

# Usporedba različitih antropometrijskih mjera za određivanje debljine u djece

---

Zaluški, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:573358>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-02**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Tomislav Zaluški**

**Usporedba različitih antropometrijskih mjera za  
određivanje debljine u djece**

**Diplomski rad**



**Zagreb, 2020.**

Ovaj diplomski rad izrađen je na Katedri za medicinsku statistiku, epidemiologiju i medicinsku informatiku, Škola narodnog zdravlja, Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu pod vodstvom izv.prof.dr.sc. Sanje Musić Milanović i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2019./2020.

## Popis kratica

ABI - analiza bioelektrične impedancije

CroCOSI - engl. Croatian Childhood Obesity Surveillance Initiative

DM - denzitometrija

HV – hidrostatsko vaganje

IP – interval pouzdanosti

ITM – indeks tjelesne mase

kg/m<sup>2</sup> - kilogram po metru kvadratnom, mjerna jedinica

MR – magnetska rezonanca

NICE – engl. National Institute of Health and Care Excellence

OS – opseg struka

OSB – omjer opsega struka i bokova

OSV – omjer opsega struka i visine

OV – opseg vrata

SZO – Svjetska Zdravstvena Organizacija

UZV - ultrazvuk

ZP – zračna pletizmografija

## Sadržaj

1. Sažetak	
2. Summary	
3. Uvod.....	1
3.1. Epidemiologija debljine u djece .....	1
3.2. Definiranje prekomjerne tjelesne mase i debljine u djece .....	2
3.3. Načini mjerenja debljine .....	2
3.4. Izazovi mjerenja debljine u djece.....	4
4. Indeks tjelesne mase (ITM), tjelesna masa i visina .....	6
4.1. Uporaba ITM-a .....	6
4.2. Osjetljivost, specifičnost i usporedba s neantropometrijskim mjerama .....	7
4.3. Prednosti ITM-a.....	8
4.4. Nedostaci ITM-a .....	9
5. Opseg struka (OS), omjer opsega struka i bokova (OSB), omjer opsega struka i visine (OSV) .....	10
5.1. Osjetljivost, specifičnost i usporedba s neantropometrijskim mjerama .....	10
5.2. Prednosti .....	11
5.3. Nedostaci .....	12
6. Debljina kožnog nabora .....	13
6.1. Osjetljivost, specifičnost i usporedba s neantropometrijskim mjerama .....	13
6.2. Prednosti .....	14
6.3. Nedostaci .....	14
7. Opseg vrata (OV).....	16
7.1. Osjetljivost i specifičnost.....	16
7.2. Prednosti .....	16
7.3. Nedostaci .....	16
8. Ostale antropometrijske mjere.....	18
9. Usporedba mjera .....	19
9.1. Osjetljivost .....	19
9.2. Specifičnost .....	19
9.3. Greške u mjerenju, jednostavnost mjerenja i cijena .....	20
9.4. Univerzalne granične vrijednosti .....	20
9.5. Suradljivost djece .....	21
10. Zaključak.....	23
11. Zahvale .....	24
12. Literatura.....	25
13. Životopis.....	40

# 1. Sažetak

Usporedba različitih antropometrijskih mjera za određivanje debljine u djece

Tomislav Zaluški

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji, prevalencija debljine među djecom starosti 5 do 19 je porasla sa 4% na preko 18% u razdoblju od 1975. do 2016. godine. Zbog već desetljećima poznatih rizika za zdravlje koje donose prekomjerna tjelesna masa i debljina jasno je kako je od velike važnosti provoditi epidemiološka istraživanja debljine u dječjoj populaciji. Najbolji alati za ta istraživanja su antropometrijske mjere za određivanje debljine. Indeks tjelesne mase se najduže i najčešće koristi no zbog brojnih kritika na njegov račun, konstantno se ispituju alternativne mjere. Cilj ovog rada je sistematično prikazati prednosti i nedostatke najčešće korištenih antropometrijskih mjera za određivanje debljine u djece te ih direktno usporediti. Kao alternative indeksu tjelesne mase najčešće se koriste opseg struka, omjer opsega struka i visine te mjerenje debljine kožnog nabora. Usporedba navedenih mjera pokazuje kako je indeks tjelesne mase i dalje dovoljno dobar za epidemiološka istraživanja debljine u djece no da postoji i korist u mjerenju opsega struka.

Ključne riječi: debljina u djece, antropometrijske mjere, indeks tjelesne mase, opseg struka

## 2. Summary

Comparison of different anthropometric measures for determining childhood obesity

Tomislav Zaluški

According to the World Health Organization, the prevalence of obesity in children aged 5 to 19 years has increased from 4% to over 18% in period from 1975 to 2016. Because of health risks that come with overweight and obesity, known for decades, it is clear that it is of utter importance to conduct epidemiological studies of childhood obesity. The best tools for these studies are anthropometric measures for determining obesity. The oldest and most commonly used method is the body mass index, but due to abundant criticism new methods are continuously being developed. The aim of this review is to systematically show advantages and disadvantages of the most commonly used anthropometric methods for determining childhood obesity and to compare them directly. The most common alternatives to body mass index used are waist circumference, waist to height ratio and skinfold thickness measurement. Comparison of aforementioned measures shows that body mass index is still a sufficiently good measure for determining childhood obesity, though, there is an added benefit to waist circumference measuring.

Keywords: childhood obesity, anthropometric measures, body mass index, waist circumference

## **3. Uvod**

### **3.1. Epidemiologija debljine u djece**

Prema izvještaju Svjetske Zdravstvene Organizacije (SZO) iz 2016. godine u svijetu je 1,6 milijarda ljudi prekomjerne tjelesne mase, od kojih preko 650 milijuna ima debljinu. Iako je teško prikupiti aktualne podatke za cijeli svijet sasvim je jasno kako se prevalencija debljine kontinuirano povećava u posljednja 4 desetljeća (1). Debljina i prekomjerna tjelesna masa imaju brojne negativne učinke na zdravlje koji su poznati i prate se već desetljećima. U 2015. godini prekomjerna tjelesna masa i debljina, definirane indeksom tjelesne mase (ITM) jednakim ili većim od  $25 \text{ kg/m}^2$ , odnosno  $30 \text{ kg/m}^2$ , pridonijeli su četiri milijuna smrtnih slučajeva globalno. Od toga je najviše smrtnih slučajeva, njih 2,7 milijuna, povezano s kardiovaskularnim bolestima, dok je s dijabetesom povezano 0,6 milijuna smrtnih slučajeva (2). Djeca s debljinom imaju pet puta veći rizik da imaju debljinu u odrasloj dobi nego djeca koja nisu imala debljinu. Što dijete kasnije razvije debljinu, veća je vjerojatnost da će ju zadržati i u odrasloj dobi (3). S većim rizikom debljine u odrasloj dobi dolazi i veći rizik od zdravstvenih komplikacija debljine (4, 5). Ohrabrujući su podaci kako djeca s debljinom koja u odrasloj dobi imaju normalnu tjelesnu masu imaju jednak rizik obolijevanja od bolesti povezanih s debljinom kao i ljudi koji nikada nisu imali debljinu (6).

Procjena SZO-a je kako je 2019. godine u svijetu bilo 38,2 milijuna djece mlađe od 5 godina s prekomjernom tjelesnom masom. U 2016. godini procjena je kako je preko 340 milijuna djece i adolescenata starosti od 5 do 19 godina imalo prekomjernu tjelesnu masu. U razdoblju od 1975. do 2016. godine prevalencija debljinemeđu djecom starosti 5 do 19 godina porasla je sa 4% na preko 18% (1). Iako je prevalencija debljine mnogo veća u odrasloj nego u dječjoj dobi, zabrinjavaju podaci kako je incidencija debljine u dječjoj dobi u mnogim zemljama



postala veća od one u odrasloj dobi. Takvi trendovi primijećeni su u zemljama sa srednjim indeksom socio-demografskog razvoja (2).

Prema izvješću Europske inicijative praćenja debljine u djece (CroCOSI), u Hrvatskoj je u 2015./2016. godini bilo 21,5% dječaka s prekomjernom tjelesnom masom dok ih je 17,2% s debljinom. Djevojčica s prekomjernom tjelesnom masom bilo je 20,3% dok ih je s debljinom bilo 10,7%. U studiju su uključena djeca starosti 8 do 8,9 godina (7).

Ovi podaci pokazuju kako je od velike važnosti provoditi epidemiološka istraživanja debljine u dječjoj populaciji kako bi se na vrijeme reagiralo i pokušalo minimizirati negativne posljedice debljine u odrasloj dobi.

### **3.2. Definiranje prekomjerne tjelesne mase i debljine u djece**

Prema SZO-u dijete starosti manje od 5 godina ima prekomjernu tjelesnu masu ako je njegova tjelesna masa za visinu veća od dvije standardne devijacije prema medijanu SZO-ovih dječjih standarda rasta. Ako je njegova masa za visinu veća od 3 standardne devijacije prema istom medijanu onda je to dijete s debljinom (8). Djeca starosti od 5 do 19 godina imaju prekomjernu tjelesnu masu ako je njihov ITM veći od jedne standardne devijacije iznad medijana SZO-ovih standarda rasta. Ako je njihov ITM veći od 2 standardne devijacije prema istom medijanu tada je to dijete s debljinom (9, 10).

