (pp.130-166). New York: Oxford University Press.

Stegman AT. 2007. Human Cold Adaptation: An Unfinished Agenda. *American Journal of Human Biology* 19: 218-227.

Stentstrom E., Saad G., Nepomuceno MV., Mendenhall Z. 2011. Testosterone and domain-specific risk: Digit ratios (2D:4D and rel2) as predictors of recreational, financial, and social risk-taking behaviors. *Personality and Individual Differences* 51(4): 412-416.

SubramanianSV, Emre Özaltın E., Finlay JE. 2011. Height of Nations: A Socioeconomic Analysis of Cohort Differences and Patterns among Women in 54 Low- to Middle-Income Countries. *PLOS One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018962>

Sujita Kumar Kar, Ananya Choudhury, Abhishek Pratap Singh 2015. Understanding normal development of adolescent sexuality: A bumpy ride. *J Hum Reprod Sci*. 8(2): 70–74. doi: 10.4103/0974-1208.158594

Tanner J.M. 1992. Growth as a measure of the nutritional and hygienic status of a population. *Hormone Research* 38(1): 106-115.

Thomas J. Bouchard, Jr. 2004. Genetic Influence on Human Psychological Traits. *Current Directions in Psychological Science* 13(4): 148-151.

Tilkens MJ., Wall-Scheffler C., Weaver TD., Steudel-Numbers K. 2007. The effects of body proportions on thermoregulation: an experimental assessment of Allen's rule. *Journal of Human Evolution* 53: 286-291

Tilkens MJ., Wall-Scheffler C., Weaver TD., Steudel-Numbers K. 2007. The effects body proportions on thermoregulation: An experimental assessment of Allen's Rule. *Journal of Human Evolution* 53: 286-291.

Tilkens MJ., Wall-Scheffler C., Weaver TD., Steudel-Numbers K. 2007. The Effects of Body Proportions on Thermoregulation: An Experimental Assessment of Allen's Rule. *Journal of Human Evolution*, 53:286-291.

Ulijaszek SJ., Mascie-Taylor CGN. 1994. *Anthropometry: the individual and the population*. Cambridge University Press.

United Nations (UN). Demographic profile of the older population. U: World Population Ageing 1950-2050. New York (NY): Population Division, DESA, United Nations; 2002. str. 23-27.

Vergani C. 2000. Biology and needs of the aged. *Med Lav*. 91:296-301.

Vlahović P. 2009. Antropologija u Srbiji i Crnoj Gori. *Glasnik Antropološkog društva Srbije*, 44: 17-25.

Vlahović P. 2011. Niko Županić – Utemeljivač Južnoslovenske antropologije (1876-1961). *Glasnik Antropološkog društva Srbije*, 46: 17-23.

Wang, Pierson, Jr. and Heymsfield, (1992) The five-level model: a new approach to organizing body-composition research.

Weiner JS., Lourie JA. 1969. Human biology; a guide to field methods, International biological programme. Oxford and Edinburg: Blackwell scientific publications.

Wells JCK. 2012. Ecogeographical associations between climate and human bodycomposition: Analyses based on anthropometry and skinfolds. American Journal of Physical Anthropology 147:169-186.

Westney L, Bruney R, Ross B, Clark JF, Rajguru S, Ahluwalia B.1991. Evidence that gonadal hormone levels in amniotic fluid are decreased in males born to alcohol users in humans. Alcohol Alcohol. 26(4):403-7.

Wilson GD. 1983. Finger-length as an index of assertiveness in women. Personality and Individual Differences, 4(1):111-112.

Wood AR., Esko T. et al., 2014. Defining the role of common variation in the genomic and biological architecture of adult human height. Nature Genetics 46: 1173-1186.

World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2010. Geneva: WHO; [Internet], 2011. [cited 2017 Jan 30]. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44579/1/9789240686458_eng.pdf

Zdravković D., Vlaški J., Sajić S., Živić S., Katanić D., Šaranac Lj., Milenković T., Jelenković B., Samardžić M. 2011. Nizak rast u detinjstvu i adolescenciji. Vodič za otkrivanje, dijagnostiku i lečenje dece i adolescenata niskog rasta. Drugo dopunjeno izdanje. Udruženje pedijatarata Srbije Beograd, septembar 2011. godine.

