

# Značaj i procjena masne mase kod djece

---

**Mihaljević, Dora**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Teacher Education / Sveučilište u Rijeci, Učiteljski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:189:213420>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-06**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Teacher Education - FTERI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
UČITELJSKI FAKULTET U RIJECI

Dora Mihaljević

Značaj i procjena masne mase kod djece

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2024



SVEUČILIŠTE U RIJECI UČITELJSKI FAKULTET U RIJECI  
Preddiplomski sveučilišni studij Rani i predškolski odgoj i obrazovanje

Značaj i procjena masne mase kod djece

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Kineziologija

Mentorica: dr.sc. Sanja Ljubičić

Studentica: Dora Mihaljević

Matični broj: 0299015630

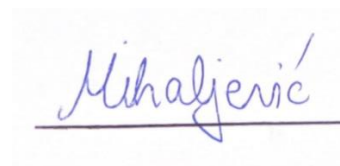
U Rijeci, rujan, 2024.

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da sam diplomski/završni rad izradi(la)o samostalno, uz preporuke i savjetovanje s mentorom. U izradi rada pridržava(la)o sam se Uputa za izradu diplomskog/završnog rada i poštiva(la)o odredbe Etičkog kodeksa za studente/studentice Sveučilišta u Rijeci o akademskom poštenju.“

Studentica:

Dora Mihaljević

A handwritten signature in blue ink, reading "Mihaljević", is written over a horizontal line. The signature is cursive and matches the printed name above it.

## ZAHVALA

*Iskreno zahvaljujem svima koji su na bilo koji način doprinijeli realizaciji ovog završnog rada. Posebnu zahvalnost izražavam svojoj mentorici, dr. sc. Sanji Ljubičić, čiji su savjeti, pomoć i strpljenje bili od neprocjenjive važnosti. Od srca se zahvaljujem svojim roditeljima i bratu na neprekidnoj podršci i razumijevanju tijekom mog obrazovanja. Također, zahvaljujem svim prijateljima, mom dečku, te ponajviše svojoj dragoj kolegici Matei, čija su mi prisutnost, pomoć i potpora puno značili.*

*Podrška svih vas bila je ključna za uspjeh ovog rada.*

*Hvala vam od srca!*

## SAŽETAK

Cilj rada bio je dati pregled istraživanja koja se bave procjenom i značajem masne mase kod djece rane i predškolske dobi. U istraživanju je primijenjena metoda analize sadržaja. Elektronička pretraga literature provedena je u PUBMED bazi podataka. Pretraga je uključila relevantne radove na engleskom jeziku koji su objavljeni do 12.06.2024. godine. Sustavno pretraživanje podrazumijevalo je tri ključna kriterija: (1) ključne riječi „fat mass in preschool children“; (2) period pregleda u kojem je rad objavljen - posljednjih pet godina; (3) cjelovito dostupni radovi na engleskom jeziku koji su povezani s predmetom istraživanja. Pronađeno je 54 rada koja su odgovarala postavljenim kriterijima. Podaci su obrađeni u programu Microsoft Excel (Office, 2019) i prikazani su u obliku tablica i grafikona. Rezultatima se utvrdilo da su najčešće korištene metode za procjenu dječje masne mase bile pletizmografija pomaka zraka, metoda bioelektrične impedancije i antropometrija. Najviše se radova bavilo istraživanjem masne mase kod djece vrtićke dobi, dok su se u manjoj mjeri istraživala djeca rane dobi. Nadalje, područja interesa recentnih istraživanja dječje masne mase bila su raznolika, te se prema pojavnosti ističe područje prehrane čime se indirektno ističe njena važna uloga u regulaciji masne mase kod djece.

Ključne riječi: djeca, sastav tijela, masna masa

## **SUMMARY**

The aim of this paper was to provide an overview of research focused on the assessment and significance of fat mass in early childhood and preschool-aged children. The content analysis method was employed in the research. An electronic literature search was conducted in the PUBMED database. The search included relevant English-language papers published up until June 12, 2024. The systematic search involved three key criteria: (1) the keyword "fat mass in preschool children"; (2) the time frame within which the paper was published—the last five years; (3) fully accessible papers in English related to the subject of the research. A total of 54 papers that met the established criteria were found. The data were processed using Microsoft Excel (Office, 2019) and presented in the form of tables and charts. The results showed that the most commonly used methods for assessing children's fat mass were air displacement plethysmography, bioelectrical impedance analysis, and anthropometry. Most of the studies focused on examining fat mass in preschool-aged children, while early childhood was less frequently researched. Furthermore, the areas of interest in recent studies on children's fat mass were diverse, with nutrition standing out, indirectly emphasizing its important role in regulating fat mass in children.

Keywords: children, body composition, fat mass



## Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. MORFOLOŠKA (ANTROPOMETRIJSKA) OBILJEŽJA .....	3
2.1 Masna masa.....	5
2.1.1. Bijelo masno tkivo .....	7
2.1.2. Smeđe masno tkivo .....	8
3. FUNKCIJA MASNE MASE.....	10
4. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA RAZVOJ MASNE MASE .....	15
5. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA.....	21
5.1. Cilj i hipoteze istraživanja .....	21
5.2. Opis protokola istraživanja .....	21
5.3. Statistička obrada podataka .....	22
6. REZULTATI .....	23
7. RASPRAVA.....	37
8. ZAKLJUČAK.....	40
9. LITERATURA .....	41

## 1.UVOD

Sastav tijela ima važnu ulogu u zdravlju djece i utječe na njihove energetske potrebe, stoga je poznavanje temeljnih mehanizama koji povezuju sastav tijela i zdravlje od esencijalne važnosti (Androuso i Zampelas, 2022). Mjerenje sastava tijela može uključivati izravna ili neizravna mjerenja tjelesne masti, nemasne tjelesne mase i koštane mase, a ponekad i raspodjele masti između visceralnih ili potkožnih dijelova. Izbor metode za mjerenje sastava tijela ovisi o tome je li mjerenje u kliničke svrhe ili za istraživanje i koji je stupanj preciznosti potreban (Phillips i Shulman, 2024). Kako navode Horvat i sur. (2009) sjedilački način života te konzumiranje neadekvatne prehrane dovode do promjena sastava tijela. Osim promjena sastava tijela, isti autori ističu kako takav način života može popratiti brojne kronične kardiovaskularne te metaboličke bolesti.

Posljednjih 25 godina razina pretilosti u razvijenim zemljama drastično je porasla (Borer, 2008). Globalni trendovi ukazuju da problem prekomjerne tjelesne mase i pretilosti ne pogađa samo skupinu odraslih osoba, već se bilježi sve veći broj djece s navedenim problemom što čini ozbiljan javnozdravstveni problem (Pranjić i Ljubičić, 2024). Pretilost u djetinjstvu često podrazumijeva povećanje i veličine i broja adipocita zbog diferencijacije većeg broja preadipocita iz mezenhimskih stanica. Povećani broj adipocita nastalih tijekom dječje pretilosti predisponira pojedinca za pretilost u kasnijem životu (Mecher, 2023). Prema istraživanju provedenom 2000/01 godine u Zagrebu, kod djece su najčešće kronične respiratorne bolesti s 4,4%, slijede ih neurološke s 2,3%, cirkulacijske ili srčanožilne s 1,4 %, urogenitalne s 1,1%, a zatim bolesti senzornih organa te druge bolesti (Čavlek i sur., 2006). Prekomjerna tjelesna masa jedna je od glavnih faktora rizika za razvoj dijabetesa tipa 2. Kako zaključujemo prema WHO (2023) masno tkivo smanjuje osjetljivost tijela na inzulin, što dovodi do inzulinske rezistencije i povišenih razina glukoze u krvi. Osim smanjene kvalitete života, potencijalnog karcinoma crijeva, bolesti zglobova (Jovančević i sur. 2015 prema Haslam, 2005), prekomjerna tjelesna masa utječe i na mentalno zdravlje (Grgurić, 2001).

Prekomjerna masna masa i nakupljanje visceralne masti važni su čimbenici u razvoju nepovoljnog metaboličkog ishoda (Gesta i sur., 2007). U pretilih osoba je također manje

izražen hormon masnog tkiva adiponektin, koji snažno stimulira mitohondrijsku biogenezu. Stoga su pretile osobe u svom pokušaju gubitka masnog tkiva hendikepirane smanjenom sposobnošću oksidacije masti, odnosno smanjenom sposobnošću stvaranja mitohondrija te većim oslanjanjem na metabolizam ugljikohidrata (Borer, 2008).

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO) 2013. godine 42 milijuna djece mlađe od 5 godina imalo je prekomjernu tjelesnu masu, dok je u 2016. godini, više od 340 milijuna djece i adolescenata u dobi od 5 do 19 godina imalo prekomjernu tjelesnu masu ili je bilo pretilo. U istraživanju Ljubičić i sur. (2023) koje se bavilo trendom stupnja uhranjenosti predškolske djece utvrđeno je da je 90,54% djece optimalne tjelesne mase, 6,76% djece prekomjerne tjelesne mase i 2,70% djece je pretilo. Ljubičić i Pranjić (2024) istraživale su prevalenciju prekomjerne uhranjenosti djece u godini pred polazak u školu, te su utvrdile kako 19,17% djece ima prekomjernu tjelesnu masu ili je pretilo.

Zaključujemo da, iako većina djece ima optimalnu tjelesnu masu, postoji značajan postotak djece s prekomjernom tjelesnom masom ili pretilošću, što ukazuje na potrebu za kontinuiranim praćenjem i preventivnim mjerama kako bi se spriječio daljnji porast pretilosti među djecom.

## 2. MORFOLOŠKA (ANTROPOMETRIJSKA) OBILJEŽJA

Antropometrija je istraživačka metoda kojom se mjere dimenzije ljudskog tijela (Ujević i Grlilec-Kaurić, 2013) te također pruža vrijednu procjenu nutritivnog statusa kod djece i odraslih (Casadei i Kiel, 2022). Obično se koristi u pedijatrijskoj populaciji za procjenu općeg zdravstvenog stanja, nutritivne adekvatnosti te rasta i razvojnog obrasca djeteta. Mjerenja rasta i normalni obrasci rasta zlatni su standardi po kojima kliničari procjenjuju zdravlje i dobrobit djeteta (Casadei i Kiel, 2022). Cilj antropometrije je što točnijim mjerenjem kvantitativno okarakterizirati morfološke (morfološka antropometrija) i fiziološke (fiziološka antropometrija) osobine čovječjeg tijela koje su različite u različitim populacijama (Ujević i Grlilec-Kaurić, 2013). U kineziološkim istraživanjima poznavanje antropološkog statusa djece potrebno je za kvalitetno planiranje i programiranje tjelesne aktivnosti (Farkaš i sur., 2015 prema Findak, 1997).

Antropometrijska obilježja dio su antropoloških obilježja koja su u našem tijelu odgovorna za rast i razvoj (Findak, 1995). Antropometrijske karakteristike (ili morfološke karakteristike) opisuju građu tijela, a procjenjuju se na osnovu morfološke antropometrije (Breslauer i sur., 2014 prema Mišigoj-Duraković, 2008). Kako bi se kod djece mogao pratiti rast kostiju i potkožnog masnog tkiva te kako bi se mogla utvrditi njihova morfološka obilježja, potrebno je podatke utvrditi mjerenjem. Tjelesna visina i tjelesna masa upotrebljavaju se kao dva najvažnija pokazatelja procjene somatskog razvoja. Visina predstavlja rezultat rasta kostiju (duljinu glave, trupa i udova), dok masa predstavlja ukupnost mase svih organa i tkiva (Kosinac, 2011).

Momirović i suradnici (1975) opisuju kako se kroz brojna istraživanja utvrdilo da postoji diferencijacija dvaju mogućnosti utvrđivanja strukture morfoloških karakteristika, a one su:

- Faktorski pristup
- Taksonomski pristup

Faktorskim pristupom prema Momirović i suradnicima (1975) možemo u potpunosti utvrditi da je morfološki prostor četverodimenzionalan. Stoga se opće prihvaćen model o

egzistenciji četiriju latentnih antropometrijskih dimenzija (Kosina, 2011. prema Momirović i suradnici, 1975) dijeli na:

- Longitudinalna dimenzionalnost skeleta
- Transverzalna dimenzionalnost skeleta
- Cirkularna dimenzionalnost skeleta
- Potkožno masno tkivo

*Longitudinalna dimenzionalnost skeleta* definira se kao rast kostiju u širinu. Definira se kao potpuno genetska, a može se procijeniti na temelju dužine ruke, stopala, tjelesne visine i dr. Mjeri se antropometrom.

*Transverzalna dimenzionalnost skeleta* zadužena je za tri stvari: rast kostiju u širinu, veličinu zglobova i koštane mase, rast krajnjih udova te dimenzije glave (Kosinac, 2011). Mjeri se antropometrom te pelvimetrom.

*Cirkularna dimenzionalnost skeleta* glavna je za ukupnu masu tijela. Podrazumijeva mjerenje opsega prsnog koša, natkoljenice, nadlaktice, potkoljenice. Mjeri se krojačkim metrom (Kosinac, 2011).

