

## Antropometrija u procjeni kardio-metaboličkog rizika

Marjeta Mišigoj-Duraković<sup>1</sup>, Maroje Sorić<sup>1</sup>, and Zijad Duraković<sup>2</sup>

*Katedra za medicinu sporta i vježbanja, Zavod za kineziološku antropologiju i metodologiju, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu<sup>1</sup>, Odjel za medicinsku antropologiju i epidemiologiju, Institut za antropologiju u Zagrebu<sup>2</sup>, Zagreb, Croatia*

Primljen u travnju 2013.  
CrossChecked u srpnju 2013.  
Prihvaćen u studenom 2013.

S visokom prevalencijom debljine i s njom povezanih kroničnih metaboličkih i srčano-žilnih bolesti aktualizirana je potreba primjene jednostavnih antropometrijskih pokazatelja u procjeni prekomjerne tjelesne mase i debljine i u primarnom probiru rizičnih skupina, najčešće ITM-om odnosno indeksom tjelesne mase. On se primjenjuje u epidemiološkim istraživanjima, ali i u svakodnevnom radu u primarnoj zdravstvenoj zaštiti, pri procjeni kardiovaskularnog rizika uz kliničku i laboratorijsku dijagnostiku, savjetovanju pravilne prehrane i praćenju učinaka dijetetskih mjera u prehrani te savjetovanju tjelesne aktivnosti i vježbanja. Međutim, s obzirom na to da nije pokazatelj tjelesnoga sastava, u individualnoj procjeni prekomjerne mase u mnogim slučajevima ne zadovoljava. To se osobito odnosi na procjenu tjelesno aktivnih osoba i sportaša s dobro razvijenom nemasnom masom, u kojih nalazimo prekomjernu tjelesnu masu, ali bez viška masti, kao i u osoba s normalnom tjelesnom masom i malom nemasnom masom i/ili gracilnim skeletom. Posljednjih desetljeća posebnu pozornost zaokuplja uloga različite raspodjele tjelesne masti u razvoju kroničnih metaboličkih i srčanožilnih bolesti. Najboljim antropometrijskim prediktorom kardiovaskularnog rizika smatra se opseg trbuha (OT). Neizravni je pokazatelj veličine nakupljanja visceralne masti. OT i omjer opsega struka i kukova dobri su pokazatelji distribucije tjelesne masti i kardio-metaboličkog rizika. Razmatra se varijabilnost i unutar skupine osoba s povećanim OT-om s obzirom na rizik od razvoja metaboličkog sindroma. Hipertrigliceridemija uz povećani OT smatra se prvim pokazateljem povećanog metaboličkog rizika. U radu su navedeni postupci analize tjelesnog sastava, posebno antropometrijski, koje se svrstava u skupinu jednostavnih i jeftinijih postupaka. Razvoj generaliziranih jednadžbi za procjenu gustoće tijela doveo je do uporabe antropometrije u analizi tjelesnog sastava u praktičnom radu.

**KLJUČNE RIJEČI:** *hipertrigliceridemični indeks; indeks tjelesne mase; omjeri opsega; opseg trbuha; tjelesni sastav*

Antropometrija je jednostavna, neinvazivna metoda koja obuhvaća mjerenje ljudskoga tijela, obradu i proučavanje dobivenih mjera. Primjenjuje se u brojnim područjima: pedijatriji i školskoj medicini za praćenje rasta i uhranjenosti djece i omladine, u sportskoj medicini i kineziologiji za potrebe selekcije sportaša i evaluacije učinaka programa treninga, u antropološkim i epidemiološkim istraživanjima za procjenu stanja uhranjenosti, u ergonomiji i industriji, napose tekstilnoj, kao i u znanstvenim istraživanjima

povezanosti tjelesnih dimenzija s drugim antropološkim posebnostima (1, 2).

S porastom prevalencije prekomjerne tjelesne mase i njene povezanosti s razvojem kroničnih metaboličkih i kardiovaskularnih bolesti, aktualizirana je potreba primjene jednostavnih postupaka procjene prekomjerne tjelesne mase i debljine korištenjem postupaka antropometrije u primarnom probiru rizičnih skupina. U Republici Hrvatskoj, na temelju podataka Hrvatske zdravstvene ankete, procijenjeno je da udio odraslih

osoba s prekomjernom tjelesnom masom doseže gotovo 60 %, a udio odraslih sa središnjim, abdominalnim tipom debljine prelazi 40 % (3). Kronične metaboličke bolesti – debljina, hiperlipidemija, ateroskleroza, šećerna bolest tipa 2 i s njima povezane bolesti srca i krvnih žila kao što su arterijska hipertenzija, koronarna bolest srca i moždani udar – vodeći su uzroci obolijevanja današnjeg stanovništva, a njihova je prevencija javno-zdravstveni prioritet.

U ranoj procjeni rizika u kliničkoj praksi potrebni su relativno jednostavni postupci prihvatljive točnosti, kojima je moguće razlikovati prekomjernu tjelesnu masu (TM) od pretilosti.