### **3.3. Načini mjerenja debljine**

Debljina se može mjeriti na mnogo načina. Za ovaj rad najpogodnije ih je podijeliti na antropometrijska i neantropometrijska mjerenja.

Neantropometrijska mjerenja koriste fizikalna obilježja različitih vrsta tkiva u ljudskom tijelu kako bi odredila tjelesni sastav. Densitometrija (DM) koristi različitu radiološku gustoću

ljudskih tkiva te na taj način određuje udio masnog tkiva, gustoću kostiju te udio mišićnog tkiva (11). Analiza bioelektrične impedancije (ABI) koristi različitu električnu impedanciju ljudskih tkiva (12). Zračna pletizmografija (ZP) i hidrostatsko vaganje (HV) koriste različite gustoće ljudskih tkiva (13, 14). Mjerenje dilucije deuterijeva oksida i kalija u tijelu oslanjaju se na karakterističnu distribuciju tih elemenata u ljudskom tijelu (15, 16). Za određivanje sastava tijela koriste se i magnetska rezonanca (MR) (17) i ultrazvuk (UZV) (18). Višekomponentne metode koriste rezultate jednog ili više ovih mjerenja kako bi masu ljudskog tijela podijelili prema njegovim komponentama (masa masnog tkiva, masa kostiju, masa nemasnog tkiva, masa vode itd.) (19). Najpreciznije mjerenje sastava ljudskog tijela bila je direktna analiza kemijskog sastava ljudskog kadavera prvi puta primijenjena 1945. godine (20), no jasno je kako ona nije primjenjiva za veća istraživanja. U literaturi korištenoj za ovaj rad spomenuta neantropometrijska mjerenja, zbog svoje visoke preciznosti, korištena su kao referentni standardi za određivanje valjanosti antropometrijskih mjerenja za određivanje debljine u djece. Od svih neantropometrijskih mjerenja kao najbolji za procjenu tjelesnog sastava *in vivo* preporuča se četverokomponentni model. Četverokomponentni model tjelesnu masu dijeli u četiri sastavne komponente. To su masa masnog tkiva, masa vode, masa proteina i masa minerala (21). S obzirom na njihovu visoku cijenu, tehničku zahtjevnost i relativno malu dostupnost, neantropometrijske mjere debljine nisu pogodne za epidemiološka istraživanja. Cilj ovog rada je analizirati i usporediti različite antropometrijske mjere za određivanje debljine u djece. Zbog toga detaljnijih podataka o neantropometrijskim mjerama neće biti.

Antropometrijska mjerenja koriste direktno izmjerene veličine ljudskog tijela. To su tjelesna masa, visina, opseg struka (OS), opseg bokova, opseg pojedinih udova, opseg glave, opseg vrata (OV) i debljine kožnih nabora. Te se mjere zatim mogu koristiti samostalno za određivanje debljine (OS, tjelesna masa, debljina kožnog nabora, OV) ili se koristiti za

izračunavanje raznih indeksa ili pak uvrštavati u kompleksne formule kako bi se izračunao udio masnog tkiva (22, 23). U odnosu na neantropometrijske mjere debljine, antropometrijske mjere imaju značajno manju cijenu, jednostavnije i brže se izvode te su široko dostupne. Iako su neke neantropometrijske mjere mnogo preciznije, antropometrijske mjere pokazuju zadovoljavajuće rezultate u detekciji debljine. Zbog navedenih razloga, antropometrijske mjere pogodne su za epidemiološka istraživanja debljine kao i za brzu procjenu debljine u kliničkim uvjetima (19, 23, 24).

### **3.4. Izazovi mjerenja debljine u djece**

Korištenje antropometrijskih mjerila za određivanje debljine u djece složenije je nego kod odraslih ljudi. Najveće ograničenje proizlazi iz činjenice kako postoje velike fiziološke varijacije visine, mase kao i sastava tijela u vremenu dok djeca rastu. Distribucija i udio masnog tkiva različiti su između djevojaka i dječaka prije, tijekom i nakon puberteta. Djevojke akumuliraju više masnog tkiva od dječaka tijekom i nakon puberteta. Većina tog masnog tkiva je potkožno masno tkiva te se akumulira na ekstremitetima i u ginoidnom području. Dječaci tokom i nakon puberteta akumuliraju više masnog tkiva u području abdomena. Većina tog masnog tkiva je u obliku visceralnog masnog tkiva (25). Isto tako, distribucija masnog tkiva razlikuje se između rasa i etničkih skupina. Tako je količina visceralnog masnog tkiva veća u bijele rase i osoba hispaničkog porijekla, dok je količina potkožnog masnog tkiva veća u mladim afroamerikanaca. Mlade osobe azijskog porijekla imaju manje masnog tkiva ginoidne distribucije no veću količinu visceralnog masnog tkiva od bijelaca (25, 26). Zbog toga su za antropometrijske mjere napravljene brojne standardizirane centilne krivulje za dob, spol, etničku pripadnost itd. Tako postoje internacionalne krivulje (8, 27, 28), ali i brojne krivulje koje su napravljene za populaciju samo jedne zemlje (29-32). Internacionalne krivulje su korisne u usporedbi populacijskih

studija među zemljama, no imaju manju vrijednost kada se koriste u specifičnoj populaciji (33). Te iste krivulje potrebno je redovito ažurirati, pogotovo na razini pojedinih država, odnosno rasa i etničkih skupina, jer se populacijski trendovi mijenjaju s vremenom (32,34). Izazov predstavlja i suradljivost djece prilikom antropometrijskih mjerenja. Teško je umiriti djecu mlađu od 2 godine kako bi se mjerenje adekvatno provelo. Kod starije djece suradljivost je veća, no nastaje problem nelagode prilikom mjerenja. Nelagoda nastaje zbog potrebe razodijevanja ili jednostavnog stajanja na vagu (23).

## 4. Indeks tjelesne mase (ITM), tjelesna masa ivisina

Indeks tjelesne mase veličina je koja se izračunava formulom:

$$\text{ITM} = \frac{\text{TJELESNAMASA (kg)}}{[\text{VISINA (m)}]^2}$$

čiji se rezultat uobičajeno izražava u jedinici kg/m<sup>2</sup>.

Pri određivanju debljine u djece treba uzeti u obzir kako se u djece ITM mijenja tijekom rasta i razvoja. Nakon rođenja, ITM naglo raste i dostiže maksimalnu vrijednost s oko 9 mjeseci starosti. Nakon toga kontinuirano pada te dostiže svoju najnižu vrijednost oko 6. godine života. Zatim ponovno počinje s rastom koji se nastavlja u odraslu dob (35). Zbog toga se u određivanju debljine u djece koriste percentile ITM-a za dob i spol. Tako za djecu starosti 2-19 godina ITM iznad 85. percentile predstavlja prekomjernu tjelesnu masu, a iznad 95. percentile predstavlja debljinu (36).

Razvoj djece, pa tako i debljine, prati se i pomoću direktne usporedbe tjelesne mase i visine za dob. Već je ranije spomenuto kako je granična vrijednost za određivanje debljine pomoću ove mjere tjelesna masa za visinu veća od tri standardne devijacije prema medijanu SZO-ovih dječjih standarda rasta (8). Određivanje debljine u djece pomoću tjelesne mase i visine za dob koristi iste podatke kao i ITM. U skladu s time ova mjera pokazuje vrlo slične rezultate kao i ITM u određivanju debljine u djece (37).

### 4.1. Uporaba ITM-a

Od svih dostupnih antropometrijskih mjera, ITM se daleko najviše koristi u epidemiološkim istraživanjima debljine, ali i u kliničkoj praksi za brzu procjenu debljine. SZO koristi ITM

kao standard za praćenje statistika debljine još od početka osamdesetih godina prošlog stoljeća (38).

National Institute of Health and Care Excellence (NICE) preporučuje korištenje ITM-a za određivanje debljine u djece. Napominje se kako rezultati trebaju biti prilagođeni za dob i spol djeteta te da se ITM uzima kao okvirna mjera debljine jer on nije direktna mjera debljine (39). Slične preporuke daje i američki Preventive Service Task Force (40).

#### **4.2. Osjetljivost, specifičnost i usporedba s neantropometrijskim mjerama**

Meta-analiza Simmondsa i suradnika iz 2016. godine (41) nalazi kako je osjetljivost ITM-a u dijagnozi djece s debljinom (definirane kao 95. percentila i više u udjelu masnog tkiva određenog neantropometrijskim metodama) 81,9 % [95% interval pouzdanosti (IP); 73,0-93,8] dok je specifičnost 96% [95% IP; 93,8-98,1]. U dijagnozi prekomjerne tjelesne mase (definirane kao 85. do 95. percentila u udjelu masnog tkiva određenog neantropometrijskim metodama) ITM je imao osjetljivost od 76,3% [95% IP; 70,2-82,4] i specifičnost od 92,1% [95% IP; 90,0-94,3]

U meta-analizi iz 2015. godine (23) Simmonds i suradnici su izračunali osjetljivost ITM-a od 73,9% [95% IP; 64,2-81,8] i specifičnost od 94,7% [95% IP; 92,2-96,4] za dijagnozu djece s debljinom i djece s prekomjernom tjelesnom masom svih dobnih skupina (također su kao granične vrijednosti za prekomjernu tjelesnu masu i debljinu korištene 85. i 95. percentila udjela masnog tkiva određenog neantropometrijskim metodama).