*Potkožno masno tkivo* ukupna je količina masti koja se nalazi u organizmu. Definiraju ga mjere: kožni nabor leđa, težina tijela, kožni nabor nadlaktice, kožni nabor trbuha. Mjeri se kaliperom.

Longitudinalna dimenzionalnost skeleta najviše korelira sa transverzalnom dimenzionalnošću, a volumen i masa tijela sa potkožnim masnim tkivom, u odnosu na pol i uzrast (Malacko i Rađa, 2004). Povezivanjem navedenih stavki mogu se formirati dva faktora, dimenzionalnost skeleta te voluminoznost tijela.

Iako nije široko korišten, taksonomski pristup okuplja sljedeće taksonomske sklopove (Malacko i Rađa, 2004):

- skeletomorfiju, odgovornu za longitudinalnost skeleta i širinu kostiju
- piknomorfiju, odgovornu za prevalenciju masnog tkiva
- atletomorfiju, odgovornu za veličinu mišićne mase i dimenzionalnosti skeleta
- endomezomorfiju, odgovornu za prevalenciju mišićnog i masnog tkiva

Prema Breslauer i sur. (2014), morfološke karakteristike se mijenjaju tijekom života zbog mnogih unutarnjih (endogenih) čimbenika, uglavnom genetskih povezanih sa spolom i endokrinim sustavom, te također velik utjecaj imaju i vanjski (egzogeni) čimbenici koje povezujemo sa psihologijom, socioekonomskim statusom i dr. (Tablica 1).

**Tablica 1.** Prikaz utjecaja endogenih i egzogenih čimbenika na morfološke karakteristike (Breslauer, Hublin, Zegnal-Kuretić, 2014., str. 10)

Endogeni čimbenici	Utjecaj	Egzogeni čimbenici	Utjecaj
Genetski	- na brzinu rasta i konačnu visinu	Prehrambeni	- na pravilan rast, razvoj i sazrijevanje
Endokrini	- na pravilan rast i razvoj (utjecaj pojedinih hormona mijenja se tijekom rasta i razvoja)	Socioekonomski i psihološki	- na uvjete odrastanja i kvalitetu života - na rast i vrijeme sazrijevanja
Spolna obilježja	- vrijeme ubrzanih faza rasta, - intenzitet rasta - specifičnost pojedinih antropoloških obilježja	Razina tjelesne aktivnosti	- na regulaciju tjelesne mase - na sastav tijela, mišićnu masu - na gustoću kostiju
		Klima	- na veličinu i proporciju tijela - na vrijeme sazrijevanja - na prirast u visinu (proljeće), prirast u masi (jesen)

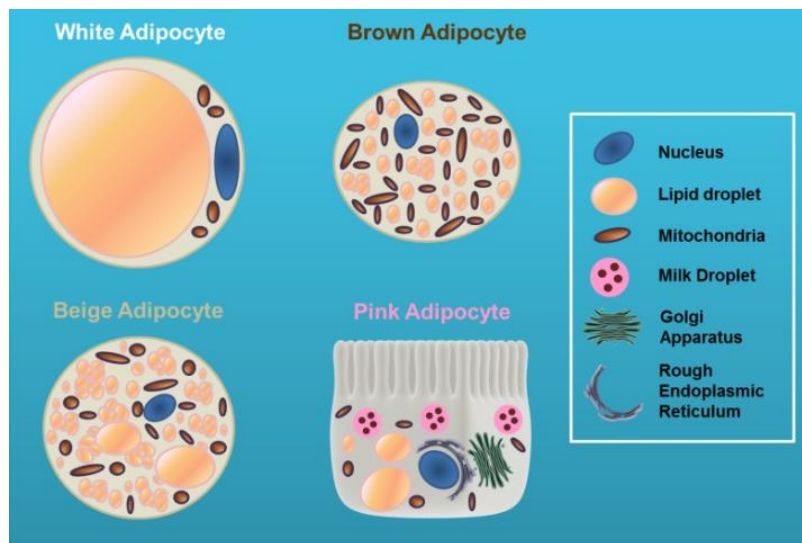
## 2.1 Masna masa

Koža ili kožni pokrov kao što i sama riječ govori prekriva tijelo kao zaštita od vanjskog svijeta. Sastoji se od površinskog dijela kože – epidermis i dubinskog dijela – dermis i čini oko 16% ukupne tjelesne mase. Epidermis i dermis su jasno razdvojeni, dok između vezivnoga dermisa i vezivnoga potkožja (lat. subcutis) najčešće ne postoji jasna granica. Potkožje spaja kožu i fasciju, sadrži masno tkivo, a osigurava pomičnost kože i vodi veće krvne žile i živce. Razlikuje se građevno od deponiranog (rezervnog) masnog tkiva. Građevno masno tkivo (neovisno o prehrambenom statusu) krutim je vezivnim tračnicama podijeljeno u reznjiće, primjerice na tabanu, dok je češće deponirano masno tkivo (ovisno o prehrambenom statusu) koje podrazumijeva masne jastučice ispod kože trupa. Raspodjela masti jest genetski određena, te između ostalog upravlja hormonima: muškarci su skloniji razvoju masnih naslaga u području trbuha, a žene na bokovima, glutealnom području i prsima, dok neka mjesta potkožja nemaju masnog tkiva (vjeđe,

ušna školjka, usna, penis, mošnjak) (Fritch i Kühnel, 2006, str. 378). Količina masnih stanica ovisi o dijelu tijela, a veličina masnih stanica o uhranjenosti osobe (Čeović, 2014).

Vezivno tkivo u kojem prevladavaju masne stanice ili adipociti naziva se masno tkivo. Adipociti su najbrojnije stanice masnog tkiva. Te se velike stanice obično nalaze izolirane ili u malim skupinama unutar rahlog ili gustog vezivnog tkiva, a pojavljuju se i u velikim nakupinama u masnom tkivu u mnogim organima i dijelovima tijela. Masno tkivo čini 15-20% tjelesne mase muškaraca i nešto više kod žena. Nastaju iz mezenhima i specijalizirane su za skladištenje energije u kapljicama (trigliceridi), odnosno reguliraju cjelokupni energetske metabolizam tijela (Mecher, 2023, str. 122 i 127). Adipociti pohranjuju lipide koji potječu iz tri izvora: iz prehrambenih masti pakiranih u hilomikrone u crijevima; od triglicerida koji se proizvode u jetri; te iz masnih kiselina sintetiziranih u masnom tkivu. Iskorištavanje masti započinje u aktivnošću lipaze osjetljive na hormone. Taj enzim aktiviraju noradrenalin iz nadbubrežne žlijezde te različiti peptidni hormoni (Mecher, 2023, str. 127).

Razlikuju se dvije vrste masnog tkiva koje se razlikuju po smještaju, građi, boji i funkciji: bijelo – monovakularno i smeđe – plurivakularno (slika). Bijelo masno tkivo je češće, specijalizirano za skladištenje masti, a sastoji se od stanica koje sadrže jednu veliku citoplazmatsku kapljicu bijelkasto-žute masti. Osim pohrane triglicerida, događa se živčana i hormonska stimulacija. Bijeli adipociti proizvode i leptin (polipeptidni hormon) koji se naziva i „faktor sitosti“, pomaže u regulaciji prehrambenog ponašanja. Smeđe masno tkivo se nalazi uglavnom kod dojenčadi, a u odraslih samo na pojedinim mjestima (Platzer, 1989, str. 10). Smeđe masno tkivo izgrađuju stanice s više kapljica masti raspršenih između brojnih mitohondrija, što ovom tkivu daje tamniji, smeđi izgled. Stanice smeđeg tkiva oslobađaju toplinu i zagrijavaju krv (Mecher, 2023, str. 122). Obje vrste masnog tkiva su dobro opskrbljene krvlju.



Slika 1. Vrste adipocita (Richard i sur., 2020)

### 2.1.1. Bijelo masno tkivo

Bijelo masno tkivo (WAT) glavni je tip masnog tkiva u tijelu, skladištenog po cijelom organizmu (Ning i Wang, 2019). Glavna „skladišta“ bijelog masnog tkiva možemo podijeliti na potkožna i visceralna, a razlikuju se prvenstveno po lokaciji. Bijelo potkožno masno tkivo nalazi se odmah ispod kože, a vrlo važnu ulogu ima u zaštiti tijela od gubitka topline, vanjskih infekcija i održavanju metaboličke ravnoteže (Bloor i Symond, 2014). Također, visceralno bijelo masno tkivo okružuje vitalne organe u prsnom košu i trbušnoj šupljini, gdje služi kao izvor energije. Za razliku od potkožnog masnog tkiva, visceralno masno tkivo često se povezuje s metaboličkim bolestima kao što su dijabetes, bolesti srca i određeni oblici raka.

Osim glavnih „skladišta“, bijelo masno tkivo postoji i u manjim, specifičnim područjima tijela, gdje ima posebne funkcije (Bloor i Symond, 2014). Takva skladišta nalaze se u blizini kože, lica, dojki, srca i koštane srži. Svako od tih skladišta ima jedinstvene karakteristike, poput specifičnog razvoja, molekularnih osobina, funkcije u metabolizmu te potencijala za rast i širenje.



### 2.1.2. Smeđe masno tkivo

Smeđe masno tkivo (BAT) je fascinantno zbog svoje jedinstvene sposobnosti pretvaranja energije iz hrane u toplinu, što ga čini ključnim faktorom u održavanju homeostaze tjelesne temperature, osobito u hladnim uvjetima (Townsend i Tseng, 2012). Ova sposobnost BAT-a da proizvodi toplinu kroz proces koji se naziva adaptivna ili nesmrtonosna termogeneza razlikuje ga od bijelog masnog tkiva, koje primarno služi za pohranu viška energije u obliku lipida (Townsend i Tseng, 2012). Smeđe masno tkivo ime je dobilo po sadržaju mitohondrija, odnosno organela bogatih željezom, koje mu daju karakterističnu smeđu boju.

Mitohondriji u smeđem masnom tkivu sadrže poseban protein poznat kao termogenin ili UCP1 (Uncoupling Protein 1), koji ima ključnu ulogu u procesu termogeneze (Townsend i Tseng, 2012). Za razliku od uobičajenih mitohondrija, koji koriste energiju iz oksidativne fosforilacije za stvaranje ATP-a, mitohondriji u BAT-u koriste termogenin za „razvezivanje“ ovog procesa, omogućujući energiji da se umjesto u ATP pretvori u toplinu (Townsend i Tseng, 2012). Ovaj proces je posebno važan za dojenčad, koja imaju veće količine BAT-a zbog svoje nemogućnosti drhtanja kao odgovora na hladnoću, ali se smeđe masno tkivo također nalazi u manjim količinama kod odraslih, osobito u području vrata i gornjeg dijela leđa. Aktivacija BAT-a nije samo fiziološki odgovor na hladnoću, ona je također pod utjecajem složenih neuroendokrinih signala, od kojih su najvažniji oni povezani sa simpatičkim živčanim sustavom (Townsend i Tseng, 2012). Kada je tijelo izloženo niskim temperaturama, simpatički živci oslobađaju norepinefrin, koji se veže na  $\beta$ -adrenergičke receptore na površini smeđih adipocita, što pokreće kaskadu događaja koji rezultiraju aktivacijom UCP1 i povećanom proizvodnjom topline (Townsend i Tseng, 2012). Osim termogeneze, BAT se istražuje zbog njegove sposobnosti da troši energiju, što ga čini potencijalnim metom za liječenje pretilosti i metaboličkih bolesti.

U posljednje vrijeme, istraživanja su se usmjerila na razumijevanje kako različiti hormoni, poput leptina, inzulina i štitnjačnih hormona, mogu utjecati na funkciju BAT-a. Postoji također interes za istraživanje kako okolišni čimbenici, poput prehrane i tjelovježbe, mogu modulirati aktivnost BAT-a. Neke studije sugeriraju da određene vrste prehrane ili hladna izloženost mogu povećati količinu BAT-a ili njegovu aktivnost, otvarajući mogućnosti za nove pristupe u borbi protiv metaboličkih poremećaja

(Townsend i Tseng, 2012). Također, istraživanja pokazuju da postoji i "bež" masno tkivo, koje ima karakteristike i bijelog i smeđeg masnog tkiva. Bež adipociti, koji se pojavljuju unutar bijelog masnog tkiva pod određenim uvjetima, poput hladnoće ili fizičke aktivnosti, mogu se "pretvoriti" u smeđe adipocite i preuzeti njihove termogene funkcije. Obzirom na ove potencijale, smeđe masno tkivo postaje sve važniji fokus istraživanja u biomedicini, posebno u kontekstu prevencije i liječenja pretilosti (Townsend i Tseng, 2012). Razvoj terapija koje bi mogle povećati aktivnost BAT-a ili promicati "smeđenje" bijelog masnog tkiva mogao bi donijeti revolucionarne promjene u tretiranju metaboličkih bolesti.