#### *Indeks tjelesne mase – prednosti i nedostaci*

Danas se kao najjednostavniji pokazatelj prekomjerne tjelesne mase i pretilosti, ali i rizika razvoja bolesti povezanih s debljinom, najčešće koristi indeks tjelesne mase (ITM, engl. *Body Mass Index* – BMI). Taj je naziv uveden prije više od četrdeset godina (4) za Queteletov indeks, omjer TM-a (u kilogramima) i kvadrata tjelesne visine (TV) izražene u metrima –  $TM/TV^2$ , koji je 1832. objavio Adolphe Quetelet, znameniti belgijski matematičar i statističar. Svjetska zdravstvena organizacija prihvatila je ITM u procjeni pretilosti i njenih stupnjeva (5). Primjena tog indeksa raširena je u epidemiološkim istraživanjima, ali i u svakodnevnom radu u primarnoj zdravstvenoj zaštiti, pri procjeni kardiovaskularnog rizika uz kliničku i laboratorijsku dijagnostiku, savjetovanju pravilne prehrane i praćenju učinaka dijetetskih mjera u prehrani, savjetovanju tjelesne aktivnosti i vježbanja, i dio je postupaka ranog otkrivanja prekomjerne tjelesne mase i debljine u djece i mladeži. Postavljeni su i danas dobro poznati standardi statusa uhranjenosti prema vrijednosti tog indeksa u odraslih osoba, pri čemu vrijednosti  $ITM < 18,5$  upućuju na pothranjenost, 18,5 – 24,9 na normalnu uhranjenost, 25,0 – 29,9 na prekomjernu tjelesnu masu, a više od 30,0 na pretilost (vrijednosti 30,0 – 34,9 označavaju pretilost I. stupnja, 35,0 – 39,9 pretilost II. stupnja, a  $\geq 40$  pretilost III. stupnja) (6). Istraživanja povezanosti ITM-a i rizika razvoja kroničnih metaboličkih i kardiovaskularnih bolesti pokazala su gotovo linearnu povezanost povećanih vrijednosti ovog indeksa s rizikom obolijevanja od kardiovaskularnih bolesti, šećerne bolesti tipa 2 i bolesti žučnog mjehura.

Razvijeni su i postupci primjene ITM-a u procjeni prekomjerne tjelesne mase u djece (7), korištenjem

vrijednosti koje u određenoj djetetovoj dobi odgovaraju vrijednostima 25, odnosno 30 u odraslih.

Ipak, indeks tjelesne mase nije pokazatelj tjelesnog sastava odnosno udjela masti u ukupnoj tjelesnoj masi. Imajući na umu da debljina nije određena prekomjernom tjelesnom masom nego povećanim udjelom masti u tjelesnoj masi, ITM u individualnoj procjeni prekomjerne mase u mnogim slučajevima ne zadovoljava. To se osobito odnosi na procjenu tjelesno aktivnih osoba i sportaša s dobro razvijenom nemasnom tjelesnom masom u kojih nalazimo prekomjernu tjelesnu masu, ali bez viška masti, ili pak u osoba s normalnom tjelesnom masom i malom nemasnom masom zbog nedovoljne tjelesne aktivnosti i/ili gracilnim skeletom. Zbog toga su razvijene regresijske jednadžbe za procjenu postotka tjelesne masti na temelju ITM-a, životne dobi i spola (8), no one nisu zaživjele u svakodnevnoj primjeni. U prosuđivanju ITM-a u starijih osoba s kroničnim bolestima (kao što su primjerice kronično zatajivanje funkcije bubrega, kronična opstruktivna plućna bolest, maligne bolesti, AIDS) valja uzeti u obzir spoznaje prema kojima se najniža povezanost sa sveukupnom smrtnosti i smrtnosti od kardiovaskularnih bolesti nalazi u području nešto viših vrijednosti ITM-a nego u populaciji odrasle životne dobi (engl. *obesity paradox*). Stoga je za prosudbu ITM-a i procjene rizika u tih bolesnika značajan podatak o stanju njihove uhranjenosti u srednjoj odrasloj dobi (9). U podlozi niskih vrijednosti ITM-a u starijih osoba nerijetko se nalazi sarkopenija povezana sa smanjenom funkcijskom sposobnosti. Oba stanja povezuju se s povećanim rizikom od sveukupne smrtnosti i rizikom od smrtnosti uslijed kardiovaskularnih bolesti (9).

Zadnjih desetak godina niz istraživača bavio se pogreškama u procjeni vlastitog TM-a i TV-a i, na temelju toga, izračunatih vrijednosti ITM-a (10-12). Naime, napose u epidemiološkim populacijskim istraživanjima koja se provode anketiranjem ispitanika, ali katkada i u svakodnevnoj praksi, izračun ITM-a provodi se na temelju samoprocjene TM-a i TV-a, iz čega proizlaze određene pogreške procjene. Rezultati istraživanja uglavnom upućuju na to da osobe starije životne dobi češće precjenjuju svoj TV. S obzirom na spol, muškarci češće precjenjuju svoj TV, a žene češće podcjenjuju vlastiti TM. Glede stanja uhranjenosti, prekomjerno teške i debele osobe češće i više podcjenjuju TM. S obzirom na bračni status, samci češće podcjenjuju TM i TV, a kad je riječ o socio-ekonomskom statusu, osobe s visokim primanjima preciznije su u samoprocjeni TM-a i TV-a (11).

Rezultati istraživanja koje su proveli Bolton-Smith i sur. (10) na uzorku odrasle škotske populacije otkrivaju kako su u samoprocjeni ispitanici obaju spolova skloni podcjenjivati i TM i TV, što dovodi do neznatne pogriješke u izračunu ITM-a. S dobi se smanjuje podcjenjivanje TV-a, a povećava podcjenjivanje TM-a. Pretili ljudi, osobe oboljele od šećerne bolesti i bolesnici koji su preboljeli infarkt miokarda više podcjenjuju vlastiti TM (10, 12).

Stoga su za primjenu u nekih populacija razvijene jednadžbe procjene stvarnog TM-a i TV-a na temelju samoprocijenjenih vrijednosti (10). U procjeni pojedinca u kliničkoj praksi podaci dobiveni samoprocjenom nisu primjereni u procjeni pretilosti (10).