Javed i suradnici u svojoj meta-analizi iz 2013. godine (42) dolaze do podataka kako je osjetljivost ITM-a kao mjere debljine u djece 73% [95% IP; 0,67-0,79]. Specifičnost ove mjere je 93% [95% IP; 0,88-0,96] U njihovom istraživanju, granične vrijednosti koje su

korištene bazirane su na centilnim vrijednostima gdje rezultat iznad 85% označava prekomjernu tjelesnu masu, a rezultat iznad 95% označava debljinu.

Kao referentni standard istraživanja koja su uključena u spomenute meta-analize uglavnom su koristila neantropometrijske metode mjerenja poput DM, HV, ZP, izotopsku diluciju, ABI i antropometrijsku metodu mjerenja debljine kožnog nabora. Upravo korištenje različitih referentnih standarda autori navode kao jedno od ograničenja njihovih meta-analiza. Veliku heterogenost u dostupnim istraživanjima uzrokuju i različite populacije na kojima su istraživanja provedena. Također su korištene i različite definicije debljine (23, 41, 42).

Meta-analiza koju su proveli Alves Junior i suradnici 2017. godine pokazala je kako ITM ima odličnu mogućnost diskriminacije između djece s normalnim i visokim udjelom masnog tkiva. Tako je površina ispod ROC krivulje za mušku djecu 0,975 [95% IP; 0,960-0,980] dok je za žensku djecu 0,947 [95% IP; 0,914-0,979]. Istraživanja uključena u ovu meta-analizu koristila su DM i ZP kao referentne standarde za određivanje udjela masnog tkiva (43).

Martin-Calvo i suradnici u svojoj meta-analizi nalaze kako je koeficijent linearne korelacije između ITM-a i DM-a za određivanje debljine u djece 0,74 [95% IP; 0,60-0,84] (44).

### **4.3. Prednosti ITM-a**

Glavna prednost ITM-a je ta što se koristi već dugi niz godina (38). SZO i druge internacionalne organizacije koje prate epidemiju debljine prihvatile su ovu mjeru kao standard za određivanje prekomjerne tjelesne mase i debljine (8, 28). Svaka država koja prati epidemiološku sliku debljine svog stanovništva ima definirane standardizirane krivulje rasta za djecu koje su bazirane na visini i masi, odnosno ITM-u. ITM, kao i većina drugih antropometrijskih mjera nije tehnički zahtjevan za izvedbu. Potrebni su samo vaga i metar te se sama mjerenja izvode relativno brzo. Vrlo je lako educirati osoblje da provode ove mjere.

Prilikom mjerenja greške su relativno male i imaju malen utjecaj na konačni rezultat ITM-a. Mjerenje visine i tjelesne mase lako je izvedivo u vanbolničkim uvjetima (škole, vrtići, ambulante školske medicine). ITM redovito pokazuje umjereno visoku osjetljivost i visoku specifičnost u određivanju debljine u djece (23, 24, 41).

#### **4.4. Nedostaci ITM-a**

Iako je specifičnost ITM-a visoka, njegova umjerena osjetljivost znači kako se otprilike petina (41) do četvrtina (42) djece s debljinom dijagnosticiranom neantropometrijskim mjerilima ne dijagnosticira pomoću ITM-a. ITM pokazuje dobru korelaciju s udjelom masnog tkiva, no nema veliku mogućnost diskriminacije između masnog i nemasnog tkiva (45). Tako ITM neće prepoznati osobe normalne tjelesne mase, ali povećanog udjela masnog tkiva kao osobe s debljinom, a može pogrešno kao osobe s debljinom klasificirati osobe s povećanom tjelesnom masom, ali normalnim udjelom masnog tkiva. Zbog velikih razlika u distribuciji masnog tkiva među rasama i etničkim skupinama potrebno je koristiti percentile ITM-a napravljene za specifične populacije kako bi se pratili trendovi debljine u djece u pojedinim državama. Korištenje međunarodnih percentila korisno je za usporedbu populacijskih podataka između država, no pokazuje manju preciznost od specifičnih percentila kada se primijene na populaciju jedne države (33).



## **5. Opseg struka (OS), omjer opsega struka i bokova (OSB), omjer opsega struka i visine (OSV)**

Prema SZO-u OS trebao bi se mjeriti neelastičnim krojačkim metrom, na razini srednje točke između najnižeg rebra i ilijačnog grebena dok bi se opseg bokova trebao mjeriti na njihovom najširem dijelu. U oba mjerenja preporuča se da osoba koju se mjeri stoji uspravno, s rukama uz tijelo i skupljenim nogama. Osoba treba biti opuštena i mjerenje treba provesti na kraju normalnog ekspirija (46). Dobiveni OS može se koristiti kao samostalna mjera ili se pomoću njega računati OSV ili OSB.

OS, OSB i OSV se kao i ITM mijenjaju kako djeca rastu. Tako je studija na školskoj djeci u Britaniji prikazala kako se OS povećava od rođenja te postiže plato oko trinaeste godine života u djevojčica, dok kod dječaka nastavlja rast i nakon toga (47). OSB i OSV pokazuju kontinuirani pad od rođenja prema starijoj dobi u oba spola (30, 31).

### **5.1. Osjetljivost, specifičnost i usporedba s neantropometrijskim mjerama**

Simmonds i suradnici u meta-analizi iz 2016. godine (41) nalaze kako je osjetljivost OS za određivanje debljine u djece oba spola 83,8% [95% IP; 61,2-100,0] dok je specifičnost 96,5% [95% IP; 92,1-100,0]. U određivanju prekomjerne tjelesne mase u djece oba spola osjetljivost je 73,4% [95% IP; 58,6-88,1] dok je specifičnost 94,7% [95% IP; 91,1-98,4].

Simmonds i suradnici 2015. godine (23) nalaze sljedeće podatke. U dijagnozi prekomjerne tjelesne mase i debljine u djece OS pokazuje veliku varijabilnost. Tako osjetljivost ove mjere varira od 34,7% do 100% za dijagnozu debljine i od 53% do 90,9% za dijagnozu prekomjerne tjelesne mase. Specifičnost pokazuje manju varijaciju te varira od 81% do 100% za dijagnozu debljine i od 92% do 100% za dijagnozu prekomjerne tjelesne mase. Velika varijabilnost zabilježena je i kod OSB. Osjetljivost je u rasponu od 0% do 78,8% dok je

specifičnost u rasponu od 70,6% do 100% za dijagnozu debljine i prekomjerne tjelesne mase. Kod OSV i osjetljivost i specifičnost su visoke te pokazuju male varijacije. Osjetljivost ove mjere varira između 90,9% i 100%, a specifičnost između 95% i 100%.

Martin-Calvo i suradnici u meta-analizi iz 2016. godine (44) nalaze kako je koeficijent linearne korelacije između udjela masnog tkiva određenog DM-om i OSV-om 0,66.

Meta analizom koju su proveli Alves Junior i suradnici (43) utvrđeno je da su OS i OSV odlična antropometrijska mjerila za određivanje količine masnog tkiva u djece i adolescenata oba spola. Površina ispod ROC krivulje za OS je 0,975 [95% IP; 0,960-0,980] u muške, a 0,959 [95% IP; 0,942-0,977] u ženske djece. Površina ispod ROC krivulje za OSV je 0,897 [95% IP; 0,697-0,761] u muške, a 0,914 [95% IP; 0,804-1,000]. OSB ima umjerenu mogućnost određivanja masnog tkiva kod muškog spola (površina ispod ROC krivulje 0,754 [95% IP; 0,673-0,835]) i slabu kod ženskog spola (površina ispod ROC krivulje 0,675 [95% IP; 0,610-0,741]). Kao referentni standard u analiziranim istraživanjima korišteni su DM ili ZP.

Kao i kod ITM-a, ove studije kao jedan od nedostataka navode veliku heterogenost dostupnih istraživanja. Tako se nalaze velike razlike u istraživanim populacijama, definicijama debljine i korištenim referentnim standardima (23, 44). Isto tako spominje se i manji broj kvalitetnih istraživanja koja su provedena za ove mjere te je to u nekim slučajevima onemogućilo provođenje meta-analize (23).