### 3. FUNKCIJA MASNE MASE

Pregledom literature različiti autori ističu četiri osnovne funkcije masne mase:

- Zaštita organa i organskih sustava (Guyton i Hall, 2011)
- Hormonska funkcija (Fried i suradnici, 1998)
- Energetske rezerve (McArdle, Katch i Katch, 2010)
- Regulacija tjelesne temperature (Yousef i sur., 2023)

#### *Zaštita organa i organskih sustava*

Do unazad 10 godina masno tkivo se smatralo jedino endokrinim organom, odnosno kako služi za proizvodnju hormona. Međutim, novija istraživanja pokazuju da masno tkivo ima i važnu ulogu u imunološkom sustavu. Otkrića su pokazala da adipociti (masne stanice) i preadipociti (stanice koje se razvijaju u masne stanice) mogu utjecati na imunološke odgovore tijela (Batra i Siegmund, 2012). Kako Batra i Siegmund (2012) opisuju masno se tkivo nalazi blizu upaljenih mjesta, mijenja se način na koji izražava određene molekule (adipokine), što dodatno povezuje endokrini i imunološki sustav.

Adipociti imaju sposobnost prepoznati veći broj bakterija i virusa te reagirati na njih, što je posebno važno kod upala crijeva. Kad se bakterije iz crijeva prebace u obližnje masno tkivo, adipociti mogu reagirati tako da privuku imunološke stanice kako bi se obranili od infekcije (Batra i Siegmund, 2012). Sukladno tome zaključujemo kako masno tkivo ima važnu ulogu u imunološkim reakcijama, a ne samo u skladištenju masti.

Novi podaci koje navode Batra i Siegmund (2012) sugeriraju da način na koji masno tkivo regulira imunološke stanice može pomoći u razumijevanju različitih bolesti. Na primjer, kod pretilosti određene imunološke stanice (M1 makrofagi) dominiraju u masnom tkivu, dok kod kolorektalnog karcinoma različiti tipovi makrofaga mogu ukazivati na tijek bolesti. Ukratko, visceralno masno tkivo je složen organ koji povezuje funkcije endokrinog i imunološkog sustava. Masti također djeluju kao amortizeri, smanjujući rizik od ozljeda vitalnih organa (Guyton i Hall, 2011). Kako objašnjavaju Guyton i Hall (2011) organi su zaštićeni od vanjskih i unutarnjih štetnih čimbenika putem koštanih struktura,

mišićnog tkiva i masnog tkiva, koji djeluju kao fizičke barijere. Primjerice, lubanja štiti mozak, a rebra štite srce i pluća. Masno tkivo, osobito visceralno, oblaže organe, djelujući kao amortizer, te osigurava da vitalni organi budu zaštićeni.

### *Hormonska funkcija*

Masno tkivo dinamički je uključeno u regulaciju funkcije stanica kroz složenu mrežu endokrinih (signali putuju kroz krvožilni sustav kako bi došli do svih dijelova tijela), parakrinih (signali koji se šalju samo stanicama u blizini stanične stanice) i autokrinih (utječu samo na stanice istog tipa) signala koji utječu na odgovor mnogih tkiva, uključujući hipotalamus, gušteraču, jetru, skeletne mišiće, bubrege i imunološki sustav (Coelho i sur. 2013). Prema Friedu i suradnicima (1998) tkivo luči različite hormone, uključujući leptin, adiponektin i rezistin. Leptin je mali peptid (16 kDa), koji se smatra protuupalnim citokinom koji ukazuje na zajednička strukturalna i funkcionalna svojstva (Coelho i sur., 2013). Leptinski receptori kako navode Coelho i sur. (2013) osim u središnjem živčanom sustavu nalaze se i u perifernim tkivima, što ukazuje na zajednička strukturalna i funkcionalna svojstva, a pripadaju obitelji citokina. Kolika će biti količina leptina u masnom tkivu ovisi o tome koliko će se energije pohraniti u obliku masti te postoji li tjelesna energetska uravnoteženost. Stoga zaključujemo kako će se kod pretilih osoba pojaviti veće razine leptina i obrnuto. Uloga rezistina u pretilosti i inzulinskoj rezistenciji kod ljudi i dalje nije razjašnjena, no rezistin ima značajnu ulogu u 25 protuupalnih procesa koji su u konačnici povezani s razvojem pretilosti i inzulinske rezistencije (Jurin, 2019 prema Johnsonu i Olefsky, 2013). Adiponektin je povezan s dijabetesom tipa 2 (T2D), ali je gotovo isključivo posljedica smanjenja razine cirkulirajuće izoforme visoke molekularne mase (Coelho i sur., 2013). U modelima genetske i prehranom izazvane pretilosti, pokazalo se da adiponektin poboljšava osjetljivost cijelog tijela na inzulin (Coelho i sur., 2013). Adiponektin ima također i ulogu poticanja oksidacije masnih kiselina i unosa glukoze u skeletne mišiće i masno tkivo, te suzbijanje izlučivanja glukoze u jetri aktivacijom AMPK-aktivirane protein kinaze.

### *Energetske rezerve*

Hrana je svaka tvar ili proizvod prerađen, djelomično prerađen ili neprerađen, a namijenjena je da je ljudi konzumiraju ili se može očekivati da će je ljudi konzumirati

(Štalić, 2008). Kada spominjemo energiju u hrani Štalić (2008) objašnjava kako tada govorimo o potencijalnoj energiji. Energija makronutrijenata sadržana je u kemijskim vezama i oslobađa se tijekom metabolizma hrane (Štalić, 2008). Za djecu, trudnice i dojilje energetske potrebe uključuju energiju za stvaranje novog tkiva ili dojenje (Štalić, 2008). Kako tijelo ne bi ostalo bez energije kada je unos hrane smanjen ili kada su energetske zahtjevi povećani, tijelo mobilizira rezerve kako bi osiguralo kontinuiranu opskrbu energijom. Tjelesna masa u pravilu je dobar pokazatelj adekvatnosti unosa energije, ali ne i nutrijenata (Štalić 2008). Tijelo raspolaže energetske rezervama, ponajprije u obliku masnog tkiva (tablica 1. i slika 1) i neko vrijeme može podnositi nedovoljan unos energije (Štalić, 2008). U tijelu postoje rezerve pojedinih nutrijenata (npr. zalihe B12 dostatne su za nekoliko godina, kosti su tjelesna banka kalcija itd.), dok se npr. vitamini topljivi u vodi moraju redovito unositi u organizam (Štalić, 2008). Glavni oblik energetske rezervi su trigliceridi, koji se pohranjuju u masnom tkivu. Odrasla osoba prosječne tjelesne mase može pohraniti oko 115.000 kcal energije u obliku triglicerida. Osim triglicerida, tijelo pohranjuje energiju i u obliku glikogena, uglavnom u jetri i mišićima, što čini oko 1.400 kcal. Tijelo također sadrži oko 25.000 kcal u obliku proteina, koji se nalaze u mišićima, i oko 100 kcal u obliku glukoze ili masti u tjelesnim tekućinama

Masno tkivo može pružiti dovoljno energije za preživljavanje tijekom dugih razdoblja gladi (McArdle, Katch i Katch, 2010).

**Tablica 2.** Tjelesne zalihe energije odraslog muškarca tjelesne mase 70 kg (Štalić, 2008)

Izvor energije	Primarna lokacija	Energija (kcal)
Glikogen	Jetra i mišići	1400
Glukoza ili masti	Tjelesne tekućine	100
Trigliceridi	Masno tkivo	115000
Proteini	Mišići	25000

### *Regulacija tjelesne temperature*

Yousef i sur. (2023) objašnjavaju kako masti također igraju važnu ulogu u termoregulaciji. Raspon tjelesne temperature može varirati ovisno o dobi, aktivnosti te dobu dana, te on iznosi od 36.1 °C do 37.2 °C. Yousef i sur. (2023) objašnjavaju kako prilikom napornog vježbanja temperatura tijela može doseći 40°C, dok izloženost jakoj hladnoći može spustiti temperaturu tijela ispod 35.6 °C. Masno tkivo koje se nalazi odmah ispod kože, djeluje kao izolator. Zahvaljujući njemu tijelo može održavati stabilnu unutarnju temperaturu, a funkcionira na način da smanjuje toplinski gubitak kroz kondukciju i konvekciju, čime doprinosi očuvanju topline u hladnim uvjetima (Yousef i sur., 2023). Moguće je da dođe do oštećenja termoregulacije te tada nastupa hipotermija. Hipotermija se prema Yousef i sur. (2023) opisuje kao pad temperature tijela ispod 35 °C. Rezultati blagim oštećenjem termoregulacije no kasnije se mogu javiti i značajnija oštećenja koja se definiraju padom tjelesne temperature ispod 25°C. Jezgra tjelesne temperature ispod 29,4 °C narušava sposobnost hipotalamusa da regulira tjelesnu temperaturu. Dio razloga za ovu smanjenu regulaciju je taj što je brzina kemijske proizvodnje topline u svakoj stanici smanjena gotovo 2 puta za svakih 10 F smanjenja tjelesne temperature (Yousef i sur., 2023). Ekstremna hipotermija može izazvati mentalne promjene, nesvjesticu, srčane aritmije i gubitak motorike. Suprotno hipotermiji javlja se toplinski udar, a on se javlja kad tjelesna temperatura pređe 40 °C, što zahtijeva hitnu medicinsku pomoć. Kod termogeneze značajan utjecaj ima smeđe masno tkivo. Smeđe masno tkivo ima obilnu opskrbu simpatičkim živcima koji oslobađaju norepinefrin, koji potiče tkivnu ekspresiju mitohondrijskog proteina za razdvajanje (UCP, koji se naziva i termogenin) i povećava termogenezu (Yousef i sur., 2023) U interskapularnom prostoru kod dojenčadi postoji mala količina smeđe masti. Kemijska termogeneza može povećati brzinu proizvodnje topline kod ljudske novorođenčadi, za sto posto. U odraslih je rijetkost povećati brzinu proizvodnje topline za više od 10% do 15% kemijskom termogenezom (Yousef i sur., 2023). Koža ima receptore na toplinu i hladnoću. Toplinski izolator tijela sastavljen je od kože, potkožnog tkiva i masnog tkiva. Potkožna mast jako je važna jer slabo provodi toplinu. Duboki receptori tjelesne temperature nalaze se u trbušnim organima, leđnoj moždini u velikim venama, prsnom košu i gornjem dijelu trbuha. Kada temperatura okoline postane veća od temperature

kože, tijelo dobiva toplinu i provođenjem i zračenjem, a isparavanjem se jedino koža može riješiti topline. Kada se koža ohladi po cijelom tijelu, pozivaju se neposredni refleksi koji uključuju inhibiciju znojenja, drhtanje, vazokonstrikciju kože kako bi se smanjio gubitak tjelesne topline (Yousef i sur., 2023)

## 4. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA RAZVOJ MASNE MASE

Razvoj masne mase kod djece i odraslih rezultat je složene interakcije genetskih, prehrambenih, psiholoških, socijalnih i kulturnih čimbenika. Ubrzani način života, promjene u prehrambenim navikama, te sve prisutniji sjedilački način života kako navodi Grgurić (2001) imaju značajan utjecaj na tjelesnu kompoziciju. Ovim poglavljem detaljno će se istražiti svaki od ovih čimbenika, pružajući uvid u njihove specifične učinke na razvoj masne mase. Prevencija pretilosti započinje u najranijoj dobi.

Čimbenike koji utječu na razvoj masne mase prema Grgurić (2001) možemo podijeliti u nekoliko ključnih kategorija:

- Prehrana i prehrambene navike
- Psihološki čimbenici
- Genetika i nasljedni čimbenici
- Socijalni i kulturni čimbenici
- Kritična razdoblja u razvoju
- Okolišni toksini
- Hormonski čimbenici
- Fizička aktivnost
- Spavanje i ciklus budnosti

### *Prehrana i prehrambene navike*

Prehrana predstavlja ključni čimbenik u razvoju masne mase, posebno u ranoj dobi (Grgurić, 2001). Prema Grguriću (2001), pravilna prehrana u dojenačkoj i maloj dječjoj dobi ključna je za prevenciju preuhranjenosti ili neishranjenosti. Ova rana razdoblja života su ključna jer postavljaju temelje za kasniji razvoj prehrambenih navika koje će dijete nositi kroz život (Lifshitz, 2008). Nepravilna prehrana, bilo da se radi o prekomjernom unosu kalorija ili nedostatku esencijalnih nutrijenata, može dovesti do poremećaja u razvoju masnog tkiva (Must i sur., 1992). Na primjer, prehrana s visokim udjelom zasićenih masti i šećera može potaknuti rano nakupljanje masnog tkiva, što može imati dugotrajne učinke na metabolizam i zdravstvene izgled djeteta (Dietz, 1998). S



druge strane, nedostatak ključnih nutrijenata, poput vlakana, vitamina i minerala, može oslabiti djetetov imunološki sustav i usporiti njegov fizički i mentalni razvoj (Gibson, 2005). Prehrambene navike stečene u djetinjstvu često se prenose u odraslu dob, što dodatno naglašava njihovu važnost u regulaciji tjelesne mase tijekom cijelog života (Whitaker i sur., 1997). Djeca koja su izložena pravilnoj prehrani i pozitivnim prehrambenim obrascima od najranije dobi imaju veće šanse da zadrže zdravu tjelesnu masu i smanje rizik od pretilosti u odrasloj dobi (Birch & Ventura, 2009). Uz to, važnost obrazovanja roditelja i djece o zdravim prehrambenim praksama ne može se dovoljno naglasiti, jer postavlja temelje za zdraviji život i smanjuje rizik od raznih zdravstvenih problema povezanih s pretilošću (Micha i sur., 2017).