Zheng Z., Cohn MJ. 2011. Developmental basis of sexually dimorphic digit ratios. PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 108(39) 16289-16294, <https://doi.org/10.1073/pnas.1108312108>.

9. PREGLED ILUSTRACIJA

1. PREDMET PROUČAVANJA HUMANE BIOLOGIJE	1-3
TABELA 1. OSNOVNE BIOSISTEMATSKE KATEGORIJE SAVREMENOG ČOVEKA	1-7
SLIKA 1. EVOLUCIONO STABLO ČOVEKA.....	1-10
SLIKA 2. MORFOLOŠKO-ANATOMSKE PROMENE LOBANJE	1-11
SLIKA 3. POVEZANOST PODDISCIPLINA HUMANE BIOLOGIJE SA DRUGIM NAUKAMA	1-18
SLIKA 4. ANTROPOMETAR	1-21
SLIKA 5. STADIOMETAR	1-21
SLIKA 6. VAGA	1-22
SLIKA 7. KLIZNI ŠESTAR.....	1-22
SLIKA 8. KEFALOMETAR.....	1-22
A JOHN BULL KALIPER B LANGEOV KALIPER	1-23
SLIKA 9. TIPOVI KALIPERA.....	1-23
SLIKA 10. SANTIMETARSKA TRAKA	1-23
SLIKA 11. MEHANIČKI DINAMOMETRI	1-24
SLIKA 12. SPIROMETAR	1-24
SLIKA 13. ANTROPOMETRIJSKE TAČKE NA GLAVI I LICU	1-25
SLIKA 14. ANTROPOMETRIJSKE TAČKE NA EKSTREMITETIMA.....	1-25
SLIKA 15. OSNOVNI ANATOMSKI POLOŽAJ I RAVNI TELA KOD ČOVEKA	1-26

SLIKA 16. FIŠER-SALEROVA SKALA ZA ODREĐIVANJE BOJE KOSE	1-27
SLIKA 17. MARTIN-SALEROVA SKALA ZA ODREĐIVANJE BOJE OČIJU.....	1-28
SLIKA 18. INTERNACIONALNE OZNAKE NAJČEŠĆE KORIŠĆENE PRILIKOM PRIKAZIVANJA RODOSLOVLJA.....	1-32
SLIKA 19. RODOSLOVNO STABLO PORODICE SA POLIDAKTILIJOM.....	1-33
SLIKA 20. RODOSLOVNO STABLO PORODICE SA ALBINIZMOM.....	1-35
SLIKA 21. RECESIVNO AUTOZOMNO NASLEĐIVANJE	1-36
SLIKA 22. RODOSLOVNO STABLO PORODICE SA AUTOZOMNO DOMINANTNIM POREMEĆAJEM	1-37
SLIKA 23. RODOSLOVNO STABLO PORODICE SA POREMEĆAJEM REDUKOVANE PENETRANTNOSTI.....	1-39
SLIKA 24. PRIMER X VEZANOG RECESIVNOG NASLEĐIVANJA HEMOFILIJE.....	1-40
SLIKA 25. PRIMER X VEZANOG DOMINANTNOG NASLEĐIVANJA	1-41
SLIKA 26. BLIZANCI.....	1-42
TABELA 2. PRIMER PODUDARNOSTI NEKIH SVOJSTAVA KOD MZ I DZ BLIZANACA.....	1-43
2. SASTAV ČOVEČJEG TELA – TELESNA KOMPOZICIJA	2-47
GRAFIKON 1. ZASTUPLJENOST HEMIJSKIH ELEMENATA U TELU ČOVEKA	2-47
SLIKA 27. NIVOI TELESNE KOMPOZICIJE	2-49
3. KOMPONENTE TELESNE KOMPOZICIJE.....	3-53
SLIKA 28. UZDUŽNI I POPREČNI PRESEK NORMALNE I KOSTI SA OSTEOPOROZOM	3-53
SLIKA 29. GRAĐA KIČMENOG STUBA.....	3-56
SLIKA 30. SKELET GRUDNOG KOŠA.....	3-57