## **5.2. Prednosti**

OS, OSB i OSV redovito pokazuju visoku specifičnost u određivanju debljine u djece (23, 41), dok OSV pokazuje i visoku osjetljivost. OS i OSV dobro koreliraju s neantropometrijskim mjerama za određivanje količine masnog tkiva u djece (24, 43, 44)

OS i OSV se preporučuju kao jeftine i brze metode za određivanje masnoće u djece i adolescenata. U istraživanju na školskoj djeci u Brazilu OS i OSV su se pokazali kao dobri indikatori abdominalne debljine (48). Akumulacija masnog tkiva u abdomenu, pogotovo visceralnog, snažan je rizični faktor za razvoj metaboličkih i kardiovaskularnih bolesti (49). OS se preporuča za određivanje masnog tkiva u djece kada su druge, skuplje i kompliciranije metode nedostupne. Ova mjera pogodna je i za epidemiološka istraživanja u dječjoj populaciji zbog svoje jednostavnosti i suradljivosti djece (24). OSV ima veliku prednost nad ostalim mjerama koje koriste OS jer jedini pokazuje relativno univerzalnu graničnu vrijednost od 0,5 koja se pokazala zadovoljavajućom za određivanje debljine u svim dobnim i etničkim skupinama, te u oba spola. Ta vrijednost se postiže oko 5. godine starosti (50,51).

### **5.3. Nedostaci**

OSB pokazuje relativno manju osjetljivost i specifičnost od OS i OSV za određivanje debljine u djece. Iako OS ima dobru specifičnost, njegova osjetljivost je umjerena. OSB se pokazao kao manje precizan indikator količine masnog tkiva u djece od OS i OSV (24, 43). Sve ove mjere koriste OS. Za OS postoji nekoliko razina na kojima se on mjeri i koje daju različite rezultate. Trenutno se najčešće, i po preporukama SZO-a, koristi srednja točka između vrha ilijačnog grebena i najnižeg palpabilnog rebra. Ovdje problem predstavlja to što se kod djece s velikom količinom masnog tkiva te koštane izbočine teško palpiraju. Također, potrebna je edukacija osoblja koje mjeri OS o tome na koji način ispitanik mora stajati te u kojem stadiju respiracije mora biti (46). Zbog razlike između etničkih skupina, dobi i spola, srednje vrijednosti OS-a variraju među pojedinim državama. Za sve tri mjere koje koriste OS pojedine države koriste vlastite tablice i percentilne krivulje za dob i spol kako bi se odredile granične vrijednosti za debljinu (29-31, 47). Dostupnih istraživanja za ove mjere je malo i vrlo su heterogena (23, 44).

## **6. Debljina kožnog nabora**

Debljina kožnog nabora je izravna antropometrijska mjera debljine koja se mjeri pomoću kalipera. Najčešće korištene lokacije su područje tricepsa i subskapularno područje (35). S obzirom da se distribucija masti tokom odrastanja mijenja, tako se mijenja i debljina kožnog nabora. Kod djevojčica se zbroj debljine kožnih nabora na 4 lokacije (triceps, biceps, subskapularno područje, suprailijačno područje) kontinuirano povećava od 2. do 11. godine. Kod dječaka taj zbroj pada od 2. do 6. godine, kada počinje rasti (52). Takve razlike zahtijevaju stvaranje tablica i percentilnih krivulja prilagođenih za dob i spol djece. SZO je sastavio tablice i percentilne krivulje kožnih nabora područja tricepsa i subskapularnog područja za djecu od 2 do 5 godina starosti (53). Valja i napomenuti kako se debljina kožnih nabora kontinuirano povećava od pedesetih godina prošlog stoljeća (54).

Postoje brojne formule za izračunavanje količine masnog tkiva u tijelu koristeći debljine kožnih nabora. Formula koju opisuju Slaughter i suradnici u svom radu iz 1988. godine se najčešće koristi (55). Postoje dvije verzije te formule. Jedna uzima debljinu kožnog nabora u području tricepsa i subskapularnom području. Druga umjesto debljine kožnog nabora u subskapularnom području koristi debljinu kožnog nabora medijalnog dijela potkoljenice. U odnosu na slične formule, ova se pokazala kao najprikladnija za procjenu količine masnog tkiva u djece i adolescenata. Korištenje ove formule preporuča se u kliničkim uvjetima (56).

### **6.1. Osjetljivost, specifičnost i usporedba s neantropometrijskim mjerama**

Simmonds i suradnici u sustavnom pregledu iz 2015. godine nalaze sljedeće. Kada se koristi debljina kožnog nabora u području tricepsa osjetljivost za određivanje debljine u djece varira od 23% do 98,5% dok specifičnost varira od 78% do 100%. Kada se koristi debljina kožnog nabora subskapularnog područja osjetljivost varira od 30% do 98,5%, a specifičnost od

79,1% do 99%. Studije koje su koristile zbroj vrijednosti s dvije ili više lokacija pokazuju osjetljivost od 57% do 98% i specifičnost od 47% do 96% (23).

Meta-analiza Simmondsa i suradnika iz 2016. godine nalazi kako je osjetljivost debljine kožnog nabora u detekciji debljine u djece oba spola 72,5% [95% IP; 58,7-86,3] dok je specifičnost 93,7% [95% IP; 90,2-97,2] (41).

U istraživanju iz 2005. godine koje su proveli Steinberger i suradnici analizirana je korelacija između udjela i mase masnog tkiva određenih mjerenjem debljine kožnih nabora i DM-om (57). Udio masnog tkiva i masa masnog tkiva izračunati su uvrštavanjem debljine kožnih nabora u Slaughterove formule (55). Izračunate su korelacije od 0,92 u određivanju udjela masnog tkiva i 0,96 u određivanju mase masnog tkiva. Rezultati su bili podjednaki u oba spola i u djece različitih udjela masnog tkiva.

## **6.2. Prednosti**

Kao i većina ostalih antropometrijskih mjera, debljina kožnog nabora ima umjerenu osjetljivost i visoku specifičnost za detekciju debljine u djece (41). Procjena udjela masnog tkiva pomoću formula koje koriste debljine kožnih nabora pokazuje korelaciju od 0,92 s DM-om (57). Autori navode kako je prednost mjerenja debljine kožnih nabora to što je, za razliku od ostalih antropometrijskih mjera, ova mjera direktan pokazatelj količine potkožnog masnog tkiva (23, 54).

## **6.3. Nedostaci**

Glavni nedostatak ove mjere je njena kompleksnost u odnosu na ostale antropometrijske mjere debljine. Kaliperi su skupi i uporaba kalipera različitih proizvođača daje različite rezultate mjerenja (58). Kada se debljina kožnog nabora uvrštava u formule za procjenu udjela masnog tkiva, već postojeće greške u mjerenju se povećavaju. Te formule su često vrlo

kompleksne te u obzir uzimaju dob, spol i etničku pripadnost. Preporuča se da se koriste formule i percentilne krivulje dizajnirane za specifične populacije. Navodi se i kako formule za izračun udjela masnog tkiva uzimaju gustoću nemasnog tkiva u tijelu kao konstantnu, iako se ona razlikuje između spolova, dobnih i etničkih skupina (56). Pravilno mjerenje zahtijeva posebno educirano i iskusno osoblje. Kod pojedinaca s izrazitom velikim udjelom masnog tkiva debljina kožnog nabora se ponekad ne može izmjeriti jer se kaliper ne može dovoljno otvoriti. Kod djece s velikom debljinom postoje i poteškoće u palpiranju koštanih izbočina prema kojima se određuje mjesto mjerenja (24, 59). Još jedan nedostatak mjerenja kožnog nabora je taj što se pokazalo kako nema dodatnu vrijednost kada je debljina već dijagnosticirana pomoću ITM-a (60).

## **7. Opseg vrata (OV)**

OV se kao antropometrijska mjera prvo počeo koristiti za predviđanje rizika za razvoj opstruktivne apneje u spavanju (61). Međutim, pokazalo se kako je OV dobar i u detekciji odraslih s prekomjernom tjelesnom masom i debljinom (62). OV mjeri se krojačkim metrom u uspravnom položaju u razini tiroidne hrskavice (63). OV se mijenja kako djeca rastu. U dječaka je OV u svakoj dobnoj skupini veći od djevojčica. U oba spola OV kontinuirano raste s dobi. Zato su sastavljene percentilne krivulje OV-a za dob i spol (52).

### **7.1. Osjetljivost i specifičnost**

Meta analiza Ma i suradnika iz 2016. godine nalazi sljedeće (64). OV ima osjetljivost od 78% [95% IP; 0,765-0,794] i specifičnost od 74,6% [95% IP; 0,736-0,756] za dijagnozu prekomjerne tjelesne mase i debljine u djece. Kao granična vrijednost za prekomjernu tjelesnu masu i debljinu korištena je 85. percentila ITM-a ili ITM za jednu standardnu devijaciju veći od prosjeka. Autori navode kako je u njihovu meta-analizu uključeno samo 6 istraživanja i da među njima postoji vrlo velika heterogenost.

### **7.2. Prednosti**

OV je samo jedna mjera. Ne uvrštava se u formule ni indekse. OV ima umjerenu osjetljivost i specifičnost. Za mjerenje OV nije potrebno razodjenuti pacijenta te su razlike u mjerenju između različitih mjeritelja relativno malene (64, 65). Disanje ne utječe na rezultat mjerenja OV kao kod mjerenja OS (46).

### **7.3. Nedostaci**

Iako prema meta-analizi ima umjerenu osjetljivost i specifičnost, granične vrijednosti su definirane s ITM-om koji sam po sebi nije savršena mjera za detekciju debljine u djece (64).