#### *Psihološki čimbenici*

Emocionalna deprivacija, kako je naveo Grgurić (2001), može dovesti do razvoja nezdravih prehrambenih navika koje pridonose povećanju masne mase. Djeca koja se suočavaju s emocionalnim poteškoćama često koriste hranu kao mehanizam suočavanja, što može dovesti do prejedanja i, posljedično, do pretilosti (Strien, 2018). Takvo ponašanje može postati duboko ukorijenjeno, pogotovo ako se hrana koristi kao sredstvo za smirenje ili kao nagrada za određena ponašanja (Falkner i sur., 2001). Ovaj obrazac ponašanja može dovesti do nereguliranih prehrambenih navika koje djeca mogu ponijeti sa sobom u odraslu dob, što dodatno povećava rizik od prekomjerne tjelesne mase (Stunkard i sur., 2003). Također, stres i anksioznost, koji su sve prisutniji čak i kod djece, mogu utjecati na hormonalnu ravnotežu u tijelu, što može rezultirati povećanim apetitom i skladištenjem masnoća (Gibson, 2006). Kronični stres može uzrokovati dugotrajno povišenje kortizola, hormona koji potiče nakupljanje masnog tkiva, posebno u predjelu abdomena (Epel i sur. 2000). U ovakvim situacijama, ključna je podrška obitelji, ali i školske zajednice, koja može pružiti emocionalnu stabilnost i pomoći djeci da razviju zdrave načine suočavanja sa stresom (Herman & Cullinan, 1997). Intervencije usmjerene na poboljšanje emocionalnog zdravlja djece, uključujući savjetovanje i programe mentalnog zdravlja u školama, mogu igrati značajnu ulogu u prevenciji razvoja nezdravih prehrambenih obrazaca i smanjenju rizika od pretilosti (Shonkoff & Phillips, 2000).

#### *Genetika i nasljedni čimbenici*

Genetski faktori također igraju važnu ulogu u određivanju načina na koji tijelo pohranjuje masnoće i regulira apetit (Maes i sur., 1997). Prema Maesu i sur. (1997), nasljedni čimbenici mogu biti odgovorni za varijacije u tjelesnoj masi između pojedinaca. Iako genetska predispozicija može utjecati na razvoj masne mase, ona se često prepliće s okolišnim čimbenicima, kao što su prehrana i razina tjelesne aktivnosti (Loos & Yeo, 2014). Na primjer, dijete koje naslijedi gene koji potiču nakupljanje masnog tkiva i sporiji metabolizam može biti podložnije pretilosti, ali okruženje u kojem odrasta, uključujući prehrambene navike i razinu fizičke aktivnosti, može značajno utjecati na to hoće li se ti geni aktivirati ili ne (Bouchard i sur., 1990). Istraživanja pokazuju da se genetski utjecaji na masnu masu mogu modificirati kroz promjene u načinu života, kao što su zdrava prehrana i redovita tjelesna aktivnost (Inoue i sur., 2018). Drugim riječima, iako genetika može povećati rizik od pretilosti, ponašanje i okolina mogu značajno ublažiti ili čak neutralizirati te učinke (Loos & Yeo, 2014). Dodatno, genetske studije ukazuju na to da određene varijante gena mogu utjecati na preferencije hrane, apetit, brzinu metabolizma i kako tijelo koristi energiju iz hrane (Friedman, 2009). Ovi nalazi naglašavaju potrebu za personaliziranim pristupom u prevenciji i liječenju pretilosti, uzimajući u obzir genetske predispozicije svakog pojedinca (Inoue i sur., 2018).

### *Socijalni i kulturni čimbenici*

Obiteljske navike i kulturne norme imaju snažan utjecaj na razvoj masne mase kod djece. Studija Scaglioniya i suradnika (2011) pokazuje da obitelji s pozitivno razvijenim prehrambenim navikama i višom razinom fizičke aktivnosti značajno bolje utječu na uhranjenost djece. Na primjer, obitelji koje zajednički pripremaju i konzumiraju obroke obično stvaraju pozitivnu vezu s hranom i promoviraju zdravije prehrambene obrasce. S druge strane, djeca koja odrastaju u obiteljima gdje su brza hrana i sjedilački način života norma, češće razvijaju nezdrave prehrambene navike i sklonost pretilosti. Nasuprot tome, sjedilački način života, promoviran kroz medije i reklame, potiče pasivnost kod djece, smanjujući njihovu razinu tjelesne aktivnosti. Djeca su često izložena reklamama koje promoviraju visokokaloričnu hranu, što dodatno pogoršava problem. Ovi marketinški utjecaji, uz društveni pritisak da se konzumiraju određeni proizvodi, mogu značajno utjecati na prehrambene odluke djece i roditelja. Također, kulturne norme igraju ključnu

ulogu u oblikovanju percepcije o tjelesnoj masi i idealima ljepote. U nekim kulturama, viša tjelesna masa može biti povezana s prosperitetom i zdravljem, dok se u drugima mršavost smatra idealom ljepote. Ove kulturne razlike mogu utjecati na to kako obitelji i pojedinci pristupaju prehrani i tjelesnoj aktivnosti, kao i na njihovu percepciju pretilosti. Uključivanje edukativnih programa u zajednice koje promiču razumijevanje zdravih tjelesnih navika.

### *Kritična razdoblja u razvoju*

Postoji nekoliko ključnih razdoblja u razvoju djeteta koja su posebno osjetljiva na promjene u masnoj masi. Jedno od najvažnijih razdoblja je trudnoća, gdje prehrambene navike majke i prirast tjelesne mase tijekom trudnoće utječu na tjelesnu masu djeteta pri rođenju. Grgurić (2001) naglašava da trudnice s prekomjernim porastom tjelesne mase češće rađaju težu djecu, što povećava rizik od pretilosti kasnije u životu.

Također, razdoblje između 5 i 7 godina posebno je kritično zbog povećanog stvaranja masnih stanica (adipocita). Ovaj period zahtijeva posebnu pažnju kako bi se spriječilo prekomjerno nakupljanje masnog tkiva koje može utjecati na zdravlje djeteta u kasnijem životu. Prilikom odrastanja i adolescencije dolazi pak do smanjene fizičke aktivnosti, promjena u prehrambenim navikama te ubrzanog načina života. Kako bismo utjecali na pravilan i ujednačen razvoj masne mase važno je provoditi multisektorski pristup koji uključuje vrtiće, škole, obitelji te medije pomoću kojih se promoviraju zdrave prehrambene navike, važnost redovite fizičke aktivnosti te edukacije o zdravom načinu života.

### *Hormonski čimbenici*

Hormoni igraju ključnu ulogu u regulaciji tjelesne mase i raspodjeli masnog tkiva (Spiegel i sur., 2004). Hormonske promjene koje se događaju tijekom različitih životnih faza, poput puberteta ili trudnoće, mogu značajno utjecati na nakupljanje masne mase (Goodman i sur., 2000). Primjerice, povećana razina hormona inzulina, koji regulira metabolizam glukoze, može dovesti do povećanog skladištenja masti ako je njegova regulacija poremećena (DeFronzo i sur., 2015). Također, stresni hormon kortizol, kada je kronično povišen, može uzrokovati povećanu akumulaciju visceralne masti, koja je povezana s povećanim rizikom od metaboličkih poremećaja (Rosmond i sur., 1998).

Leptin i ghrelin, hormoni koji reguliraju apetit, također igraju ključnu ulogu u kontroli tjelesne mase; poremećaji u njihovoj funkciji mogu dovesti do povećanog osjećaja gladi i prejedanja (Spiegel i sur., 2004). Na primjer, istraživanje koje su proveli Spiegel i sur., (2004) pokazalo je da poremećaji u regulaciji ovih hormona zbog nedostatka sna mogu dovesti do pretilosti. Ovi hormonski čimbenici naglašavaju važnost endokrinih funkcija u razumijevanju kako i zašto dolazi do promjena u masnoj masi, te zašto neki pojedinci imaju veću sklonost nakupljanju masti (Spiegel i sur., 2004).

### *Fizička aktivnost*

Nedostatak fizičke aktivnosti jedan je od glavnih uzroka povećane tjelesne mase, posebice u suvremenom društvu gdje sjedilački način života postaje sve češći (Ekelund i sur., 2012). Djeca i odrasli koji ne sudjeluju u redovitim tjelesnim aktivnostima imaju tendenciju nakupljati više masnog tkiva zbog smanjene potrošnje kalorija (Ekelund i sur., 2012). Redovita fizička aktivnost, poput trčanja, plivanja ili čak svakodnevne šetnje, pomaže u sagorijevanju kalorija, poboljšava metabolizam, te potiče izgradnju mišićne mase, što igra ključnu ulogu u regulaciji tjelesne težine (Warburton i sur., 2006). Studija koju su proveli Ekelund i sur., (2012) pokazala je da nedostatak tjelesne aktivnosti kod djece značajno doprinosi riziku od prekomjerne tjelesne mase i povezanih metaboličkih bolesti. Sjedilački način života, kao što je dugo sjedenje ispred televizora ili računala, ne samo da smanjuje potrošnju energije već također potiče nezdrave prehrambene navike, kao što je konzumacija visokokaloričnih grickalica (Tremblay i sur., 2011). Osim toga, istraživanja sugeriraju da djeca koja sudjeluju u redovitim tjelesnim aktivnostima razvijaju zdravije navike koje im pomažu održavati optimalnu tjelesnu masu tijekom cijelog života (Ekelund i sur., 2012).

### *Spavanje i ciklus budnosti*

Kvaliteta i trajanje sna igraju ključnu ulogu u regulaciji tjelesne mase i metabolizma (Taheri i sur., 2004). Nedovoljno sna ili poremećeni ciklus spavanja mogu dovesti do disbalansa hormona povezanih s apetitom, kao što su leptin i ghrelin, što može rezultirati povećanim apetitom i sklonošću prejedanju (Taheri i sur., 2004). Istraživanje koje su proveli Taheri i sur. (2004) pokazalo je da osobe koje spavaju manje od preporučenih 7-8 sati noću imaju veći rizik od razvoja pretilosti zbog povećane razine hormona ghrelina, koji stimulira glad, i smanjene razine leptina, koji signalizira sitost. Nedostatak sna

također može dovesti do smanjenja energije i motivacije za tjelesnom aktivnošću, čime se dodatno povećava rizik od pretilosti (Spiegel i sur. 2004). Dugoročno, kronična neispavanost može uzrokovati promjene u metabolizmu glukoze, što povećava rizik od inzulinske rezistencije i dijabetesa tipa 2, što su sve faktori povezani s povećanom masnom masom (Knutson i sur. 2007). Ovaj čimbenik pokazuje koliko su važne dobre navike spavanja u održavanju zdrave tjelesne mase i općeg zdravlja (Taheri i sur., 2004).

#### *Okolišni toksini*

Izloženost okolišnim toksinima, poput bisfenola A (BPA) i ftalata, može imati značajan utjecaj na razvoj masne mase i metabolizam (Blumberg i sur. 2011; prema Saal i sur., 2007). Ovi kemijski spojevi, poznati kao endokrini disruptori, mogu ometati normalnu funkciju hormona, uključujući one koji reguliraju apetit, skladištenje masti i metabolizam glukoze (Grandjean i sur., 2012). Istraživanje koje su proveli Lang i sur. (2008) povezalo je izloženost BPA-u s povećanim rizikom od pretilosti i metaboličkih poremećaja, uključujući dijabetes. Ovi toksini često se nalaze u svakodnevnim predmetima poput plastičnih boca, pakiranja hrane, kozmetike i igraćaka, te se mogu apsorbirati kroz kožu, probavni sustav ili dišne puteve (Trasande i sur., 2013). Dugotrajna izloženost ovim spojevima može poremetiti hormonalnu ravnotežu i potaknuti skladištenje masnoća, čak i pri normalnoj prehrani i tjelesnoj aktivnosti (Blumberg i sur., 2011). Ovaj čimbenik ukazuje na potrebu za pažljivim razmatranjem okolišnih čimbenika u strategijama za prevenciju prekomjerne tjelesne mase i promociju zdravlja (Grandjean i sur., 2012).

## 5. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

### 5.1. Cilj i hipoteze istraživanja

Cilj rada jest dati pregled istraživanja koja se bave procjenom i značajem masne mase kod djece rane i predškolske dobi.