SLIKA 31. SKELET RAMENOG POJASA I NADLAKTICE.....	3-58
SLIKA 32. KOSTI PODLAKTICE SA ŠAKOM.....	3-59
SLIKA 33. KOSTI ŠAKE	3-59
SLIKA 34. KOSTI KARLICE SA NADKOLENICOM.....	3-60
SLIKA 35. BUTNA KOST.....	3-60
SLIKA 36. KOSTI PODKOLENICE.....	3-61
SLIKA 37. KOSTI STOPALA.....	3-62
SLIKA 38. KOSTI LOBANJE I LICA	3-63
SLIKA 39. POLNI DIMORFIZAM KARLIČNE KOSTI.....	3-64
SLIKA 40. POLNI DIMORFIZAM LOBANJE	3-66
SLIKA 41. UGAO IZMEĐU VRATA I TELA BUTNE KOSTI.....	3-66
SLIKA 42. GRAĐA POKRETNOG ZGLOBA	3-67
4. KARAKTERISTIKE ČOVEKA.....	4-71
GRAFIKON 2. DISTRIBUCIJA VISINE U HUMANIM POPULACIJAMA.....	4-72
GRAFIKON 3. KRIVE RASTA PO TANERU ZA RAZLIČITA TKIVA I ORGANE	4-73
SLIKA 43. MERENJE VISINE TELA.....	4-74
GRAFIKON 4. KRIVA RASTA VISINE TELA KOD DEČAKA I DEVOJČICA	4-78
GRAFIKON 5. KRIVE RASTA MASE TELA KOD DEČAKA I DEVOJČICA	4-79
GRAFIKON 6. REGRESIONE KRIVE POVEZANOSTI MASE TELA SA SREDNJOM GODIŠNjom TEMPERATUROM KOD RAZLIČITIH HUMANIH POPULACIJA PO ROBERTSU	4-80
SLIKA 44. MERENJE SREDNJEG OBIMA GRUDNOG KOŠA, OBIMA STRUKA I KUKOVA	4-84

SLIKA 45. MERENJE DUŽINE GLAVE	4-87
SLIKA 46. MERENJE ŠIRINE GLAVE	4-88
SLIKA 47. MERENJE MORFOLOŠKE VISINE LICA	4-89
SLIKA 48. MERENJE ŠIRINE LICA	4-89
SLIKA 49. MERENJE ŠIRINE DONJE VILICE	4-89
SLIKA 50. MERENJE VISINE NOSA	4-89
SLIKA 51. MERENJE ŠIRINE NOSA	4-90
SLIKA 52. MERENJE DEBLJINE KOŽNOG NABORA NA TRICEPSU.....	4-91
SLIKA 53. KLASIFIKACIJA TIPOVA KOSE	4-97
SLIKA 54. KOŽNA ŠARA NA VRHU PRSTA	4-99
SLIKA 55. TIPOVI DERMALNIH ŠARA	4-101
SLIKA 56. PODRUČJA DERMATOGLIFSKE ANALIZE	4-102
SLIKA 57. GLAVNE LINIJE DLANA	4-104
SLIKA 58. TIPOVI UŠNE RESICE: SLOBODNA I SRASLA	4-109
SLIKA 59. FRANKOVA BRAZDA	4-109
SLIKA 60. SPOSOBNOST SAVIJANJA JEZIKA: SAVIJAČ I NE SAVIJAČ.....	4-110
SLIKA 61. DLAKAVOST SREDNJE DIGITALNE FALANGE	4-110
SLIKA 62. PROCENA DIGITALNOG INDEKSA	4-111
SLIKA 63. IŠIHARINA TABLICA	4-113
TABELA 3. PROSEČNE VREDNOSTI VITALNOG KAPACITETA PLUĆA KOD MUŠKARACA I ŽENA RAZLIČITE STAROSTI.....	4-115