Većina je autora suglasna kako se anketni podaci o TM-u i TV-u mogu koristiti u epidemiološkim istraživanjima u populaciji odraslih osoba zbog jednostavnosti prikupljanja podataka, napose uz primjenu parametrijskih prediktorskih modela (10, 11, 13) kao i u mladih osoba, ako su jedini mogući izvor podataka (12). Naime, rezultati usporedbe ITM-a izračunatih na temelju anketnih podataka o TM-u i TV-u i vrijednosti ITM-a izračunatih na temelju izravno izmjerenih TM-a i TV-a u mladih osoba pokazali su da podaci prikupljeni anketom dovode do podcjenjivanja prevalencije pretilosti. Takav postupak procjene u adolescenata ima nisku osjetljivost:  $\frac{1}{4}$  do gotovo  $\frac{1}{2}$  prekomjerno teških osoba ostaje neotkrivena (12). Prekomjerno teške mlade osobe češće podcjenjuju svoj TM i ITM. Utvrđeno je i da djevojke podcjenjuju vlastiti TM više od mladića (12).

Kako ITM ne daje podatak o tjelesnom sastavu, taj indeks nije dovoljno osjetljiv za praćenje promjena koje se zbivaju tijekom redukcijskih dijeta u pretilih osoba i napose tijekom programa vježbanja. Zdravstveno pozitivna promjena povećanja nemasne mase i smanjenja tjelesne masti tijekom sportskog treninga ili sportsko-rekreacijskog programa ostvaruje se i bez promjena vrijednosti ITM-a. U slučajevima znatnog povećanja nemasne mase dolazi i do povećanja TM-a, čime se povećava vrijednost ITM-a. Upravo zato taj indeks nije primjeren i ne daje valjane podatke o statusu uhranjenosti treniranih osoba, sportaša i osoba atletske tjelesne građe jer ne pruža podatke o udjelu nemasne i masne mase u ukupnom TM-u, ili pak o izvoru mogućeg viška TM-a.

#### *Antropometrijski postupci analize tjelesnog sastava*

Za praćenje promjena koje se zbivaju tijekom redukcijskih dijeta u pretilih osoba i napose tijekom

programa vježbanja i učinkovitosti provedenih postupaka, korisne podatke daje analiza tjelesnog sastava. I ovdje valja napomenuti da se, posebno u postupcima koji uključuju tjelovježbu, značajne i zdravstveno korisne promjene u tjelesnom sastavu ostvaruju i bez promjena vrijednosti TM-a.

Postupci analize tjelesnog sastava koji se danas provode različitim metodama temelje se na jednostavnom dvokomponentnom (razlučuju udio masne i nemasne komponente u ukupnoj tjelesnoj masi) ili pak na višekomponentnim modelima sastava tijela (1, 14-24). Kvantitativna analiza tjelesnog sastava predmet je intenzivnih istraživanja od druge polovine dvadesetog stoljeća. Ona obuhvaćaju istraživanja izvora, uzroka i razvoja varijabilnosti tjelesnog sastava i proširila su praktičnu primjenjivost saznanja biološke antropologije u kliničkoj medicini, medicini sporta i kineziologiji. Zanimanje za tjelesnu analizu razvijalo se usporedno s povećanjem primjene znanstvenih metoda u medicini i kineziologiji. Procjena količine tjelesne masti nezaobilazna je u istraživanjima fenomena pretilosti i njena liječenja te nutritivnog statusa, povezanosti između pretilosti i arterijske hipertenzije, dislipoproteinemije i poremećenog metabolizma glukoze – značajnih čimbenika rizika od metaboličkih i kardiovaskularnih bolesti.

Proteklih dvadesetak godina opisano je niz postupaka kojima je moguće utvrditi udio pojedinih komponenata tjelesnoga sastava (1, 14-24). To se odnosi ne samo na jednostavnije postupke koji se temelje na dvokomponentnom modelu tjelesnog sastava poput antropometrijskih postupaka, metoda bioelektrične impedancije, infracrvene spektrografije i hidrostatskog vaganja nego i na novije ultrazvučne i metode zračne pletizmografije. Tu su i složeniji laboratorijski postupci mjerenja, poput hidrometrije, u kojoj se procjena nemasne mase temelji na mjerenju količine tjelesne vode. Biokemijski postupci uključuju mjerenje 24-satne ekskrecije kreatinina ili određivanje ukupne razine kalija u tijelu. Rabe se i postupci koji zahtijevaju skupu opremu i kvalificiranog mjeritelja, poput mjerenja ukupne provodljivosti i metoda čiji su temelj višekomponentni modeli tjelesnog sastava, kao npr. metoda dvoenergijske rendgenske denzitometrije (DXA, od engl. *dual-energy X-ray absorptiometry* – apsorpciometrija pomoću X-zraka dviju različitih energija), kompjutorizirana tomografija, metoda magnetske rezonancije (14-19).

Međutim, u praktičnom radu, posebno u medicini sporta i vježbanja, u procjeni tjelesnog sastava rabe

se uglavnom postupci koji su jednostavni za primjenu, kratko traju i ne zahtijevaju skupu opremu (1). U tu skupinu postupaka pripadaju antropometrijski postupci određivanja tjelesnog sastava (osobito postotka tjelesne masti). Za to se obično koriste vrijednosti debljine kožnih nabora: jednog (najčešće mjenjenog na nadlaktici, nad tricepsom), odnosno dvaju, triju ili pak više kožnih nabora. Procjena pretilosti na temelju vrijednosti debljine samo jednog kožnog nabora, koja se obavlja pomoću percentilnih tablica dobivenih na osnovi podataka opsežnih populacijskih epidemioloških istraživanja, podvrgnuta je kritici zbog poznate varijabilnosti raspodjele nakupljanja potkožnog masnog tkiva. Stoga takve metode mogu poslužiti samo kao orijentacijske procjene ukupnog postotka tjelesne masti.