Kao i većina ostalih mjera, OV se razlikuje između dobnih i etničkih skupina te spolova. Zato se preporuča stvaranje percentilnih krivulja specifičnih za pojedine populacije. Zemlje koje su napravile referentne vrijednosti za svoje populacije pokazuju kako se one među njima razlikuju (52, 66-68). Dostupnih istraživanja je malo i među njima postoji velika heterogenost (64).



## 8. Ostale antropometrijske mjere

Indeks koničnosti računa se uvrštavanjem tjelesne visine, tjelesne mase i procijenjenog abdominalnog opsega u kompleksnu formulu (69). Indeks koničnosti je uspoređen s ostalim antropometrijskim mjerama za određivanje prekomjernog masnog tkiva u području abdomena u djece te pokazuje slične rezultate s ITM-om i nešto lošije od OS-a i OSV-a (48). Rohrerov indeks sličan je ITM-u, no koristi kub umjesto kvadrata tjelesne visine u nazivniku ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) (70). U usporedbi s ITM-om, Rohrerov indeks pokazuje značajno lošije rezultate u detekciji djece s prekomjernom tjelesnom masom (37). Bennov indeks rezultat je omjera tjelesne mase i visine na p-tu potenciju ( $\text{kg}/\text{m}^p$ ). Potencija p računa se kao omjer tjelesne mase i visine (71). S obzirom da potencija p nije konstantna, niti cjelobrojna, računanje Bennova indeksa često je vrlo komplicirano (70). Postoji i formula koja kombinira ITM i OS koja pokazuje malo bolju osjetljivost u odnosu na kada se te mjere koriste samostalno (72). Sve ove mjere se u praksi rijetko koriste.

## **9. Usporedba mjera**

Postoji velik broj različitih antropometrijskih mjera za određivanje debljine u djece. Zbog vrlo različite količine dostupnih istraživanja teško je objektivno uspoređivati sve njih. Zbog toga je razumno da se usporede one mjere za koje ima najviše dostupnih istraživanja te koje se u praksi najviše koriste. To su ITM, OS, OSV i debljina kožnog nabora.

Usporedba je najpovoljnija na temelju glavnih karakteristika koje bi idealna mjera trebala ispuniti. To su: osjetljivost, specifičnost, greške u mjerenju, jednostavnost izvođenja i niska cijena, postojanje univerzalne granične vrijednosti za definiciju debljine, suradljivost djece.

### **9.1. Osjetljivost**

Dostupni podaci o osjetljivosti za sve četiri mjere izrazito su heterogeni. To se može objasniti korištenjem različitih graničnih vrijednosti, studijama na različitim populacijama i korištenjem različitih metoda kao referentne standarde. Ipak, tamo gdje se osjetljivost mogla relativno precizno odrediti, bilo meta-analizom ili studijom na velikoj populaciji, osjetljivost triju mjera je uglavnom podjednaka. Tako osjetljivost ITM-a, OS-a i debljine kožnog nabora za određivanje debljine u djece varira ugrubo između 75% i 85% (23, 41). Valja napomenuti kako za svaku od ovih mjera postoje i istraživanja koja su detektirala osjetljivost puno manju, ali i puno veću od navedene(23). Nešto bolju osjetljivost konzistentno pokazuje OSV te se ona kreće između ugrubo 95% i 100% (23, 41). Isto tako postoje istraživanja u kojima OSV pokazuje manju osjetljivost (23). Tako prema dostupnim podacima, što se tiče osjetljivosti, OSV ima laganu prednost nad ostalim mjerama.

### **9.2. Specifičnost**

Kada je specifičnost u pitanju sve četiri mjere pokazuju slične rezultate. Podaci o

specifičnosti su također heterogeni, iako ne variraju kao podaci o osjetljivosti. Tako je specifičnost kod ove četiri mjere redovito iznad 90% i najčešće oko 95%. Naravno, u nekim istraživanjima ona doseže i 100%, dok je u nekima mnogo manja (23, 41).

### **9.3. Greške u mjerenju, jednostavnost mjerenja i cijena**

Cijena svih ovih mjera je relativno mala. Najveći je trošak kupnja vage i kalipera za mjerenje debljine kožnih nabora. Što se tiče jednostavnosti mjerenja, najveću prednost među ovim mjerama ima ITM. Mjerenje visine i tjelesne mase je jednostavno te se rutinski provodi već desetljećima u praćenju rasta i razvoja djece. Isto tako su greške u mjerenju visine i tjelesna mase relativno male te nemaju velik utjecaj na rezultate. Kada je u pitanju mjerenje OS-a, stvari su malo složenije. U praksi se koristi više razina na kojima se on mjeri no preporuča se srednja točka između najnižeg palpabilnog rebra i najviše točke ilijačnog grebena. To predstavlja problem kod djece s velikom debljinom kod koje se spomenute koštane izbočine teško palpiraju. Također treba uzimati u obzir i fazu disanja u kojoj se mjeri OS (46). Mjerenje debljine kožnih nabora je još kompliciranije jer se pokazalo kako kaliperi različitih proizvođača daju različite rezultate (58). Dodatnu komplikaciju uvodi i uvrštavanje debljine kožnih nabora u kompleksne formule gdje se već prisutna greška može povećati (56). Kao i kod mjerenja OS-a, u mjerenju kožnih nabora kod djece s velikom debljinom postoje poteškoće kod palpacije koštanih izbočina za određivanje mjesta mjerenja (24, 59).

### **9.4. Univerzalne granične vrijednosti**

Postoji velika razlika u distribuciji masnog tkiva između spolova, dobni i etničkih skupina. Te su razlike posebno naglašene u dječjoj populaciji. Iz tog razloga za sve mjere postoje internacionalne granične vrijednosti i percentilne krivulje kao i one sastavljene za pojedine države. To predstavlja problem kada se uspoređuju epidemiološki trendovi između država.

Jedino je za OSV preporučena univerzalna granična vrijednost od 0,5 koja ima zadovoljavajuće rezultate u određivanju debljine u djece svih populacija i dobnih skupina (50). To je još jedna prednost OSV-a u odnosu na ostale mjere.

### **9.5. Suradljivost djece**

Pri mjerenju debljine u djece treba uzeti u obzir i suradljivost djece pri mjerenju. Djeca najpozitivnije reagiraju na mjerenje visine, dok pokazuju određenu razinu nelagode kada im se mjere tjelesna masa i OS. Pri mjerenju debljine kožnog nabora djeca su suradljiva, no treba uzeti u obzir da se kod mjerenja djeteta nekad mora razodjenuti, što može stvoriti nelagodu (23).

Temeljem dostupnih podataka i elemenata po kojima su uspoređene antropometrijske mjere za određivanje debljine u djece moguće je sastaviti tablicu u kojoj se pregledno prikazuju opće karakteristike navedenih mjera (Tablica 1). Iako autori ne navode točne granične vrijednosti po kojima ocjenjuju visoku, odnosno umjerenu osjetljivost i specifičnost, iz njihovih se radova može zaključiti kako visokom osjetljivošću i specifičnošću smatraju rezultate iznad 90%. Kao umjerenu osjetljivost i specifičnost ocjenjuju rezultate između 75 i 90% (23, 24, 41). Što se tiče grešaka u mjerenju, jednostavnosti izvođenja i cijene testova, autori također ne daju konkretne podatke već vlastite procjene temeljene na vlastitim i prijašnjim istraživanjima. Greške u mjerenju kod ITM-a ocijenjene su kao niske jer su postupci mjerenja tjelesne mase i visine univerzalno prihvaćeni i rutinski korišteni. To nije slučaj kod mjerenja OS-a i debljine kožnih nabora gdje postoji nekoliko lokacija mjerenja (23, 46, 58), a u slučaju mjerenja debljine kožnih nabora pokazano je i kako različiti kaliperi daju različite rezultate mjerenja (58). Također i kod mjerenja debljine kožnog nabora već prisutne greške mogu se dodatno povećati uvrštavanjem vrijednosti u formule za procjenu udjela masnog tkiva (56). Zbog toga su greške u mjerenju kod mjera koje uključuju OS

ocijenjene kao umjerene, a one kod mjerenja debljine kožnog nabora kao velike. Jednostavnost izvođenja ITM-a, OS-a i OSV-a ocijenjena je kao velika jer uključuje široko dostupne i poznate instrumente za mjerenje (metar za mjerenje visine, krojački metar i vaga). Edukacija osoblja za korištenje ovih alata je minimalna i vrlo se jednostavno koriste (23). To nije slučaj kod uporabe kalipera za mjerenje debljine kožnog nabora koji je ipak zahtjevniji za korištenje te je i sam postupak mjerenja debljine kožnog nabora složeniji zbog potrebe palpacije koštanih izbočina na više lokacija radi pravilnog uzimanja mjerenja (24, 59). Zbog toga je i ocjena jednostavnosti izvođenja ove mjere umjerena kada se uspoređi s ostale tri. Tako je i cijena svih mjera osim debljine kožnog nabora vrednovana kao niska prvenstveno zbog cijene alata koji se koriste i vrlo jednostavne edukacije osoblja koje provodi mjere. Zbog početne cijene kalipera za mjerenje debljine kožnog nabora i potrebe za složenijom edukacijom osoblja koje provodi tu mjeru njena cijena je vrednovana kao umjerena (41, 60).