#### Hipoteze istraživanja:

**H1** – u posljednjih 5 godina utvrdit će se sve raznolike metode za procjenu dječje masne mase.

**H2** – istraživanja dječje masne mase bit će više zastupljena u djece vrtićke dobi u odnosu na djecu rane dobi.

**H3** – procjena dječje masne mase bit će najzastupljenija u kategoriji prehrane.

### 5.2. Opis protokola istraživanja

Primijenjena je metoda analize sadržaja. Elektronička pretraga literature provedena je u PUBMED bazi podataka. Pretraga je uključila relevantne radove na engleskom jeziku koji su objavljeni do 12.06.2024. godine. Sustavno pretraživanje podrazumijevalo je tri ključna kriterija: ključne riječi „fat mass in preschool children“; period pregleda u kojem je rad objavljen, posljednjih pet godina od 2019. do 2024. godine; cjelovito dostupni radovi na engleskom jeziku koji su povezani s predmetom istraživanja. Od ukupno 343 rada, ukupno 54 rada je zadovoljilo navedene kriterije.

Tijekom pregleda literature nametnule su se tri glavne kategorije za prikaz rezultata istraživanja:

- Broj radova koji zadovoljavaju kriterij dobi djece (rana i predškolska dob)
- Metode za procjenu dječje mišićne mase
- Uzorak ispitanika
- Istraživačka područja povezana s dječjom masnom masom

### **5.3. Statistička obrada podataka**

Podaci su obrađeni u programu Microsoft Excel (Office, 2019). Obrada se vršila na temelju frekvencija, te su prikazani grafički pomoću 3D strukturnog kruga i 3D stupaca. Tekstualni dio podataka prikazan je tablično.

## 6. REZULTATI

U tablici 3 prikazano je 54 istraživanja koja su promatrana kroz pet područja: autori, cilj istraživanja, uzorak ispitanika, metoda procjene masne mase i zaključak. U tabličnom prikazu nalaze se detaljniji opisi svakog pojedinog istraživanja u navedenim područjima.

Tablica 3. Pregled istraživanja o značaju i procjeni dječje masne mase od 2019. do 2024.

Autori	Cilj istraživanja	Uzorak ispitanika	Metoda procjene masne mase	Zaključak
Abrahamse-Berkeveld i sur. (2024)	Procijeniti u studiji praćenja (FU) randomiziranog, kontroliranog ispitivanja utječe li koncept IMF (mliječna formula za dojenčad) s velikim kapljicama lipida obloženim mliječnim fosfolipidima obogaćenim lipidima iz mlijeka povoljno na dugoročni indeks tjelesne mase (BMI u $\text{kg/m}^2$ ) putanje i krvni tlak u školskoj dobi.	1-5 godina (n=223)	Postotak masne mase (%FM) izveden je iz debljine kožnih nabora pomoću Slaughterove jednadžbe formulirane za predviđanje debljine kod djece.	Hranjenje inovativnim IMF-om u ranom životu s velikim kapljicama lipida obloženim mliječnim fosfolipidima obogaćenim mliječnim lipidima rezultira BMI putanjom bližom dojenoj dojenčadi i nižim krvnim tlakom u školskoj dobi.
Garcidueñas-Fimbres i sur. (2024)	Cilj istraživanja jest procijeniti povezanost između pridržavanja kompozitne ocjene koja se sastoji od 6 zdravih životnih ponašanja i njegovih pojedinačnih komponenti s nekoliko kardiometaboličkih čimbenika rizika kod španjolske predškolske djece.	3-6 godina (n=938)	Za utvrđivanje tjelesne mase i tjelesne masne mase primjenjena je metoda bioeletrične impedancije.	Veća usklađenost s kompozitnim indeksom zdravih ponašanja i stoga sa 6 zdravih životnih navika bila je povezana s nižim kardiometaboličkim rizikom u populaciji predškolske djece. Spora brzina jedenja bila je pojedinačno povezana s većinom kardiometaboličkih čimbenika rizika. Ako daljnja istraživanja mogu potvrditi ove veze, ovaj kompozitni indeks mogao bi postati koristan klinički alat koji može pridonijeti poboljšanju prevencije adipoznosti i kardiometaboličkih poremećaja otkrivanjem štetnih životnih navika od ranog djetinjstva.
Khoury i sur. (2024)	Istražiti povezanost između konzumacije ultraprocesirane hrane (UPF) i kardiometaboličkih čimbenika rizika u	3-6 godina (n=1426)	Tjelesna masa i tjelesna masna masa izmjereni su pomoću precizne vage i oktopolarnog multifrekventnog uređaja za bioelektričnu impedanciju.	Nalazi upućuju na to da je visoka potrošnja UPF-a kod male djece povezana s adipoznošću i drugim kardiometaboličkim čimbenicima rizika,



	Longitudinalnoj studiji procjene rizika od pretilosti u djetinjstvu (CORALS).			naglašavajući potrebu za javnozdravstvenim inicijativama za promicanje zamjene UPF-ova neprerađenom ili minimalno prerađenom hranom.
Chen i sur. (2023)	Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti slaganje između BIA-e i ADP-a za procjenu sastava tijela (BC).	3-5 godina (n=981)	Sastav tijela mjereno je pomoću bioelektrične impedancije (BIA) i pletizmografijom (ADP).	Višefrekventni BIA uređaj SeeHigher BAS-H valjan je uređaj za procjenu BC u kineske predškolske djece u usporedbi s ADP-om, posebno u petogodišnje djece ili djece s pretilošću.
Garcidueñas-Fimbres i sur. (2023)	Cilj istraživanja bio je procijeniti povezanost između brzine prehrane, adipoznosti, kardiometaboličkih čimbenika rizika i kvalitete prehrane u skupini španjolske predškolske djece.	4-6 god (n=1371)	Masa tjelesne masti procijenjena je oktopolarnom multifrekventnom bioelektričnom impedancijom.	Brza prehrana povezana je s većom adipoznošću, određenim kardiometaboličkim čimbenicima rizika i nižim pridržavanjem mediteranske prehrane. Potrebne su daljnje dugoročne i intervencijske studije kako bi se potvrdile ove asocijacije.
Gilley i sur. (2023)	ITM pretencije majke (ppBMI) i brzo dobivanje na masi dojenčeta (RWG) povezani su s povećanim rizikom od pretilosti u djetinjstvu.	4-7 godina (n=414)	Sastav tijela mjereno je pletizmografijom pomaka zraka.	Brzo dobivanje na tjelesnoj masi dojenčeta u interakciji je s ppBMI majke i zajedno povećava rizik od pretilosti u djetinjstvu. Pedijatri bi trebali nadzirati dojenčad na RWG, posebno u kontekstu pretilosti majke, kako bi smanjili budući rizik od pretilosti..
Guo i sur. (2023) <sup>1</sup>	Svrha ove studije je istražiti potencijalnu korelaciju između izloženosti Bisfenolu A (BPA) i promjena u parametrima sastava tijela, s namjerom da se razjasni potencijalni utjecaj BPA na razvoj pretilosti i povezanih zdravstvenih problema.	4-6 god (n=200)	Parametri sastava tijela mjereni su bioelektričnom analizom impedancije.	Ovi nalazi ističu potencijalne zdravstvene rizike povezane s parametrima sastava tijela povezanih s pretilošću kod male djece. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se potvrdila ta povezanost i istražili temeljni mehanizmi.
Michael i sur. (2023)	Cilj istraživanja bi je procijeniti povezanost obrazaca rasta s prenatalnim i postnatalnim čimbenicima rizika, fetalnim rastom, genetskim rizikom od pretilosti, pretilim prehranbenim ponašanjem, depoima	Od rođenja do 6 godina (n=994)	Volumeni potkožnog masnog tkiva (SAT) i intraabdominalnog masnog tkiva (IAT) u djece procijenjeni su korištenjem magnetske rezonancije (MRI).	Ubrzanje BMI koje počinje odmah nakon rođenja ili nakon djetinjstva povezano je s ranim kardiometaboličkim promjenama. Odrednice ovih putanja mogu biti korisne za razvoj rane stratifikacije rizika i intervencijskih pristupa za suzbijanje metaboličkih

<sup>1</sup> Navedeni rad svrstan je u kategoriju prehrane. Iako Bisfenol A jest organski spoj koji se koristi u proizvodnji polikarbonatne plastike i epoksi smole (Erdec, Fabekovec i Goršeta, 2016), može ga se pronaći i unutar konzervi hrane i pića (Britt, 2008).

	abdominalne i ektopične masti (mast u jetri i intramiocelularni lipidi) i markerima kardiometaboličkog rizika u ranom djetinjstvu.			poteškoća povezanih s pretilošću u djetinjstvu.
Murphy-Alford i sur. (2023)	Cilj je bio razviti referentne karte sastava tijela dojenčadi u dobi od 0-6 mjeseci na temelju pletizmografije istiskivanjem zraka (ADP) i one u dobi od 3-24 mjeseca na temelju ukupne tjelesne vode (TBW) razrjeđenjem deuterija (DD).	0-2 godine (n=1496)	Sastav tijela procijenjen je uz pomoć pletizmografije istiskivanjem zraka i ukupne tjelesne vode (TBW) razrjeđenjem deuterija (DD).	Ove referentne vrijednosti ojačat će tumačenje i razumijevanje sastava tijela u dojenčadi tijekom prva 24 mjeseca života.
Zhang i sur. (2023)	Cilj istraživanja bio je testirati PLH procjenjujući ulogu prehranbenih proteina na makronutrijentima, unosu energije i riziku od pretilosti koristeći podatke djece predškolske dobi koji su praćeni 1,3 godine.	2 do 6 godina (n=553)	Bioelektrična impedancija je izmjerena kako bi se procijenio postotak djetetove tjelesne masti	Predškolskoj djeci unos proteina bio je najstrože reguliran makronutrijent, a unos energije bio je obrnuta funkcija koncentracije proteina u prehrani, što ukazuje na dokaze za polugu proteina. Povećanja WHtR-a i HHtR-a uglavnom su bila povezana s razrjeđivanjem proteina u prehrani, podržavajući PLH.
Abbeddou i sur. (2022)	Ova studija testirala je hipotezu da bi dodaci prehrani s malom količinom lipida (SQ-LNS) mogli povećati nakupljanje masnoće, te da bi dodatni cink, pružen putem SQ-LNS ili u obliku tableta za otapanje, mogao povećati porast nemasne mase (FFM).	9-18 mjeseci (n=201)	FFM je izračunat iz TBW-a (ukupna tjelesna voda) koristeći faktor hidracije specifičan za spol i masu. FM je zatim dobiven oduzimanjem FFM od ukupne tjelesne mase i izražen ili u kilogramima ili kao postotak tjelesne težine (%FM).	SQ-LNS, zajedno s liječenjem morbiditeta povećao je debljanje i FFM u male djece u dobi od 9 do 18 mjeseci bez povećanja taloženja FM-a. Dodatna suplementacija cinkom nije utjecala na promjene u FFM-u ili %FM.
Berglund i sur. (2022)	Cilj istraživanja bio je utvrditi povezanost između tjelesnog sastava i antropometrijskih mjera novorođenčadi te tjelesnog sastava u dobi od 3 godine kod danske djece rođene od pretilih majki.	0 i 3 godine (n=183)	Za određivanje sastava tijela primijenjena je bioelektrična impedancija; dvoenergetska rendgenska apsorpcija.	Dojenčad rođena s višim BWZ-om (porodajna masa) postaje viša s 3 godine. Oni također postaju teži, čemu doprinose i FM i FFM, neovisno o linearnom rastu.
Bloemsma i sur. (2022)	Cilj nam je bio ispitati povezanost majčine izloženosti onečišćenju zraka i prometu tijekom trudnoće s pokazateljima pretilosti u ranom djetinjstvu.	4-6 godina (n=738)	Postotak masne mase procijenjen je pletizmografijom istiskivanja zraka (BOD POD).	Pronašli smo ograničene dokaze o povezanosti prenatalne izloženosti PM 2,5 i O 3 iz okoline s pokazateljima pretilosti u dobi od 4-6 godina. Sugestivni odnosi između stambene blizine autoceste tijekom trudnoće i veće

				pretilosti zaslužuju daljnje istraživanje.
Chen i sur. (2022)	Cilj istraživanja jest opisati karakteristike sastava tijela pletizmografijom istiskivanjem zraka (ADP) među predškolskom djecom u Kini.	3 do 5 godina (n=1011)	Pletizmografija istiskivanjem zraka (ADP)	ADP je primjenjiv na procjenu sastava tijela među predškolskom djecom. Do pogrešnih klasifikacija može doći kada se status prekomjerne tjelesne mase/pretilosti definira na temelju zamjenskih indeksa.
Cohen i sur. (2022).	Cilj je bio ispitati povezanost sastava tijela pri rođenju i putanje sastava tijela od rođenja do ranog djetinjstva s jetrenom masnoćom u ranom djetinjstvu.	Prvih 5 godina (n=1235)	Sastav tijela procijenjen je pletizografijom i antropometrijom premještanja zraka.	Manja porođajna težina, u kombinaciji s bržim povećanjem adipoznosti u prvih 5 godina, predviđa veću masnoću jetre u ranom djetinjstvu.
Goetz i sur. (2022)	Cilj istraživanja je bio procijeniti odnose između karakteristika spavanja i sastava tijela, energije i ponašanja koja reguliraju težinu u djece predškolske dobi, kao i uzdužne povezanosti između dječjeg sna i obrazaca prehrane i sastava tijela nakon 1-godišnjeg praćenja.	3 do 5 godina (n=118)	Za utvrđivanje sastava tijela (masna masa, masa bez masti i postotak tjelesne masti) primjenjena je metoda DXA-e.	Kraće trajanje sna i kasnije vrijeme obroka povezani su s povećanjem adipoznosti kod predškolske djece.
Ji i sur. (2022)	Cilj istraživanja bio je procijeniti karakteristike tjelesne građe kod djece predškolske dobi niskog rasta.	3-6 godina	Metoda bioelektrične impedancije.	Ukupna tjelesna voda, bjelančevine, minerali, masa tjelesne masti, masa bez masti, meka nemasna masa, masa skeletnih mišića i sadržaj minerala u kostima bili su niži u predškolske djece niskog rasta nego u kontrolnoj skupini.
Matłosz i sur. (2022)	Cilj istraživanja bio je utvrditi povezanost između učestalosti konzumacije različitih vrsta mliječnih proizvoda i sastava tijela i viška adipoznosti u djece predškolske dobi iz Poljske.	5-6 god (n=1172)	Sastav tijela utvrđen je pomoću bioelektrične analize impedancije	Ova studija otkrila je da bi veća konzumacija voćnog jogurta mogla biti značajna odrednica prekomjerne adipoznosti kod predškolske djece u Poljskoj.
Migueles i sur. (2022)	Ovo je istraživanje istraživalo presječne i prospektivne povezanosti sjedilačkog ponašanja (SB) i PA sa sastavom tijela i fizičkom spremom korištenjem analize podataka o sastavu.	Djeca u dobi od 4 godine (n=474)	Tjelesni sastav utvrđen je pletizmografijom istiskivanja zraka.	Više vremena u snažnoj PA može implicirati kratkoročne i dugoročne koristi za sastav tijela i fizičku kondiciju u predškolske djece.