Razvijene su mnoge jednadžbe za izračun udjela masne komponente u ukupnoj tjelesnoj masi na temelju antropometrijskih mjera, najčešće debljine kožnih nabora, ali i drugih dimenzija poput dijametara zglobova i nekih opsega. Njihova se vrijednost procjenjuje usporedbom s referentnom metodom ("zlatnim standardom") za utvrđivanje tjelesne gustoće: ranije podvodnim ili hidrostatskim vaganjem, metodom DXA ili danas kriterijskim modelom koji obuhvaća više metoda za utvrđivanje komponenti tjelesnog sastava – podvodno vaganje ili zračnu pletizmografiju, DXA i hidrometriju (15-19).

Veliki broj jednadžbi opisanih u literaturi koje se temelje na antropometrijskim mjerama dobiven je na malim homogenim uzorcima te je specifičan za pojedine populacijske skupine (po dobi, spolu, razini tjelesne aktivnosti, sportu, etničkoj pripadnosti i dr.), što ograničava njihovu primjenu.

Razvoj generaliziranih kvadratnih jednadžbi za procjenu tjelesne gustoće, dobivenih na velikim heterogenim uzorcima u okviru regresijskog modela koji uzima u obzir nelinearnost odnosa mjera potkožnog masnog tkiva i tjelesne gustoće te spol i dob ispitanika, doveo je do korištenja antropometrijske metode u svakodnevnom praktičnom radu. Takve jednadžbe moguće je primijeniti za ispitanike različite dobi i razvijenosti potkožnog masnog tkiva. Najčešće se temelje na mjerama debljine potkožnog masnog tkiva, za koje Jackson i Pollock (20, 21) nalaze visoke korelacijske koeficijente s tjelesnom gustoćom određenom podvodnim vaganjem. Navedeni autori dali su veliki doprinos razvoju takvih generaliziranih jednadžbi za osobe u dobi između 18. i 61. godine. Njihove jednadžbe za utvrđivanje tjelesne gustoće sadržavaju sume sedam ili triju kožnih nabora

različitih po spolu, a koeficijenti korelacije tako dobivene tjelesne gustoće i gustoće dobivene podvodnim vaganjem i kasnije metodom DXA pokazali su se primjereno visokim. Najčešće se primjenjuju dvije njihove jednadžbe za određivanje tjelesne gustoće, koje se temelje na zbroju triju kožnih nabora mjenjenih Langeovim kaliperom. Dobivena tjelesna gustoća (G) uvrštava se u jednostavnu Sirijeju formulu za određivanje postotka masti [% tjelesne masti=(495/G)-450] (22, 23). Ta formula, slična Brožekovoj [% tjelesne masti=(457/G)-414] (24), još je uvijek najčešće korištena formula za izračun postotka masti na temelju poznate tjelesne gustoće. Valjanost predloženih jednadžbi provjerena je za pojedine skupine ispitanika u više istraživanja, no čini se da u izrazito pretilih osoba sa zbrojem kožnih nabora većim od 120 mm podcjenjuje udio tjelesne masti (25).

Te jednadžbe pretpostavljaju gustoću nemasne mase od 1,100 g cm<sup>-3</sup> za odraslu osobu. Uslijed poznate varijabilnosti gustoće nemasne mase s obzirom na dob, spol, treniranost i niz drugih čimbenika mogućeg utjecaja, razvijaju se i novi matematički postupci specifični za dob i spol te populacijske skupine. Osim što zahtijeva mjerenje debljine samo triju lako dostupnih kožnih nabora, prednost je antropometrijske metode Jacksona i Pollocka (20, 21) za utvrđivanje postotka tjelesne masti i u tome što su autori izradili tablice koje omogućuju izravno očitavanje postotka masti na temelju zbroja triju izmjerenih vrijednosti. Tablice su izrađene odvojeno po spolu te dane po dobnim skupinama (20, 21). Međutim, njihova primjena u osoba visokog stupnja pretilosti podvrgnuta je kritici te su predložene njene modifikacije (25).

U većini slučajeva primjena ovih metoda daje valjanu procjenu pretilosti na temelju utvrđivanja udjela tjelesne masti u ukupnoj tjelesnoj masi. Iznimno su korisni i primjenjivani u postupcima praćenja učinaka i redukcijskih dijeta i/ili programa vježbanja u pretilih osoba, u sportsko-medicinskoj dijagnostici u postupcima evaluacije trenažnog procesa sportaša i osoba uključenih u rekreativno vježbanje. Detaljno su opisani u udžbenicima iz područja medicine sporta i vježbanja (1). Iako postotak tjelesne masti u tijelu definira pretilost, još uvijek nema dovoljno spoznaja o povezanosti između tjelesne masti i sveukupne smrtnosti te smrtnosti od kardiovaskularnih bolesti. Rezultati velikog istraživanja Allison i sur. (26) pokazali su i pozitivnu povezanost između tjelesne masti i negativnu linearnu povezanost između nemasne mase sa sveukupnom smrtnosti. Količina

nemasne mase povezana je s funkcijskom tjelesnom spremnosti, kardiorespiratornom sposobnosti i mišićnom izdržljivošću. Oba potonja pokazatelja obrnuto su povezana s rizikom od kardiovaskularnog obolijevanja i smrti (9, 27). Ipak, u dijagnostici stanja pretilosti i procjeni kardio-metaboličkog rizika ti parametri nisu zaživjeli u svakodnevnom radu u primarnoj prevenciji, dijelom i stoga što ne diferenciraju rizični tip pretilosti prema raspodjeli tjelesne masti, koji se povezuje s razvojem nekih kroničnih bolesti.