**Tablica 1 Usporedba antropometrijskih mjera**

<i>Mjera</i>	<i>Osjetljivost</i>	<i>Specifičnost</i>	<i>Greške u mjerenju</i>	<i>Jednostavnost izvođenja</i>	<i>Cijena</i>	<i>Univerzalna granična vrijednost</i>
<i>ITM</i>	Umjerena	Visoka	Male	Velika	Niska	-
<i>OS</i>	Umjerena	Visoka	Umjerene	Velika	Niska	-
<i>OSV</i>	Visoka	Visoka	Umjerene	Velika	Niska	+
<i>Debljina kožnog nabora</i>	Umjerena	Visoka	Velike	Umjerena	Umjerena	-

## **10. Zaključak**

Postoji niz kritika na račun ITM-a kao nesavršene mjere za određivanje debljine u djece. Unatoč tome, kada se uspoređi s ostalim antropometrijskim mjerama, njegovi rezultati su podjednaki mjerama koje se preporučaju kao zamjena za ITM. OS i OSV pokazuju određene prednosti no one nisu tolike da bi se znanstvena zajednica složila u preporuci istih za rutinsko određivanje debljine u djece. Mjerenje debljine kožnih nabora moguće je u kliničkim uvjetima no nije toliko pogodno za epidemiološke studije. Po svemu sudeći, najbolja praksa bila bi nastaviti mjeriti tjelesnu masu i visinu djece i za potrebe brze orijentacije o debljini, i za potrebe epidemioloških istraživanja. Kao potencijalno koristan dodatak pokazuje se i mjerenje OS-a. Valja pratiti i razvoj ostalih antropometrijskih mjera koje bi se u budućnosti mogle pokazati kao najbolje opcije.

## **11. Zahvale**

Zahvaljujem se mentorici izv.prof.dr.sc. Sanji Musić Milanović na pruženoj pomoći i savjetima te strpljenju tokom pisanja diplomskog rada.

Najviše se zahvaljujem svojoj obitelji koja mi je bila neupitna podrška tokom cijelog obrazovanja.

Hvala Mateji na bezuvjetnoj potpori, strpljenju i razumijevanju.

## 12. Literatura

1. WHO. Obesity-and-Overweight @ Www.Who.Int [Internet]. Oms. 2018. p. 1 [pristupljeno 10.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Afshin A, Forouzanfar MH, Reitsma MB, Sur P, Estep K, Lee A, i sur. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. N Engl J Med [Internet]. 2017;377(1):13–27. [pristupljeno 10.6.2020.] Dostupno na: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa1614362> doi: 10.1056/NEJMoa1614362
3. Simmonds M, Llewellyn A, Owen CG, Woolacott N. Predicting adult obesity from childhood obesity: A systematic review and meta-analysis. Obes Rev [Internet]. 2016;17(2):95–107. [pristupljeno 10.6.2020.] Dostupno na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/obr.12334> doi: 10.1111/obr.12334
4. Llewellyn A, Simmonds M, Owen CG, Woolacott N. Childhood obesity as a predictor of morbidity in adulthood: A systematic review and meta-analysis. Obes Rev [Internet]. 2016;17(1):56–67. [pristupljeno 11.6.2020.] Dostupno na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/obr.12316> doi: 10.1111/obr.12316
5. Singh AS, Mulder C, Twisk JWR, Van Mechelen W, Chinapaw MJM. Tracking of childhood overweight into adulthood: A systematic review of the literature. Obes Rev [Internet]. 2008;9(5):474–488. [pristupljeno 11.6.2020.] Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/5521649\\_Tracking\\_of\\_childhood\\_overweight\\_into\\_adulthood\\_A\\_systematic\\_review\\_of\\_the\\_literature](https://www.researchgate.net/publication/5521649_Tracking_of_childhood_overweight_into_adulthood_A_systematic_review_of_the_literature) doi: 10.1111/j.1467-



789X.2008.00475.x

6. Juonala M, Magnussen CG, Berenson GS, Venn A, Burns TL, Sabin MA, i sur. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. *N Engl J Med* [Internet]. 2011;365(20):1876–1885. [pristupljeno 11.6.2020.] Dostupno na: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1010112#> doi: 10.1056/NEJMoa1010112
7. Musić Milanović S, Lang Morović M, Markelić M. Europska inicijativa praćenja debljine u djece, Hrvatska 2015./2016. (CroCOSI) [Internet]. Hrvatski zavod za javno zdravstvo 2018.[pristupljeno 22.8.2020.]. Dostupno na: <https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2018/05/CroCOSI-izvjesce-HR-web.pdf>
8. WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development. World Health Organization [Internet]. 2006. [pristupljeno 12.6.2020.]. Dostupno na: [https://www.who.int/childgrowth/standards/technical\\_report/en/](https://www.who.int/childgrowth/standards/technical_report/en/)
9. World Health Organization [WHO]. BMI for age BOYS. World Health Organization [Internet]. 2007;1 [pristupljeno 11.6.2020.]. Dostupno na: [http://www.who.int/growthref/cht\\_bmifa\\_boys\\_perc\\_5\\_19years.pdf?ua=1](http://www.who.int/growthref/cht_bmifa_boys_perc_5_19years.pdf?ua=1)
10. Bergese PS. BMI-for-age GIRLS Thinness Severe thinness. WHO Growth Ref [Internet]. 2007;2007. [pristupljeno 11.6.2020.]. Dostupno na: [https://www.who.int/growthref/bmifa\\_girls\\_z\\_5\\_19\\_labels.pdf?ua=1](https://www.who.int/growthref/bmifa_girls_z_5_19_labels.pdf?ua=1)
11. Shepherd JA, Ng BK, Sommer MJ, Heymsfield SB. Body composition by DXA. Bone [Internet]. 2017;104:101–105 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5659281/> doi:

10.1016/j.bone.2017.06.010

12. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors (Switzerland)* [Internet]. 2014;14(6):10895–10928 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4118362/> doi: [10.3390/s140610895](https://doi.org/10.3390/s140610895)
13. Fields DA, Goran MI, McCrory MA. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: A review. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2002;75(3):453–467 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na: <https://academic.oup.com/ajcn/article/75/3/453/4689336> doi: [10.1093/ajcn/75.3.453](https://doi.org/10.1093/ajcn/75.3.453)
14. Han G, Ko W, Cho B. Relationships among Hydrostatic weighing, BMI, and skinfold test results in college students. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2012;24(9):791–793 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/24/9/24\\_791/pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/24/9/24_791/pdf) doi: [10.1589/jpts.24.791](https://doi.org/10.1589/jpts.24.791)
15. IAEA. Introduction to Body Composition Assessment Using the Deuterium Dilution Technique with Analysis of Urine Samples by Isotope Ratio Mass Spectrometry. IAEA Hum Heal Ser no 13 [Internet]. Vienna: IAEA; 2011;(12):84 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na: <http://www-pub.iaea.org/books/iaeabooks/8370/Introduction-to-Body-Composition-Assessment-Using-the-Deuterium-Dilution-Technique-with-Analysis-of-Urine-Samples-by-Isotope-Ratio-Mass-Spectrometry>
16. Murphy AJ, Ellis KJ, Kurpad A V., Preston T, Slater C. Total body potassium revisited. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2014;68(2):153–154 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na:

- [https://www.researchgate.net/publication/259271195\\_Total\\_body\\_potassium\\_revisited](https://www.researchgate.net/publication/259271195_Total_body_potassium_revisited)  
doi: 10.1038/ejcn.2013.262
17. Thomas EL, Saeed N, Hajnal J V., Brynes A, Goldstone AP, Frost G, i sur. Magnetic resonance imaging of total body fat. *J Appl Physiol* [Internet]. 1998;85(5):1778–1785 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na:  
<https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappl.1998.85.5.1778> doi:  
[10.1152/jappl.1998.85.5.1778](https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.5.1778)
18. Wagner DR. Ultrasound as a tool to assess body fat. *J Obes* [Internet]. 2013;2013 (2) [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3770049/#> doi: 10.1155/2013/280713
19. Wells JCK, Fewtrell MS. Measuring body composition. *Arch Dis Child* [Internet]. 2006;91(7):612–617 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2082845/> doi:  
[10.1136/adc.2005.085522](https://doi.org/10.1136/adc.2005.085522)
20. Mitchell HH, Hamilton TS, Steggerda FR, Bean HW. The Chemical Composition of The Adult Human Body and its Bearing on the Biochemistry of Growth. *J Biol Chem* [Internet]. 1945;158:625–637 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na:  
<https://www.jbc.org/content/158/3/625.full.pdf>
21. Fuller NJ, Jebb SA, Laskey MA, Coward WA, Elia M. Four-component model for the assessment of body composition in humans: Comparison with alternative methods, and evaluation of the density and hydration of fat-free mass. *Clin Sci* [Internet]. 1992;82(6):687–693 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/ee04/4bc0bf0800690576e1953c746b999b6ec15c.pdf?>