Moore i sur. (2022)	Istražiti prozore osjetljivosti u skupini od 568 parova majke i djeteta.	Do 5 godina (n=1136)	Sastav tijela utvrđen je uz pomoć pletizmografije istiskivanja zraka cijelog tijela.	Prije začeca, kasna trudnoća i rano izlaganje duhanu u djetinjstvu mogu imati najveći utjecaj na dječju adipoznost.
Liao i sur. (2022)	Cilj ovog istraživanja bio je ispitati povezanost carskog reza s putanjama rasta i sastava tijela kod djece predškolske dobi.	Od rođenja do 3. godine (n=3570)	Tjelesna masa, masna masa, masa bez masti i postotak tjelesne masti (FM%) djece mjereni su analizom bioelektrične impedancije (BIA)	Carski rez je povećao stope rasta zBMI i povećao rizik od prekomjerne tjelesne mase i pretilosti u djece predškolske dobi, s povišenjem masne mase, ali ne i mase bez masti.
Plows i sur. (2022)	Razviti i potvrditi model predviđanja masne mase u dojenčadi $\leq 12$ kg pomoću lako dostupnih mjerenja kao što su težina i duljina.	1-24 mjeseci (n=359)	Kvantitativna magnetska rezonancija korištena je kao standardna mjera za masnu masu.	Model je točno predvidio masnu masu dojenčadi i mogao bi se koristiti za poboljšanje točnosti procjena sastava tijela dojenčadi za učinkovitu ranu identifikaciju, nadzor, prevenciju i upravljanje pretilošću i budućim rizikom od kroničnih bolesti.
Prioreschi i sur. (2022)	Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi povezanost između abdominalne pretilosti, veličine tijela i objektivno mjerene tjelesne aktivnosti u dojenačkoj dobi.	3-24 mjeseca (n=124)	Visceralno (VAT) i potkožno abdominalno masno tkivo (SAT) mjereno je ultrazvukom.	Ovi nalazi podupiru veću tjelesnu aktivnost kao pokazatelj zdravog rasta u prve dvije godine života.
Van Beijsterveldt i sur. (2022)	Primarni cilj ove studije bio je istražiti jesu li plazma metaboliti u dobi od 3 mjeseca povezani s masom masti, nemasnom masom, abdominalnom potkožnom masnoćom (ASF) i visceralnom masnoćom u dobi od 2 godine u kohorti zdravih dojenčadi.	3 mj-2 godine (n=318)	Sastav tijela utvrdio se dvoenergetskom rendgenskom apsorptiometrijom (DXA) i visceralnom masnoćom ultrazvukom abdomena u dobi od 2 godine.	Povezanost između razine metabolita plazme u dobi od 3 mjeseca i visoke tjelesne masne mase u 2 godine ovisi o vrsti hranjenja dojenčadi. Ovi nalazi doprinose našem uvidu u važnost hranjenja dojenčadi programiranjem adipoznosti u ranom životu.
Van Beijsterveldt i sur. (2022)	Cilj istraživanja bio je upotpuniti trenutnu prazninu u referentnim vrijednostima konstruiranjem referentnih vrijednosti i grafikona sastava tijela specifičnih za spol.	2-5 god (n=340)	Procjena sastava tijela utvrđena je pomoću DXA-e.	Ova longitudinalna referenca može koristiti u kliničke prakse i istraživačke svrhe za praćenje sastava tijela i razvoja mineralne gustoće kostiju i identifikaciju djece izložene riziku od prekomjerne adipoznosti.
Dorsey i sur. (2021)	Ova studija istražuje vezu između imunološke aktivacije i nedostatka odgovora na suplementaciju željezom nakon 1 mjeseca liječenja i istražuje varijacije u trgovinama tjelesnih masti kao potencijalni moderator između imunološke	2-5 godina (n=102)	Za utvrđivanje tjelesne masti korištene su mjere WHtR indeksa (omjer struka i visine), debljina kože tricepsa i indeks tjelesne mase.	Naše otkriće sugerira da adipoznost i CRP utječu na odgovor na suplementaciju željezom, unapređuje naše razumijevanje odnosa između upale i liječenja anemije kod djece i ima teorijske i javnozdravstvene implikacije.

	funkcije i odgovora na liječenje.			
Francis i sur. (2021)	Cilj istraživanja bio je utvrditi povezanost kvalitete majčine prehrane, kako pokazuje indeks zdrave prehrane-2010 (HEI), u trudnoći s metaboličkim biomarkerima potomstva i sastavom tijela u dobi od 4-7 godina.	4-7 godine (n=761)	Masna masa (FM) i masa bez masti (FFM) mjerene su pletizmografijom istiskivanja zraka.	Veća usklađenost sa smjernicama o prehrani SAD-a putem HEI-ja može poboljšati majčino-fetalni milje i smanjiti osjetljivost na loše metaboličko zdravlje među potomcima, posebno dječacima. Zajamčeno je da će buduće studije potvrditi te povezanosti i odrediti temeljne mehanizme.
Francis i sur. (2021)	Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj majčinog HbA1c na glukozu potomaka u dobi od 4 do 7 godina: uloga pretilosti u djetinjstvu i drugi potencijalnih problema.	4-7 god (n=690)	Tjelesni sastav novorođenčeta, uključujući masnu masu i masu bez masti (FFM) izmjeren je PEA POD-om koristeći denzitometrijske tehnike temeljene na ADP-u.	Potomci žena s višim HbA1c tijekom trudnoće imali su višu glukozu natašte i nižu osjetljivost na inzulin do ranog djetinjstva. Na ove odnose uglavnom nije utjecala djetetova vlastita pretilost.
Leskinen i sur. (2021)	Cilj je ispitati razlike u sastavu tijela prema spolu i statusu pretilosti u finske djece predškolske dobi i unutar pojedinačnih promjena u sastavu tijela kod normalne djece s prekomjernom težinom	3 do 5 godina (n=1257)	Istraživanje se provodilo višefrekventnom analizom bioimpedancije (BIA)	Sastav tijela procijenjen BIA-om razlikuje se po spolu i statusu pretilosti već u dobi od 3 godine. Za djecu koja imaju ili postaju prekomjerne težine u vrlo mladoj dobi, obrasci za promjene LM i FM prema dobi razlikuju se nego kod djece normalne težine.
Mahajan i sur. (2021)	Ciljevi istraživanja bili su ispitati unos ukupnog, slobodnog i dodanog šećera među djecom predškolske dobi i istražiti njihovu povezanost s tjelesnom težinom, Z-rezultatom indeksa tjelesne mase, postotkom masnog tkiva i opsegom struka.	1,5-5 godina (n=109)	Postotak masne mase procijenjen je analizom tetrapolarne bioelektrične impedancije (BIA) u ležećem položaju.	Većina djece predškolske dobi u ovoj studiji imala je unos slobodnih šećera veći od trenutnih preporuka; ukupni unos šećera, slobodnih i dodanih, nije bio povezan s antropometrijskim mjerama.
Mattsson i sur. (2021)	Ciljevi ove presječne studije bili su trostruki: (1) identificirati skupine djece na temelju ponašanja u ishrani, ponašanja povezanih s aktivnostima i spavanja u dobi od 5 godina pomoću LCA; (2) istražiti determinante pripadnosti razredu, naime sociodemografske i majčinske karakteristike i rane prakse hranjenja, i (3) utvrditi je li pripadnost razredu bila povezana s	5 godina (n=1229)	Sastav tijela je utvrđen pomoću DXA-e.	Nalazi sugeriraju da ponašanje u prehrani utječe na rizik od prekomjerne mase i pretilosti u većoj mjeri od razine aktivnosti u dobi od 5 godina. Daljnja istraživanja o tome kako potencijalno obesogena ponašanja u ranom životu prate tijekom vremena i utječu na adipoznost i druge kardio metaboličke ishode ključna su za informiranje o vremenu intervencija.

	rezultatima mjerenja tijela u dobi od 5 godina, uključujući prekomjernu težinu i pretilost, indeks masne mase (FMI), indeks nemasne mase (LMI) i omjer struka i visine (WHtR).			
Sauder i sur. (2021)	Cilj istraživanja jest ispitati povezanost masovnog prirasta masti i masti od rođenja do ranog djetinjstva s homeostazom glukoze i inzulina u ranom djetinjstvu u multietničkoj skupini.	4,8 godina (n=419)	Sastav tijela procijenjen je pomoću pletizmografije.	Veće povećanje masne mase, ali ne i povećanje mase bez masti, u prvih 5 godina života povezano s promjenama u homeostazi glukoze i inzulina, uključujući povišenje glukoze natašte koje se može otkriti već u dobi od 5 godina.
Tint i sur. (2021)	Cilj istraživanja bio je istražiti utjecaj smeđeg masnog tkiva (BAT) u termo-neutralnom stanju na adipoznost i metabolički profil u azijske predškolske djece.	4,5 godina (n=994)	Magnetska rezonancija	Viši % BAT povezan je s povoljnijim metaboličkim profilom. BAT stoga može igrati ulogu u patofiziologiji pretilosti i srodnih metaboličkih poremećaja. Uočene etničke i spolne razlike podrazumijevaju da zaštitni učinak BAT-a može varirati među različitim skupinama.
Van Beijsterveldt i sur. (2021)	Ova studija istraživala je da li se postotak masne mase (FM%), indeks masne mase (FMI), abdominalna masnoća i nemasna masa (FFM) u ranom životu zadržavaju do djetinjstva te postoje li spolne razlike i razlike između vrsta dojenačke prehrane.	Od rođenja do 4. godine (n=224)	Detaljan sastav tijela uzdužno je mjeren pletizmografijom pomaka zraka, dvoenergetskom rendgenskom apsorptiometrijom (DXA).	Dojenčad s visokim FM%, FMI, potkožnom trbušnom masnoćom i FFMI u ranom životu vjerojatno će ostati u najvišoj tertilnosti u dobi od 4 godine. Ekskluzivno dojenje tijekom 3 mjeseca potencijalno štiti od visokog FM% u dobi od 4 godine.
Yamada i sur. (2021)	Cilj istraživanja bio je ispitati povezanost WT-a (promet vode) i TEE-a (ukupna potrošnja energije) s tjelesnom aktivnošću i sastavom tijela kod predškolske djece iz Japana	3-6 godina (n=41)	Masna masa utvrđena je uz pomoć matematičke formule (masa bez masti i tjelesnu masu)	Ovo istraživanje pokazalo je da su tjelesna masa i trajanje vježbanja glavne odrednice WT-a i da su broj koraka i masa bez masti imali veliki utjecaj na ukupni utrošak energije mlađe predškolske djece u Japanu.
Woo i sur. (2021)	Cilj ovog istraživanja bio je identificirati i procijeniti putanje kvalitete prehrane kod male djece.	3-7 god (n=372)	Svakom je djetetu procijenjen sastav tjelesne masti korištenjem dvostruke energetske rendgenske apsorpcijometrije cijelog tijela (DXA).	Kvaliteta prehrane u mladom djetinjstvu bila je niska u dobi od 3 godine i ostala je stabilna do dobi od 7 godina. Poboljšanje unosa povrća i cjelovitih žitarica potrebno je za svu djecu.
Wyszyńska i sur. (2021)	Cilj ovog istraživanja bio utvrditi povezanost između parametara spavanja i umjerene do snažne	5-6 god (n=676)	Bioelektrična analiza impedancije korištena je za procjenu sastava tijela.	Periodična procjena parametara spavanja i MVPA u odnosu na sastav tijela u djece predškolske dobi može se uzeti u obzir,