#### *Uloga različite razdiobe tjelesne masti i njena procjena*

U posljednjih nekoliko desetljeća posebnu pozornost zaokuplja uloga različitih razdioba tjelesne masti u razvoju kroničnih metaboličkih i kardiovaskularnih bolesti (28-30). Spoznaje o varijabilnosti razdiobe masnog tkiva sežu oko 70 godina unatrag. Slovenski antropolog Škerlj izradio je 40-ih godina prošlog stoljeća klasifikaciju tipova tjelesne građe žena prema razdiobi tjelesne masti. U istom je razdoblju Vague (31) upozorio na zdravstveni značaj raspodjele tjelesne masti, i od tog se trenutka tipovi pretilosti određuju prema raspodjeli tjelesne masti. Zadnjih desetljeća dobiven je niz znanstveno utemeljenih spoznaja o povezanosti debljine abdominalnog tipa – nakupljanjem duboke visceralne tjelesne masti – s rizikom od razvoja kroničnih metaboličkih i kardiovaskularnih bolesti te o visceralnoj masti kao endokrinom organu koji luči veliki broj hormona i autokrinih/parakrinih čimbenika. Većinu čine citokini, čimbenici rasta, reaktanti akutne faze i drugi medijatori upale. Mnogi su čimbenici adipokini ili adipocitokini, koji sudjeluju u patogenezi ateroskleroze, inzulinske rezistencije i arterijske hipertenzije. Postalo je očito da pretile osobe s gledišta zdravstvenog rizika ne čine homogenu populaciju. To je potaknulo primjenu postupaka za otkrivanje zdravstveno rizične raspodjele tjelesne masti. Posebnu pozornost ponovno zauzimaju jednostavni postupci prihvatljive točnosti, primjereni za praktični rad. U procjeni kardiovaskularnog rizika započinju se koristiti mjere kao što su opseg trbuha i omjeri opsega ili pak debljine kožnih nabora na različitim dijelovima tijela.

Najboljim antropometrijskim pretkazateljem kardiovaskularnog rizika smatra se opseg trbuha (OT). OT je neizravni pokazatelj veličine nakupljanja abdominalne visceralne masti. Opseg trbuha i omjer opsega struka i bokova dobri su pokazatelji raspodjele tjelesne masti i kardio-metaboličkog rizika (29, 32).

Stoga su te mjere i omjeri u kliničkom radu bolji pokazatelji rizika od ITM-a u prekomjerno teških i debelih osoba. Abdominalno nakupljanje masti povezano je s dislipidemijom i hiperinzulinemijom – čak i u djece! Stoga su i izrađeni standardi te su određene percentilne vrijednosti za opseg trbuha u djece (33, 34). Pri korištenju mjere opsega trbuha samo mjesto mjerenja još uvijek nije u potpunosti standardizirano. U mnogobrojnim istraživanjima mjera opsega trbuha definirana je anatomski različito: 1) kao opseg trbuha mjeren na polovici udaljenosti između najnižeg rebra i grebena ilijačne kosti, 2) kao umbilikalni opseg, 3) najmanji opseg, 4) najveći opseg, 5) opseg mjeren neposredno ispod rebra, 6) opseg mjeren neposredno iznad ilijačnog grebena u stojećem stavu mjerene osobe, slobodno opuštenih ruku niz tijelo, na kraju normalnog ekspirija. Prva tri navedena načina mjerenja najčešće su zastupljena u istraživanjima povezanosti abdominalne pretilosti i obolijevanja od kroničnih metaboličkih i srčanožilnih bolesti (35). Korelacije minimalnog opsega trbuha s HDL-kolesterolom, LDL-kolesterolom i metaboličkim sindromom više su od onih s umbilikalno mjerenim opsegom trbuha, napose u žena (36). Ipak, način mjerenja opsega trbuha tik iznad grebena ilijačne kosti, s obzirom na koštanu strukturu koju je lako odrediti, češće se preporučuje kao standardni postupak. U odnosu na ITM i postotak ukupne tjelesne masti, opseg trbuha bolje je povezan s komponentama metaboličkog sindroma (32).

Libhaber i sur. (37) pokazali su neovisnu povezanost OT-a sa smanjenom dijastoličkom funkcijom lijeve klijetke (LV) u osoba prekomjerne tjelesne mase i u pretilih osoba. Rezultati istraživanja Mehte i sur. (38) o povezanosti OT-a i ITM-a s ehokardiogramskim mjerama ustroja i funkcije srca u zdrave i pretile djece pokazali su kako su oba pokazatelja, a pogotovo OT, neovisni pretkazivači smanjene dijastoličke funkcije LV-a. Can i sur. (39, 40) definirali su omjer OT-a i TV-a kao bolju mjeru kardiovaskularnog rizika i metaboličkog sindroma u odnosu na ostale dosad ispitane antropometrijske pokazatelje. Na velikom uzorku od gotovo 1700 ispitanika definirali su vrijednost  $\geq 0,59$  kao granicu kardio-metaboličkog rizika.

Nadalje, ni skupina osoba s povećanim OT-om s gledišta veličine kardio-metaboličkog rizika nije homogena. Već se skoro desetljeće razmatra i ispituje i varijabilnost unutar skupine osoba s povećanim OT-om s obzirom na rizik od razvoja metaboličkog sindroma, koronarne bolesti srca i dijabetesa tipa 2 (29, 41-44).