[ga=2.18699322.2036480510.1599559033-412687051.1599559033](https://doi.org/10.1042/cs0820687) doi:

10.1042/cs0820687

22. Widen M.Elizabeth, Dympna G. Assessment of Body Composition and Fat Distribution in Infants, Children, and Adolescents. U: Goran MI, ur. Childhood Obesity Causes, Consequences, and Intervention Approaches. Boca Raton: Taylor & Francis Group; 2017. Str. 45–53.
23. Simmonds M, Burch J, Llewellyn A, Griffiths C, Yang H, Owen C, i sur. The use of measures of obesity in childhood for predicting obesity and the development of obesity-related diseases in adulthood: A systematic review and meta-analysis. Health Technol Assess [Internet]. Southampton: NIHR Journals Library; 2015;19(43) [pristupljeno 2.6.2020.]. Dostupno na:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK299575/>
24. Jensen NSO, Camargo TFB, Bergamaschi DP. Comparison of methods to measure body fat in 7-to-10-year-old children: A systematic review. Public Health [Internet]. 2016;133:3–13 [pristupljeno 15.6.2020.]. Dostupno na:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033350615004916?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.puhe.2015.11.025
25. Staiano AE, Katzmarzyk PT. Ethnic and sex differences in body fat and visceral and subcutaneous adiposity in children and adolescents. Int J Obes [Internet]. 2012;36(10):1261–1269 [pristupljeno 12.6.2020.]. Dostupno na:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4129655/> doi: 10.1038/ijo.2012.95
26. Nightingale CM, Rudnicka AR, Owen CG, Cook DG, Whincup PH. Patterns of body size and adiposity among UK children of South Asian, black African-Caribbean and

- white European origin: Child Heart And health Study in England (CHASE study). *Int J Epidemiol* [Internet]. 2011;40(1):33–44 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3043281/> doi: 10.1093/ije/dyq180
27. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, Clinical growth charts [pristupljeno 11.6.2020.]. Dostupno na: [https://www.cdc.gov/growthcharts/clinical\\_charts.htm](https://www.cdc.gov/growthcharts/clinical_charts.htm).
28. Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes* [Internet]. 2012;7(4):284–294 [pristupljeno 14.6.2020.]. Dostupno na: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1207546/mod\\_folder/content/0/COLE%20IOTF.pdf?forcedownload=1](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1207546/mod_folder/content/0/COLE%20IOTF.pdf?forcedownload=1) doi: 10.1111/j.2047-6310.2012.00064.x
29. Fujita Y, Kouda K, Nakamura H, Iki M. Cut-off values of body mass index, waist circumference, and waist-to-height ratio to identify excess abdominal fat: Population-based screening of Japanese schoolchildren. *J Epidemiol* [Internet]. 2011;21(3):191–196 [pristupljeno 13.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3899408/> doi: 10.2188/jea.JE20100116
30. Bacopoulou F, Efthymiou V, Landis G, Rentoumis A, Chrousos GP. Waist circumference, waist-to-hip ratio and waist-to-height ratio reference percentiles for abdominal obesity among Greek adolescents. *BMC Pediatr* [Internet]. 2015;15(1):1–9 [pristupljeno 17.6.2020.]. Dostupno na: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-015-0366-z> doi: 10.1186/s12887-015-0366-z

31. Rerksuppaphol L, Rerksuppaphol S. Waist circumference and waist-to-height ratio percentiles of Thai school-aged children. *Int J Collab Res Intern Med Public Heal* [Internet]. 2013;5(1):19–29 [pristupljeno 14.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4290299/> doi: 10.7860/JCDR/2014/10017.5131
32. Jureša V, Musil V, Kujundžić Tiljak M. Growth Charts for Croatian School Children and Secular Trends in Past Twenty Years. *Coll Antropol* [Internet]. 2012;36 suppl (1):47-57[pristupljeno 14.6.2020.]. Dostupno na: [http://medlib.mef.hr/1495/1/juresa\\_v\\_et\\_al\\_rep\\_1495.pdf](http://medlib.mef.hr/1495/1/juresa_v_et_al_rep_1495.pdf)
33. Reilly JJ, Kelly J, Wilson DC. Accuracy of simple clinical and epidemiological definitions of childhood obesity: Systematic review and evidence appraisal. *Obes Rev* [Internet]. 2010;11(9):645–655 [pristupljeno 10.6.2020.]. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20059704/> doi: 10.1111/j.1467-789X.2009.00709.x
34. Freedman DS, Khan LK, Serdula MK, Ogden CL, Dietz WH. Racial and ethnic differences in secular trends for childhood BMI, weight, and height. *Obesity* [Internet]. 2006;14(2):301–308 [pristupljeno 10.6.2020.]. Dostupno na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1038/oby.2006.39> doi: 10.1038/oby.2006.39
35. Livingstone B. Epidemiology of childhood obesity in Europe. *Eur J Pediatr* [Internet]. 2000;159 Suppl (1):14–34 [pristupljeno 12.6.2020.]. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11011953/> doi: 10.1007/pl00014363
36. Barlow SE. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report.

- Pediatrics [Internet]. 2007;120 Suppl (4): 164-192 [pristupljeno 15.6.2020.]. Dostupno na: [https://pediatrics.aappublications.org/content/120/Supplement\\_4/S164.long](https://pediatrics.aappublications.org/content/120/Supplement_4/S164.long) doi: 10.1542/peds.2007-2329C
37. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, Goulding A, Goran MI, Dietz WH. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. Am J Clin Nutr [Internet]. 2002;75(6):978–985 [pristupljeno 20.6.2020.]. Dostupno na: <https://academic.oup.com/ajcn/article/75/6/978/4689425> doi: 10.1093/ajcn/75.6.978
38. Taylor G. Letter to the editor. Pediatr Child Health [Internet]. 2010;15(2):77–83 [pristupljeno 15.6.2020.]. Dostupno na: <https://academic.oup.com/pch/article/15/5/258/2639352> doi: 10.1093/pch/15.5.258
39. NICE. Obesity: identification, assessment and management of overweight and obesity in children, young people and adults (CG189). Natl Inst Heal Care Excell [Internet]. 2014;(November) [pristupljeno 25.6.2020.]. Dostupno na: <http://www.nice.org.uk/guidance/cg189/evidence>
40. Calonge N, Petitti DB, DeWitt TG, Dietrich A, Gregory KD, Grossman D, i sur. Screening for obesity in children and adolescents: US preventive services task force recommendation statement. Pediatrics [Internet]. 2010;125(2):361–367 [pristupljeno 20.6.2020.]. Dostupno na: [www.pediatrics.org/cgi/doi/10.1542/peds.2009-2037](http://www.pediatrics.org/cgi/doi/10.1542/peds.2009-2037) doi: 10.1542/peds.2009-2037
41. Simmonds M, Llewellyn A, Owen CG, Woolacott N. Simple tests for the diagnosis of childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. Obes Rev [Internet]. 2016;17(12):1301–1315 [pristupljeno 20.6.2020.]. Dostupno na:

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27653184/> doi: 10.1111/obr.12462
42. Javed A, Jumean M, Murad MH, Okorodudu D, Kumar S, Somers VK, i sur. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Pediatr Obes* [Internet]. 2015;10(3):234–244 [pristupljeno 20.6.2020.]. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24961794/> doi: 10.1111/ijpo.242
43. Alves Junior CA, Mocellin MC, Gonçalves ECA, Silva DA, Trindade EB. Anthropometric Indicators as Body Fat Discriminators in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Nutr An Int Rev J* [Internet]. 2017;8(5):718–727 [pristupljeno 21.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5593108/> doi: 10.3945/an.117.015446
44. Martin-Calvo N, Moreno-Galarraga L, Martinez-Gonzalez MA. Association between body mass index, waist-to-height ratio and adiposity in children: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients* [Internet]. 2016;8(8):512 [pristupljeno [21.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4997425/> doi: 10.3390/nu8080512
45. Wells JCK, Coward WA, Cole TJ, Davies PSW. The contribution of fat and fat-free tissue to body mass index in contemporary children and the reference child. *Int J Obes* [Internet]. 2002;26(10):1323–1328 [pristupljeno 22.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/11102731> doi: 10.1038/sj.ijo.0802077
46. Waist Circumference and Waist–Hip Ratio. Report of a WHO Expert Consultation. Geneva, 8-11 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2008. [pristupljeno 23.6.2020.]. Dostupno na:



[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44583/9789241501491\\_eng.pdf?ua=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44583/9789241501491_eng.pdf?ua=1)