SLIKA 64. DIGITALNI INSTRUMENT ZA MERENJE KRVNOG PRITISKA.....	4-115
SLIKA 65. REGIJA HLA SISTEMA NA HROMOZOMU BR. 6.....	4-119
5. ONTOGENETSKI RAZVOJ ČOVEKA.....	5-122
SLIKA 66. PRESEK SEMENOG KANALIĆA I ČELIJE U RAZLIČITIM STADIJUMIMA SPERMATOGENEZE	5-123
SLIKA 67. LONGITUDINALNI PRESEK TESTISA.....	5-123
SLIKA 68. MUŠKI REPRODUKTIVNI SISTEM	5-124
SLIKA 69. ŽENSKI REPRODUKTIVNI SISTEM.....	5-126
SLIKA 70 PRESEK OVARIJUMA I FOLIKULI U RAZLIČITIM STADIJUMIMA OOGENEZE	5-127
SLIKA 71. OVARIALNI I UTERUSNI CIKLUS	5-128
SLIKA 72. FERTILIZACIJA, BRAZDANJE I IMPLANTACIJA	5-131
SLIKA 73. RANI EMBRIONALNI STADIJUMI.....	5-133
SLIKA 74. EKSTRAEMBRIONALNE MEMBRANE	5-134
SLIKA 75. PLOD U 11. NEDELJI	5-137
SLIKA 76. PLOD U 16. NEDELJI	5-137
SLIKA 77. PLOD U 22. NEDELJI	5-137
SLIKA 78. PLOD U 38. NEDELJI	5-138
6. PROPORCIJE I KONSTITUCIJA.....	6-153
TABELA 4. KOEFICIJENTI KORELACIJE LONGITUDINALNIH, OBIMSKIH KARAKTERISTIKA, MERA GLAVE I LICA I MASE TELA KOD MUŠKARACA.....	6-154
SLIKA 79. PROPORCIJE TELA KOD ODRASLOG ČOVEKA I NOVOROĐENČETA.....	6-155

SLIKA 80. POLNE RAZLIKE U PROPORCIJAMA TELA.....	6-157
SLIKA 81. TIPOVI KONSTITUCIJE PO KREČMERU	6-163
SLIKA 82. SOMATOTIPOVI PREMA SHELDONU	6-164

Univerzitet u Novom Sadu
Prirodno-matematički fakultet
Departman za biologiju i ekologiju

Naziv udžbenika: "Humana biologija"

Autori

Dr Tatjana Pavlica, vanredni profesor , Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

Dr Rada Rakić, vanredni profesor , Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu
ISBN 978-86-7031-533-4

Recenzenti

Dr Biljana Srđić-Galić, vanredni profesor Medicinskog fakulteta, Univerzitet u Novom Sadu
Dr Jelena Bjelanović, vanredni profesor Medicinskog fakulteta, Univerzitet u Novom Sadu

Kompjuterska obrada

Dipl. ing. arh. Mihailo Bogdanović

Lektor

Anadol Gegić

Izdavač

Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju,

Trg Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad

Glavni i odgovorni urednik

Prof. dr Milica Pavkov Hrvojević, dekan Prirodno matematičkog fakulteta u Novom Sadu

Odlukom Nastavno-naučnog veća Prirodno-matematičkog fakulteta sa 13. sednice održane 25.07.2019. godine, broj 0601-499/12, rukopis je prihvaćen za štampu kao univerzitetski udžbenik.

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, НовиСад

61:572(075.8)(0.034.2)

ПАВЛИЦА, Татјана, 1966-

Humana biologija/ Tatjana Pavlica, Rada Rakić. - Novi Sad : Departman za biologiju i ekologiju, 2019

Način pristupa (URL):

http://www.pmf.uns.ac.rs/studije/epublikacije/biologija/pavlica_rakic_humana_biologija.pdf. -
Nasl. sanaslovnog ekrana. – Elektronski izvor obima [192] str. - Bibliografija.

ISBN 978-86-7031-533-4

1. Ракић, Рада, 1960- [autor]

а) Хумана биологија

COBISS.SR-ID 331324167