Razlikujemo dvije varijante povećanog OT-a: 1) "izolirani", koji se nalazi u odsutnosti kardio-metaboličkih komplikacija i često je povezan s povećanim supkutanim nakupljanjem masti ("funkcionalno masno tkivo"), i 2) OT koji je posljedica povećane količine visceralne masti i nalazi se u prisutnosti metaboličkih komplikacija, prije svega trigliceridemije ("nefunkcijsko masno tkivo"), a kasnije i povećanog rizika od razvoja koronarne bolesti srca, metaboličkog sindroma, dijabetesa tipa 2, i koji je usko povezan s hiperinzulinemijom i povišenim vrijednostima apolipoproteina B (29). Hipertrigliceridemija (Htg) uz povećani OT ( $OT \geq 90$  cm, koncentracija triglicerida  $\geq 2$  mmol L<sup>-1</sup>) – nazvana hipertrigliceridemičnim opsegom (HtgOT) (29, 41) – smatra se prvim pokazateljem povećanog rizika odnosno prisutnosti ostalih komponenti metaboličkog trijasa: hiperinzulinemije, povišenih vrijednosti apolipoproteina B te povećanog broja malih LDL čestica. HtgOT nađen je u oko 19-25 % odraslih ispitanika (42, 23). U čak 84 % ispitanika s HtgOT-om nalazi se aterogeni metabolički trijas (41). Pojavnost HtgOT-a raste s porastom životne dobi i doseže 40 % u dobi od 55 do 74 godine (43). Smatra se dobrim prediktorom postprandijalne hipertrigliceridemije. Istraživanje u okviru *Tehran Lipid and Glucose Study* (44) pokazalo je da 75 % osoba s HtgOT-om ima povišenu razinu ukupnog kolesterola, povišenu razinu LDL-kolesterola, sniženu razinu HDL-kolesterola, povišeni arterijski krvni tlak i ITM. HtgOT smatra se "biljegom" relativne nemogućnosti supkutane pohrane masti (29).

U djece – uz primjenu ITM-a prema dobi i spolu te granica prekomjerne tjelesne mase odnosno pretilosti koje su postavljene na centilne vrijednosti  $\geq 85$  (prekomjerne tjelesne mase) odnosno 95 (pretilosti) – također procjenjujemo rizičnost raspodjele nakupljanja tjelesne masti. Primjenjuju se omjeri nakupljanja masti na trupu u odnosu na udove – supskapularno/tricipitalni indeks (45). Definiran je i ispitan i hipertrigliceridemični opseg trbuha za probir rizične skupine adolescenata za razvoj kardio-metaboličkih bolesti. Za kriterije se uzimaju opseg trbuha  $\geq 95$  percentila za dob i spol, i koncentracija triglicerida  $\geq 1,24$  mmol L<sup>-1</sup> (46). HtgOT pokazao se boljim pokazateljem rizika u djece i adolescenata od omjera OT/TV (46).

Danas se u primijenjenoj antropometriji poseže za digitalnim antropometrijskim mjerenjima. Metodom 3D fotonskog skeniranja tijela dobivaju se digitalne obavijesti o tjelesnom obliku. Mjerni instrument snima

topografiju tjelesne površine i omogućuje dobivanje više od 130 opsega jednim skeniranjem. Metoda je neinvazivna, praktična i omogućuje iznimno brzo i jednostavno dobivanje podataka, a ujedno obećava napredak u epidemiološkim istraživanjima povezanosti između veličine i oblika tijela i pretilosti. Očekuje se njena veća primjena u sprječavanju i praćenju zdravstvenog rizika, individualnom praćenju/nadzoru bolesnika tijekom liječenja, za procjenu tjelesne površine i razvoja novih pokazatelja tjelesnog oblika (47-49).

### Zaključak

Antropometrija je jednostavna, neinvazivna metoda niske cijene. Korisna je u epidemiološkim istraživanjima, kliničkom radu i znanstvenim istraživanjima u području ispitivanja stanja uhranjenosti, pretilosti i njene povezanosti s razvojem danas najčešćih kroničnih bolesti metabolizma i srčano-žilnih bolesti. Korisna je i u praćenju učinaka postupaka redukcijske tjelesne mase i tjelovježbenih programa u pretilih osoba i osoba prekomjerne tjelesne mase. Važan je dio sportsko-medicinske dijagnostike u sportaša u selekciji i evaluaciji trenažnih procesa.

### LITERATURA

1. Mišigoj-Duraković M. Kinantropologija – biološki aspekti tjelesnog vježbanja. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2008.
2. Mišigoj-Duraković M. Anthropometry in premenarcheal female esthetic sports athletes and ballerinas. U: Preedy VR, urednik. Handbook of anthropometry. Physical measures of human form in health and disease. New York (NY): Springer Science+Media, LCC; 2012. str. 1817-36.
3. Fišter K, Kolčić I, Musić Milanović S, Kern J. The prevalence of overweight, obesity and central obesity in six regions of Croatia: results from the Croatian adult health survey. Coll Antropol 2009;33(Suppl 1):25-9. PMID: 19563142
4. Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL. Indices of relative weight and adiposity. J Chronic Dis 1972;25:329-43. PMID: 4650929
5. World Health Organization (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series No. 854. Geneva: WHO; 1995.
6. World Health Organization (WHO). Obesity; preventing and managing the global epidemic. WHO Technical Report Series No. 894. Geneva: WHO; 2000.
7. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. BMJ 2000;6:320:1240-3. PMID: 10797032