47. McCarthy, H., Jarrett, K., Crawley H. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2001;51:902–907 [pristupljeno 23.6.2020.]. Dostupno na: [http://arquivo.ufv.br/DNS/pdf/mccarthy\\_2.pdf](http://arquivo.ufv.br/DNS/pdf/mccarthy_2.pdf) doi: 10.1038/sj.ejcn.1601240.
48. De Santis Filgueiras M, Vieira SA, Fonseca PCDA, Pereira PF, Ribeiro AQ, Priore SE, i sur. Waist circumference, waist-to-height ratio and conicity index to evaluate android fat excess in Brazilian children. *Public Health Nutr* [Internet]. 2019;22(1):140–146 [pristupljeno 24.6.2020.]. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30295220/> doi: 10.1017/S1368980018002483
49. Després JP. Body fat distribution and risk of cardiovascular disease: An update. *Circulation* [Internet]. 2012;126(10):1301–1313 [pristupljeno 22.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/circulationaha.111.067264> doi: 10.1161/circulationaha.111.067264
50. McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message - “keep your waist circumference to less than half your height.” *Int J Obes* [Internet]. 2006;30(6):988–992 [pristupljeno 22.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.nature.com/articles/0803226> doi: 10.1038/sj.ijo.0803226
51. Taylor RW, Williams SM, Grant AM, Taylor BJ, Goulding A. Predictive ability of waist-to-height in relation to adiposity in children is not improved with age and sex-specific values. *Obesity* [Internet]. 2010;19(5):1062–1068 [pristupljeno 20.6.2020.]. Dostupno na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1038/oby.2010.217> doi:

- 10.1038/oby.2010.217
52. Nagy P, Kovacs E, Moreno LA, Veidebaum T, Tornaritis M, Kourides Y, i sur. Percentile reference values for anthropometric body composition indices in European children from the IDEFICS study. *Int J Obes* [Internet]. 2014;38:15–25 [pristupljeno 22.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.nature.com/articles/ijo2014131> doi: 10.1038/ijo.2016.119
53. World Health Organization. (2007). WHO child growth standards : head circumference-for-age, arm circumference-for-age, triceps skinfold-for-age and subscapular skinfold-for-age : methods and development. World Health Organization 2007. [pristupljeno 27.6.2020.] Dostupno na: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43706>.
54. Olds TS. One million skinfolds: Secular trends in the fatness of young people 1951-2004. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2009;63(8):934–946 [pristupljeno 25.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/24021882> doi: 10.1038/ejcn.2009.7
55. Slaughter AMH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Loan MDVAN, i sur. Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth. *Hum Biol* [Internet]. 1998;60(5):709–723 [pristupljeno 25.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.jstor.org/stable/41464064> doi: 10.2307/41464064
56. Silva DRP, Ribeiro AS, Pavão FH, Ronque ERV, Avelar A, Silva AM, i sur. Validity of the methods to assess body fat in children and adolescents using multi-compartment models as the reference method: A systematic review. *Rev Assoc Med Bras* [Internet]. 2013;59(5):475–486 [pristupljeno 26.6.2020.]. Dostupno na:

<https://www.researchgate.net/publication/257752531> doi: 10.1016/S2255-

4823(13)70507-1

57. Steinberger J, Jacobs DR, Raatz S, Moran A, Hong CP, Sinaiko AR. Comparison of body fatness measurements by BMI and skinfolds vs dual energy X-ray absorptiometry and their relation to cardiovascular risk factors in adolescents. *Int J Obes* [Internet]. 2005;29(11):1346–1352 [pristupljeno 22.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/7701836> doi: 10.1038/sj.ijo.0803026
58. Cyrino ES, Okano AH, Glaner MF, Romanzini M, Gobbo LA, Makoski A, i sur. Impact of the use of different skinfold calipers for the analysis of the body composition. *Rev Bras Med do Esporte* [Internet]. 2003;9(3):150–153 [pristupljeno 22.6.2020.]. Dostupno na: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86922003000300004&script=sci\\_arttext&tlng=en#:~:text=Results%20indicate%20that%20the%20use,Key%20words%3A%20Skinfold%20thicknesses.&text=Predictive%20equations](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86922003000300004&script=sci_arttext&tlng=en#:~:text=Results%20indicate%20that%20the%20use,Key%20words%3A%20Skinfold%20thicknesses.&text=Predictive%20equations). doi: 10.1590/S1517-86922003000300004
59. Freedman DS, Ogden CL, Blanck HM, Borrud LG, Dietz WH. The abilities of body mass index and skinfold thicknesses to identify children with low or elevated levels of dual-energy X-ray absorptiometry- determined body fatness. *J Pediatr* [Internet]. 2013;163(1):1–19 [pristupljeno 22.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4594849/> doi: 10.1016/j.jpeds.2012.12.093
60. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Wang J, Thornton JC, Freedman DS, Pierson RN, i sur. Do skinfold measurements provide additional information to body mass index in the assessment of body fatness among children and adolescents? *Pediatrics* [Internet]. 2007;119(6) [pristupljeno 22.6.2020.]. Dostupno na:

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17545361> doi: 10.1542/peds.2006-2546
61. Davies RJO, Ali NJ, Stradling JR. Neck circumference and other clinical features in the diagnosis of the obstructive sleep apnoea syndrome. *Thorax* [Internet]. 1992;47(2):101–105 [pristupljeno 25.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC463582/> doi: 10.1136/thx.47.2.101
  62. Sarry El Din A, Hassan N, El-Masry S, Al-Tohamy M. Neck circumference as a simple screening measure for identifying Egyptian overweight and obese adults. *Maced J Med Sci* [Internet]. 2013;6(3):232–237 [pristupljeno 25.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/287341894> doi: 10.3889/MJMS.1857-5773.2013.0309
  63. Nafiu OO, Burke C, Lee J, Voepel-Lewis T, Malviya S, Tremper KK. Neck circumference as a screening measure for identifying children with high body mass index. *Pediatrics* [Internet]. 2010;126(2):306-310 [pristupljeno 26.6.2020.]. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20603254> doi: 10.1542/peds.2010-0242
  64. Ma C, Wang R, Liu Y, Lu Q, Liu X, Yin F. Diagnostic performance of neck circumference to identify overweight and obesity as defined by body mass index in children and adolescents: systematic review and meta-analysis. *Ann Hum Biol* [Internet]. 2017;44(3):223–229 [pristupljeno 25.6.2020.]. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27588606/> doi: 10.1080/03014460.2016.1224387
  65. LaBerge RC, Vaccani JP, Gow RM, Gaboury I, Hoey L, Katz SL. Inter- and intra-rater reliability of neck circumference measurements in children. *Pediatr Pulmonol* [Internet]. 2009;44(1):64–69 [pristupljeno 22.6.2020.]. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19061227/> doi: 10.1002/ppul.20944

66. Lou DH, Yin FZ, Wang R, Ma CM, Liu XL, Lu Q. Neck circumference is an accurate and simple index for evaluating overweight and obesity in Han children [Internet]. *Ann Hum Biol.* 2012;39(2):161–165 [pristupljeno 25.6.2020.]. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22324843/> doi: 10.3109/03014460.2012.660990
67. Katz SL, Vaccani JP, Clarke J, Hoey L, Colley RC, Barrowman NJ. Creation of a reference dataset of neck sizes in children: Standardizing a potential new tool for prediction of obesity-associated diseases? *BMC Pediatr* [Internet]. 2014;14(1):1–8 [pristupljeno 30.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4110068/> doi: 10.1186/1471-2431-14-159
68. Mazicioglu MM, Kurtoglu S, Ozturk A, Hatipoglu N, Cicek B, Ustunbas HB. Percentiles and mean values for neck circumference in Turkish children aged 6-18 years. *Acta Paediatr* [Internet]. 2010;99(12):1847–53 [pristupljeno 29.6.2020.]. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/45493366> doi: 10.1111/j.1651-2227.2010.01949.x
69. Valdez R. A simple model-based index of abdominal adiposity. *J Clin Epidemiol* [Internet]. 1991;44(9):955–956 [pristupljeno 25.6.2020.]. Dostupno na: [https://www.jclinepi.com/article/0895-4356\(91\)90059-I/pdf](https://www.jclinepi.com/article/0895-4356(91)90059-I/pdf) doi: 10.1016/0895-4356(91)90059-I
70. Sweeting HN. Measurement and definitions of obesity in childhood and adolescence: A field guide for the uninitiated. *Nutr J* [Internet]. 2007;6:1–8 [pristupljeno 2.7.2020.]. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2164947/> doi: 10.1186/1475-2891-6-32

71. Flegal KM. Ratio of actual to predicted weight as an alternative to a power-type weight-height index (Benn index). *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1990;51(4):540–547 [pristupljeno 2.7.2020.]. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/20833649> doi: 10.1093/ajcn/51.4.540
72. Aeberli I, Gut-Knabenhans M, Kusche-Ammann RS, Molinari L, Zimmermann MB. A composite score combining waist circumference and body mass index more accurately predicts body fat percentage in 6- to 13-year-old children. *Eur J Nutr* [Internet]. 2013;52(1):247–253 [pristupljeno 2.7.2020.]. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22322925/> doi: 10.1007/s00394-012-0317-5

### **13. Životopis**

Rođen sam u Zagrebu 3. siječnja 1995. godine. Od 2001. do 2009. pohađao sam Osnovnu školu Eugena Kumičića u Velikoj Gorici. Školovanje sam nastavio u V. Gimnaziji u Zagrebu gdje sam maturirao 2013. godine. Iste godine upisao sam Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. U slobodno vrijeme se bavim sportom, vozim bicikl i planinarim.