	tjelesne aktivnosti (MVPA) s indeksima sastava tijela u predškolske djece primjenom objektivnih mjera.			posebno kod onih koji su izloženi riziku od pretilosti.
Coles i sur. (2020)	Ciljevi su bili: odrediti u male djece sposobnost omjera struka i visine, BMI z-score, tjelesne mase u odnosu na duljinu i zbroja debljine kožnog nabora za predviđanje kardiometaboličkog rizika i ispitati ovu povezanost na starosti 1, 3 i 5 godina.	1-5 godina (n=612)	Zbroj debljine kožnog nabora izračunat je kako bi se dobila ukupna mjera adipoznosti.	Omjer struka i visine nije bio bolji od postojećih mjera u predviđanju kardiometaboličkog rizika u male djece. BMI z-rezultat je poželjna mjera adipoznosti između rođenja i pete godine života.
Fluiter i sur. (2020)	Cilj istraživanja bio je Istražiti je li brzo povećanje FM% (masna masa) u prvim mjesecima života povezano s višim putanjama tjelesne masne mase tijekom prve dvije godine života.	0 do 2 godine (n=401)	Pletizmografija istiskivanja zraka.	Dojenčad s brzim porastom FM% (masne mase) imala je veće putanje FM% i FM indeksa tijekom prve dvije godine života.
Forsum i sur. (2020)	Prerano rođena djeca mogu imati visok postotak tjelesne masti u dobi koja je jednaka terminu, ali nije jasno zadržava li se ta karakteristika u djetinjstvu. Stoga se usporedila veličina i sastav tijela četverogodišnje prerano rođene djece s takvim vrijednostima kontrolne skupine u terminu.	4 godine (n=188)	Tjelesna masa, tjelesna visina, masnu masu i masu bez masti, procijenila se koristeći pletizmografiju istiskivanja zraka.	Nedonoščad nije bila povezana s povećanom tjelesnom masnoćom u naših četverogodišnjaka. Naša su otkrića relevantna u odnosu na prethodno objavljene rezultate koji pokazuju da je prerano rođenje povezano s kroničnom bolešću kasnije u životu.
Heard-Lipsmeyer i sur. (2020)	Cilj istraživanja bio je utvrditi koji antenatalni i postnatalni faktori određuju adipoznost potomstva tijekom prve dvije godine života.	0,5-24 mjeseca (n=224)	Postotak masne mase potomaka (%FM) dobiven je kvantitativnom nuklearnom magnetskom rezonancijom.	Antenatalni i postnatalni čimbenici različito utječu na adipoznost muškog i ženskog potomstva tijekom prve dvije godine života.
Heard-Lipsmeyer i sur. (2020)	Ova studija je procijenila razlike i preciznost triju metoda u usporedbi s modelom s četiri odjeljka (4C) za procjenu masne mase (FM).	14 dana do 6 god (n=346)	Sastav tijela procijenjen je uz pomoć tri metode: magnetska rezonancija, DXA i pletizmografija.	U dojenčadi, PeaPod (pletizmografija) je bio najbolja metoda za procjenu pojedinačnog FM-a, dok je DXA najbolje procijeniti skupinu FM. U djece je DXA najbolje procijeniti individualni i grupni FM. QMR je imao najveću preciznost instrumenta (magnetska rezonancija).

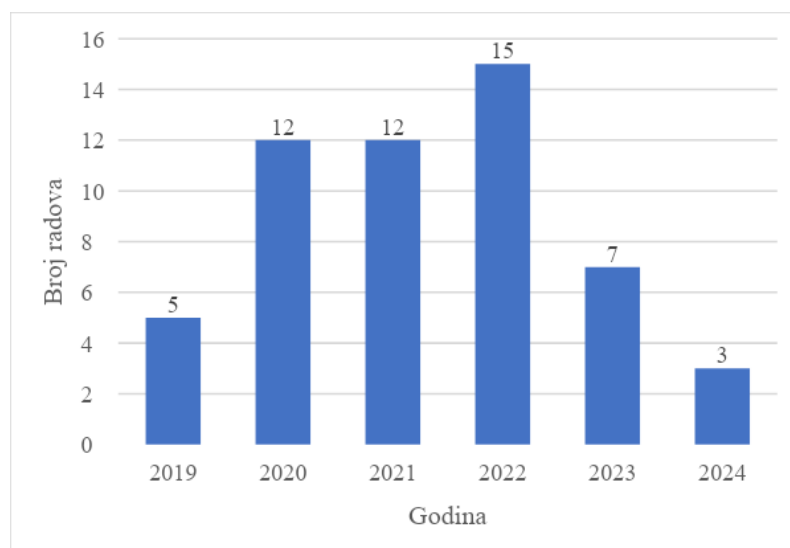
Kumordzie i sur. (2020)	Cilj istraživanja je bio identificirati čimbenike (prehrana djeteta, tjelesna aktivnost; BMI majke) povezane s tjelesnom kompozicijom ganske predškolske djece.	4-6 godina (n=889)	Tjelesna masnoća djeteta procijenjena je metodom 2H razrjeđenja za mjerenje ukupne tjelesne vode.	U ovoj populaciji prekomjerna tjelesna masa majke i tjelesna aktivnost djeteta, osobito među djevojčicama, mogu biti ključni čimbenici za rješavanje problema prekomjerne tjelesne mas4/pretilosti djeteta. Nismo dokazali odnos između prehrambenih obrazaca i tjelesne masnoće, što bi moglo biti povezano s ograničenjima dostupnih podataka o prehrani.
Litwin i sur. (2020)	Cilj je bio istražiti povezanost između pretilosti prije trudnoće, gestacijskog dijabetesa (GDM), sastava tijela potomaka i dijastoličke i sistoličke funkcije lijeve klijetke u ranom djetinjstvu.	Od trudnoće do 6 godina (n=201)	Postotak tjelesne masti izračunat je kao (težina – nemasna tjelesna masa)/težina. Nemaska tjelesna masa izmjerena uz pomoć bioelektrične impedancije.	U ranom djetinjstvu nisu primijećeni dokazi fetalnog srčanog programiranja povezanog s GDM-om ili pretilošću majke prije trudnoće. Pretilost majke prije trudnoće povezana je s ranim debljanjem.
McGee i sur. (2020)	Cilj ovog Cochrane sustavnog pregleda bio je utvrditi učinke mlijeka davatelja obogaćenih hranjivim tvarima u usporedbi s nedonoščadi na rast, sastav tijela i krvni tlak djece rođene prijevremeno i s vrlo niskom porođajnom masom (VLBW).	5,5 godina (n=158)	Ukupna tjelesna masnoća izračunata je pomoću Lohmanove jednadžbe.	Dopunsko donorsko mlijeko obogaćeno hranjivim tvarima i nedonoščad formula tijekom početne hospitalizacije rezultiraju usporedivim dugoročnim rastom i sastavom tijela u male djece rođene VLBW.
Moore i sur. (2020)	Cilj je istražiti uzdužnu povezanost neonatalne adipoznosti (postotak masne mase) s BMI putanjama i prekomjernom tjelesnom masom i pretilošću.	2-6 godina (n=979)	Pletizmografija za istiskivanje zraka korištena je za procjenu postotka masne mase.	Pružamo nove dokaze da je viša neonatalna adipoznost značajno povezana s višom ukupnom razinom BMI i povećanom vjerojatnošću prekomjerne težine ili pretilosti u dobi od 2 do 6 godina.
Roberts i sur. (2020)	Cilj istraživanja bio je procijeniti učinke dodatka prehrani na poboljšanje radnog pamćenja i dodatne mjere, uključujući protok krvi u mozgu u djece s rizikom od pothranjenosti.	15 mjeseci do 7 godina (n=1059)	Antropometrija je procijenjena multivarijabilnim linearnim mješovitim modelima	Pothranjenost u djetinjstvu povezana je s dugotrajnim oštećenjem kognicije. Dopunsko hranjenje tijekom 23 tjedna moglo bi poboljšati izvršnu funkciju, zdravlje mozga i prehrambeni status kod ranjive djece koja žive u zemljama s niskim prihodima.
Thompson i sur. (2020)	Opisati sastav tijela i utvrditi spolno-specifične povezanosti između unosa hrane, tjelesne aktivnosti i sastava tijela.	3-7 godina (n=83)	Tjelesni sastav (postotak tjelesne masti [%BF], nemaska masa i omjer trupa i periferne masnoće) procijenjen je pomoću dvoenergetske rendgenske apsorpciometrije (DXA).	Spolne razlike u povezanosti između unosa hrane, tjelesne aktivnosti i sastava tijela mogu biti važne za razmatranje dok se razvijaju intervencije za rješavanje prekomjerne mase/pretilosti među samoanskom djecom.



Yamada i sur. (2020)	Ciljevi ovog istraživanja bili su izmjeriti ukupan dnevni utrošak energija (TDEE) u japanske djece predškolske dobi i potvrditi može li se TDEE procijeniti FFM-om i brojem koraka u djece predškolske dobi.	4-6 godina (n=23)	Masna masa (FM) i postotak masti (%masti) izračunati su pomoću nemasne mase (FFM-a) i tjelesne mase.	Trenutna studija potvrdila je da su FFM i broj koraka glavne odrednice TDEE-a u japanske predškolske djece, kao i adolescenata, iako su potrebna daljnja istraživanja kako bi se dobile precizne jednadžbe.
Christensen i sur. (2019)	Cilj je ispitati povezanost između problema u ponašanju i naknadnih promjena indeksa tjelesne mase (BMI) i antropometrije tijekom razdoblja praćenja od 1,3 godine među djecom u dobi od 2 do 6 godina.	2-6 godina (n=345)	Masna masa izračunata je oduzimanjem mase bez masti od tjelesne mase. BF% je izračunat dijeljenjem masne mase s tjelesnom masom.	Među djecom u dobi od 2 do 6 godina s predispozicijom za prekomjernu tjelesnu masu, povezanost između SDQ rezultata (upitnik o snagama i poteškoćama) i povećanja tjelesne težine ili je odsutna ili je marginalna. SDQ-PSB rezultat (rezultat prosocijalnog ponašanja) može biti povezan s naknadnim povećanjem BMI z-rezultata, ali čini se da ta povezanost nije uzrokovana povećanim relativnim nakupljanjem masti.
Nascimento i sur. (2019)	Cilj istraživanja bio je provjeriti uporabu indeksa tri-ponderalmase (TMI) kao alata za provjeru rizika od nakupljanja središnje masti u djece predškolske dobi	2 do 5 godina (n=919)	WHTR indeks	Uzimajući u obzir WHtR kao pokazatelj mogućeg budućeg metaboličkog rizika među djecom predškolske dobi, TMI se pokazao korisnim alatom, superiornijim od BMI, u probiru rizika od nakupljanja centralnih masti u djece predškolske dobi.
Steenbock i sur. (2019)	Svrha ove studije bila je procijeniti višekomponentni program promicanja zdravlja, JolinchenKids – fit i zdravi u vrtiću, osmišljen za promicanje tjelesne aktivnosti (PA), zdrave prehrane i mentalnog blagostanja.	3-6 godina (n=1472)	Postotak tjelesne masti izveden je iz procjene bioelektrične impedancije (BIA).	Sudjelovanje u JolinchenKids – fit i zdravi u vrtiću dovelo je do poboljšanja nekih pokazatelja motoričkih sposobnosti. Međutim, na ostale zdravstvene ishode i ponašanja nije utjecalo sudjelovanje u programu tijekom 1 godine.
Tuan i sur. (2019)	Cilj istraživanja bio je procijeniti je li višak tjelesne masnoće negativno povezan s CRF-om (kardiorespiratorni fitness) u submaksimalnom i maksimalnom naporu djece predškolske dobi u testiranju vježbanja te ispitati postoji li razlika u postizanju maksimalnog napora tijekom testiranja vježbanja između	4-6 godina (n=106)	Antropometrija je mjerena vektorskom bioelektričnom impedancijskom analizom.	Predškolski s viškom masnog tijela značajno su imali niži CRF tijekom testiranja vježbanja na traci za trčanje. Kontrola težine i promicanje zdravlja trebali bi početi što je prije moguće.

	predškolaca s normalnim i viškom tjelesne masnoće.			
Wibaek i sur. (2019)	Cilj je bio proučiti kako su masna masa (FM) i nemasna masa (FFM) pri rođenju i njihov porast tijekom dojenačke dobi povezani s tjelesnim sastavom i kardiometaboličkim rizikom u dobi od 5 godina.	Od rođenja do 5. godine (n=340)	Tjelesna masa, FM i FFM od rođenja do 6 mjeseci procijenjeni su PEA POD—an pletizmograf za istiskivanje zraka za dojenčad (ADP) dizajniran za mjerenje dojenčadi između rođenja i 6 mjeseci starosti	Porast FM u ranom životu bio je pozitivno povezan s pokazateljima adipoznosti i metabolizma lipida, ali ne i s krvnim tlakom i kardiometaboličkim pokazateljima vezanim uz homeostazu glukoze. Porast FFM prvenstveno je bio povezan s linearnim rastom i FFM u dobi od 5 godina.