8. Levitt DG, Heymsfield SB, Pierson RN Jr, Shapses SA, Kral JG. Physiological models of body composition and human obesity. *Nutr Metab (Lond)* 2007;4:19. doi: 10.1186/1743-7075-4-19
9. Batsis JA, Buscemi S. Body mass index and cardiac events in elderly patients. U: Preedy VR, urednik. *Handbook of anthropometry. Physical measures of human form in health and disease.* New York (NY): Springer Science+Media, LCC; 2012. str. 1537-60.
10. Bolton-Smith C, Woodward M, Tunstall-Pedoe H, Morrison C. Accuracy of the estimated prevalence of obesity from self reported height and weight in an adult Scottish population. *J Epidemiol Community Health* 2000;54:143-8. PMID: 10715748
11. Stommel M, Schoenborn CA. Accuracy and usefulness of BMI measures based on self-reported weight and height: findings from the NHANES & NHIS 2001-2006. *BMC Public Health* 2009;9:421. doi: 10.1186/1471-2458-9-421
12. Sherry B, Jefferds ME, Grummer-Strawn LM. Accuracy of adolescent self-report of height and weight in assessing overweight status: a literature review. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2007;161:1154-61. PMID: 18056560
13. Dekkers JC, van Wier MF, Hendriksen IJ, Twisk JW, van Mechelen W. Accuracy of self-reported body weight, height and waist circumference in a Dutch overweight working population. *BMC Med Res Methodol* 2008;8:69. doi: 10.1186/1471-2288-8-69
14. Mišigoj-Duraković M. Metode za utvrđivanje sastava tijela. *Hrvatski sportskomedicinski vjesnik* 1992;7:73-8.
15. Kriemler S, Puder J, Zahner L, Roth R, Braun-Fahrländer C, Bedogni G. Cross-validation of bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in a representative sample of 6- to 13-year-old children. *Eur J Clin Nutr* 2009;63:619-26. doi: 10.1038/ejcn.2008.19
16. Bony-Westphal A, Mast M, Eichhorn C, Becker C, Kutzner D, Heller M, Müller MJ. Validation of air-displacement plethysmography for estimation of body fat mass in healthy elderly subjects. *Eur J Nutr* 2003;42:207-16. doi: 10.1007/s00394-003-0416-4
17. Weyers AM, Mazzetti SA, Love DM, Gómez AL, Kraemer WJ, Volek JS. Comparison of methods for assessing body composition changes during weight loss. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:497-502. PMID: 11880815
18. Silva AM, Minderico CS, Teixeira PJ, Pietrobello A, Sardinha LB. Body fat measurement in adolescent athletes: multicompartiment molecular model comparison. *Eur J Clin Nutr* 2006;60:955-64. PMID: 16523205
19. Radley D, Gately PJ, Cooke CB, Carroll S, Oldroyd B, Truscott JG. Percentage fat in overweight and obese children: comparison of DXA and air displacement plethysmography. *Obes Res* 2005;13:75-85. PMID: 5761165
20. Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. *Phys Sports Med* 1985;5:76-90. doi: 10.1016/0167-0115(85)90109-0
21. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc* 1980;12:175-82. PMID: 7402053
22. Siri WE. The Gross composition of the body. *Adv Biol Med Phys* 1956;4:239-80. PMID: 13354513
23. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. U: Brozek J, Henschel A, urednici. *Techniques for measuring body composition.* Washington (DC): National Academy of Science; 1961. str. 223-44.
24. Brozek J, Key, A. The evaluation of leanness-fatness in man: norms and intercorrelations. *Br J Nutr* 1951;4:194-206. doi: 10.1079/BJN19510025
25. Nevill AM, Metsios GS, Jackson AS, Wang J, Thornton J, Gallagher D. Can we use the Jackson and Pollock equations to predict body density/fat of obese individuals in the 21st century? *Int J Body Compos Res* 2008;6:114-21. PMID: 20582331
26. Alison DB, Fontaine KR, Manson JE, Stevens J, Vanltallie TB. Annual deaths attributable to obesity in the United States. *JAMA* 1999;282:1530-8. doi: 10.1001/jama.282.16.1530
27. Mišigoj Duraković M, Duraković Z. Povezanost tjelesne spremnosti i rizika za razvoj srčano-žilnih bolesti. U: *Zbornik radova 19. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske "Individualizacija rada u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kinezioterapije"*; 22.-26. lipnja 2010.; Poreč. Zagreb: Hrvatski kineziološki savez; 2010. str. 55-61.
28. Vega GL, Adams-Huet B, Peshock R, Willett D, Shah B, Grundy SM. Influence of body fat content and distribution on variation in metabolic risk. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91:4459-66. PMID: 16926254
29. Lemieux I, Poirier P, Bergeron J, Alméras N, Lamarche B, Cantin B, Dagenais GR, Després JP. Hypertriglyceridemic waist: a useful screening phenotype in preventive cardiology? *Can J Cardiol* 2007;23(Suppl B):23B-31B. PMID: 17932584
30. Rodríguez G, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Garagorri JM, Sarría A, Bueno M. Body composition in adolescents: measurements and metabolic aspects. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28(Suppl 3):S54-8. PMID: 15543220
31. Vague P. Sexual differentiation, a factor affecting the forms of obesity. *Presse Méd* 1947;30:339-40.
32. Shen W, Punyanitya M, Chen J, Gallagher D, Albu J, Pi-Sunyer X, Lewis CE, Grunfeld C, Heshka S, Heymsfield SB. Waist circumference correlates with metabolic syndrome indicators better than percentage fat. *Obesity (Silver Spring)* 2006;14:727-36. PMID: 16741276
33. McCarthy HD. Body fat measurements in children as predictors for the metabolic syndrome: focus on waist circumference. *Proc Nutr Soc* 2006;65:385-92. PMID: 17181905
34. McCarthy HD, Jarrett KV, Crawley HF. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. *Eur J Clin Nutr* 2001;55:902-7. PMID: 11593353
35. Schunkert H, Markus MRP, Stritzke J. Waist circumference and cardiovascular risk. U: Preedy VR, urednik. *Handbook of anthropometry. Physical measures of human form in health and disease.* New York (NY): Springer Science+Media, LCC; 2012. str. str. 2137-53.
36. Willis LH, Slentz CA, Houmard JA, Johnson JL, Duscha BD, Aiken LB, Kraus WE. Minimal versus umbilical waist circumference measures as indicators of cardiovascular disease risk. *Obesity (Silver Spring)* 2007;15:753-9. doi: 10.1038/oby.2007.612
37. Libhaber CD, Norton GR, Majane OH, Libhaber E, Essop MR, Brooksbank R, Maseko M, Woodiwiss AJ. Contribution of central and general adiposity to abnormal left ventricular diastolic function in a community sample with a high prevalence of obesity. *Am J Cardiol* 2009;104:1527-33. doi: 10.1016/j.amjcard.2009.07.020

38. Mehta SK, Richards N, Lorber R, Rosenthal GL. Abdominal obesity, waist circumference, body mass index, and echocardiographic measures in children and adolescents. *Congenit Heart Dis* 2009;4:338-47. doi: 10.1111/j.1747-0803.2009.00330.x
39. Can AS, Bersot TP, Gönen M, Pekcan G, Rakıcıoğlu N, Samur G, Yıldız EA. Anthropometric indices and their relationship with cardiometabolic risk factors in a sample of Turkish adults. *Public Health Nutr* 2009;12:538-46. doi: 10.1017/S1368980008002474
40. Can AS, Yıldız EA, Samur G, Rakıcıoğlu N, Pekcan G, Ozbayrakçı S, Palaoğlu KE, Gönen M, Bersot TP. Optimal waist:height ratio cut-off point for cardiometabolic risk factors in Turkish adults. *Public Health Nutr* 2010;13:488-95. doi: 10.1017/S1368980009991637
41. Lemieux I, Pascot A, Couillard C, Lamarche B, Tchernof A, Alméras N, Bergeron J, Gaudet D, Tremblay G, Prud'homme D, Nadeau A, Després JP. Hypertriglyceridemic waist. A marker of the atherogenic metabolic triad (hyperinsulinemia, hyperapolipoprotein B, small, dense LDL) in men? *Circulation* 2000;102:179-84. PMID: 10889128
42. Lemieux I, Alméras N, Mauriège P, Blanchet C, Dewailly E, Bergeron J, Després JP. Prevalence of "hypertriglyceridemic waist" in men who participated in the Quebec Health Survey: Association with atherogenic and diabetogenic metabolic risk factors. *Can J Cardiol* 2002;18:725-32. PMID: 12167959
43. Kahn HS, Valdez R. Metabolic risks identified by the combination of enlarged waist and elevated triacylglycerol concentration. *Am J Clin Nutr* 2003;78:928-34. PMID: 14594778
44. Solati M, Ghanbarian A, Rahmani M, Sarbazi N, Allahverdian S, Azizi F. Cardiovascular risk factors in males with hypertriglyceridemic waist (Tehran Lipid and Glucose Study). *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:706-9. PMID: 14770189
45. Deurenberg P, Pieters JJ, Hautvast JG. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. *Br J Nutr* 1990;63:293-303. PMID: 2334665
46. Bailey DP, Savory LA, Denton SJ, Davies BR, Kerr CJ. The hypertriglyceridemic waist, waist-to-height ratio, and cardiometabolic risk. *J Pediatr* 2013;162:746-52. doi: 10.1016/j.jpeds.2012.09.051
47. Wang J, Gallagher D, Thornton JC, Yu W, Horlick M, Pi-Sunyer FX. Validation of a 3-dimensional photonic scanner for the measurement of body volumes, dimensions, and percentage body fat. *Am J Clin Nutr* 2006;83:809-16.
48. Wells JC, Treleaven P, Cole TJ. BMI compared with 3-dimensional body shape: the UK National Sizing Survey. *Am J Clin Nutr* 2007;85:419-25. PMID: 17284738
49. Wells JC, Ruto A, Treleaven P. Whole-body three-dimensional photonic scanning: a new technique for obesity research and clinical practice. *Int J Obes (Lond)* 2008;32:232-8. PMID: 17923860



## **Summary**

### **Anthropometry in cardio-metabolic risk assessment**

High prevalence of obesity, as a major public health problem, is connected with chronic cardiovascular and metabolic diseases. That is why some simple anthropometric parameters were developed to estimate overweight and obesity, and in the primary screening of risk groups. In this field, body mass index (BMI) is the most frequent parameter, both in epidemiological research and in everyday practice. It is a part of the algorithm used in the early detection of overweight and obese persons. However, BMI does not provide any data on body composition. This is why it is particularly insufficient in estimating body mass in physically active persons and in athletes who are often overweight, with a higher proportion of lean body mass but without any excess fat, as well as in those with normal weight but lower than normal lean body mass and/or gentle skeleton. Over the last few decades, attention has been especially directed to different body fat distribution in relation to chronic cardio-vascular and metabolic diseases. Waist circumference (WC) is the best anthropometric predictor of cardiovascular risk. It is considered an indirect parameter of visceral fat. WC and waist-to-hip ratio are good parameters showing body fat distribution and cardio-metabolic risk. Waist-to-height ratio is suggested by some authors to be an even better parameter of cardio-vascular risk and metabolic syndrome. Hypertriglyceridemia combined with increased WC is considered a marker of atherogenic metabolic risk. The paper also deals with procedures of body composition analysis. Anthropometric assessment of body composition analysis belongs to a group of simple and inexpensive procedures. Development of generalised equations for body density prediction introduced anthropometric methods in the analysis of body composition in everyday practice.

**KEY WORDS:** *body composition; body mass index; hypertriglyceridemic index; waist circumference; waist-to-hip ratio*

#### **CORRESPONDING AUTHOR:**

Prof. dr. sc. med. Marjeta Mišigoj-Duraković, FECSS  
Chair of Medicine of Sport and Exercise  
Department of Kinesiological Anthropology and Methodology  
Faculty of Kinesiology, University of Zagreb,  
Horvaćanski zavoj 15,  
10 000 Zagreb, Croatia  
E-mail: [mmisigoj@kif.hr](mailto:mmisigoj@kif.hr)