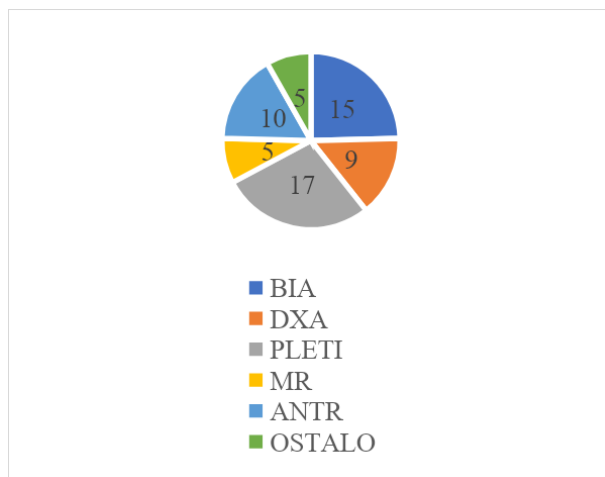
U daljnjem tekstu prikazana je suma rezultata u grafičkim prikazima. U grafičkom prikazu 1 može se vidjeti ukupan broj radova u razdoblju od 2019. do 2024. godine koji se bave istraživanjem dječje masne mase. Prema kriterijima za pretragu radova analizirano je ukupno 54 rada. Najmanji broj istraživačkih radova jest u 2024. godini, a najveći u 2022., njih čak petnaest. U razdoblju od 2020 do 2022. zamjetna je veća pojavnost radova u istraživanoj tematici.



Grafički prikaz 1. Broj radova u razdoblju od 2019 do 2024. koji se bave procjenom dječje masne mase

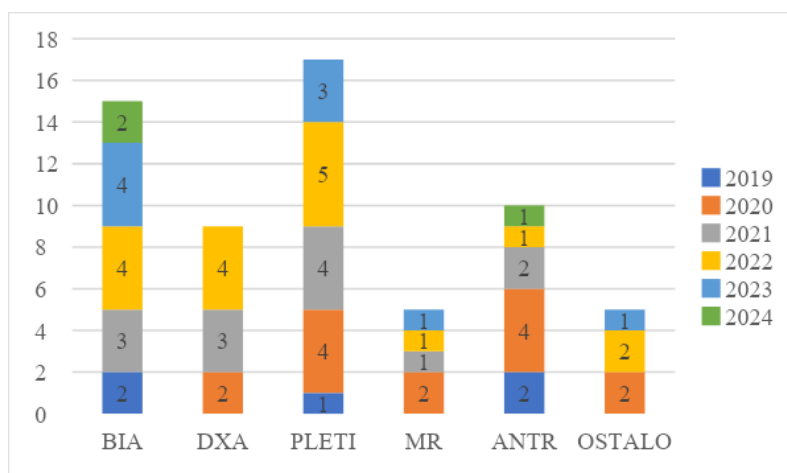
U grafičkim prikazima 2 i 3 mogu se vidjeti metode za procjenu masne mase u djece rane i predškolske dobi. Posljednjih pet godina najčešće se primjenjivala metoda pletizmografije pomaka zraka (f=17), zatim metoda bioelektrične impedancije (f=15) i antropometrijske mjere (f=10). Ukupno je primijenjeno osam metoda za procjenu dječje

masne mase od kojih se ističu one prikazane u grafičkom prikazu 2. Najrecentnije, u posljednjih godinu dana, najčešće se primjenjivala metoda bioelektrične impedancije i pletizmografija pomaka zraka (grafički prikaz 3).



**Legenda:** BIA – bioelektrična impedancija; MR – magnetna rezonancija; DXA – dvoenergetske rendgenske apsorpiometrija; ANTR – antropometrijske mjere; PLETI – pletizmografija pomaka zraka; OSTALO – ultrazvuk, voda, multivarijabilni linearni mješoviti modeli.

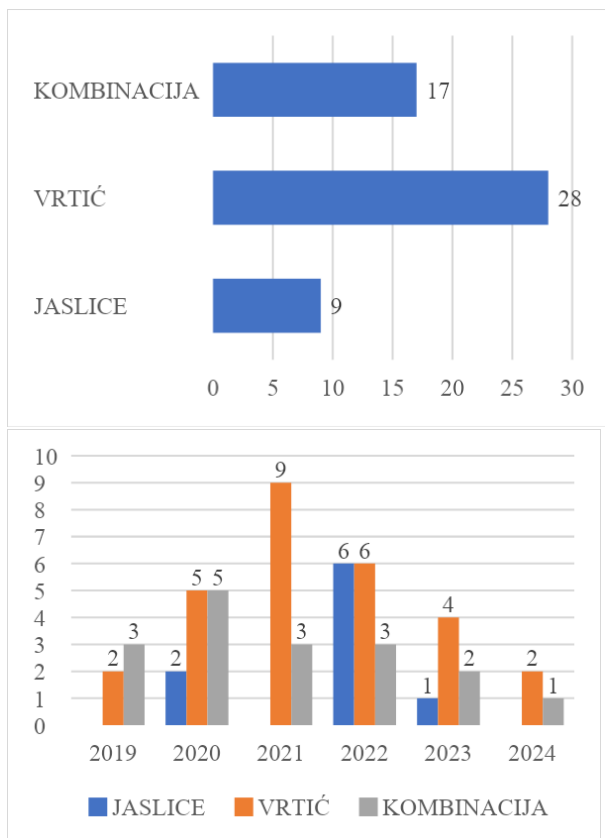
Grafički prikaz 2. Ukupna frekvencija primjenjivih metoda za procjenu dječje masne mase



**Legenda:** BIA – bioelektrična impedancija; MR – magnetna rezonancija; DXA – dvoenergetske rendgenske apsorpiometrija; ANTR – antropometrijske mjere; PLETI – pletizmografija pomaka zraka; OSTALO – ultrazvuk, voda, multivarijabilni linearni mješoviti modeli.

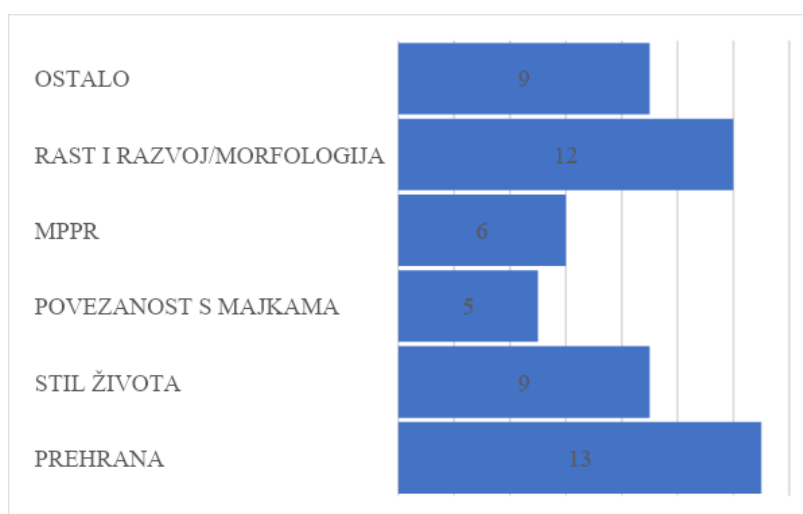
Grafički prikaz 3. Ukupna frekvencija primjenjivih metoda za procjenu dječje masne mase po godinama

U grafičkim prikazima 4 i 5 može se vidjeti frekvencija promatranog uzorka ispitanika. Najčešće su istraživana djeca vrtićke dobi u zadanoj tematici (f=28), gdje se ističe 2021. godina.



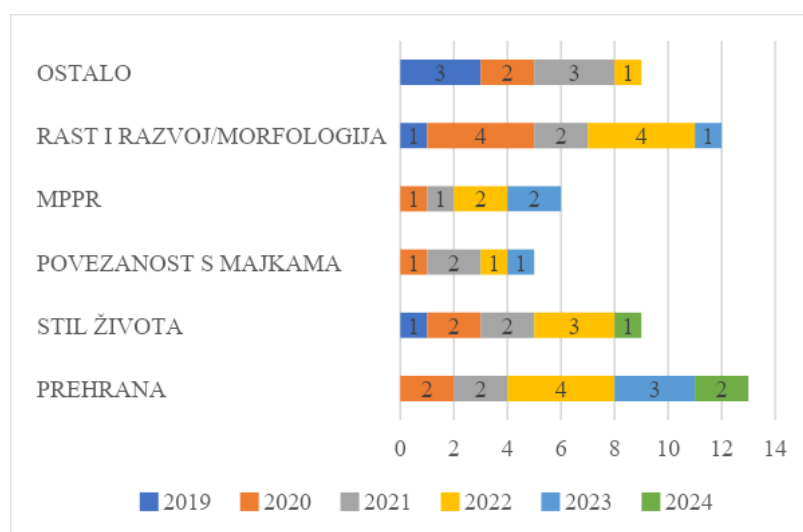
Grafički prikaz 4 i 5. Ukupna frekvencija uzorka ispitanika

Tijekom istraživanja literature istaknulo se pet kategorija kojima su se istraživački radovi za procjenu dječje masne mase bavili, a oni su: prehrana, stil života, rast i razvoj/morfologija, povezanost s majkama, te utvrđivanje metoda za procjenu i predviđanje masne mase i utvrđivanja referentnih vrijednosti. Kategorije koje su se istaknule svojim značajem jesu prehrana (f=13), rast i razvoj/morfologija (f=12) i stil života (f=9) (grafički prikazi 6 i 7)



**Legenda:** MPPR – utvrđivanje metoda za procjenu i predviđanje masne mase i utvrđivanja referentnih vrijednosti; OSTALO – čimbenici adipoznosti, tjelesno vježbanje, fiziologija, poteškoće u ponašanju

Grafički prikaz 6. Ukupna frekvencija istraživanih kategorija u području dječje masne mase



Grafički prikaz 7. Ukupna frekvencija istraživanih kategorija u području dječje masne mase po godinama

## 7. RASPRAVA

Analizom dosadašnjih istraživanja vidljivo je da se značajan broj studija fokusira na problematiku masnog tkiva kod djece rane i predškolske dobi. Radovi istražuju različite aspekte masnog tkiva, od uzroka nakupljanja, prevencije pa sve do dugoročnih zdravstvenih posljedica i slično. Raznolikost pristupa i rezultati istraživanja ukazuju na složenost problema naglašavajući potrebu za daljnjim istraživanjima i sveobuhvatnim pristupom u rješavanju ovog zdravstvenog izazova.

Uvidom u analizu sadržaja utvrdilo se pet najčešće primjenjivih metoda za procjenu dječje masne mase: PLETI, BIA, ANTR, DXA i MR. Uz navedene metode u manjoj mjeri spominje se još nekoliko metoda što je vidljivo u rezultatima istraživanja. Prema tome, potvrđuje se prva postavljena hipoteza da se prilikom procjene dječje masne mase primjenjuju raznolike metode. Od navedenih, prema svojoj pojavnosti ističu se PLETI, BIA i ANTR.

PLETI i DXA, zbog svoje visoke preciznosti, ostale su vodeće metode u istraživačkom kontekstu, posebno u studijama koje zahtijevaju detaljnu analizu tjelesne kompozicije (Sinning i sur., 1985; Van Der Ploeg i sur., 2003). U proteklih pet godina, njihova primjena bila je češća u kliničkim studijama usmjerenim na točnu procjenu rizika od pretilosti i povezanih bolesti. Međutim, kako objašnjavaju Heymsfield i sur. (2005) njihova visoka cijena i potreba za specijaliziranom opremom značajno su ograničili njihovu dostupnost u svakodnevnoj praksi, što je potaknulo istraživače na korištenje alternativnih metoda.

BIA se, s druge strane, istaknula kao vrlo popularna metoda u istraživanjima posljednjih godina zbog svoje jednostavnosti, niskih troškova i mogućnosti korištenja u različitim okruženjima (Lukaski i sur., 1985). Unatoč nižoj preciznosti Kyle i sur. (2004) objašnjavaju kako je u odnosu na PLETI i DXA, BIA često korištena u terenskim studijama i u svakodnevnoj kliničkoj praksi zbog svoje pristupačnosti, što ju je učinilo jednom od najčešće primjenjivanih metoda za procjenu masne mase kod djece u proteklih pet godina.

Antropometrijske metode (ANTR), iako najjednostavnije i najbrže za primjenu, također su bile široko korištene u brojnim studijama zbog svoje praktičnosti i neinvazivnosti (Lee i Nieman, 2012). Njihova popularnost ostaje visoka, posebno u epidemiološkim istraživanjima.

Sve većim interesom istraživača i razvojem znanosti očekivano je da postoje raznolike metode za procjenu dječje masne mase. Metode su razvijane s ciljem postizanja veće preciznosti i pouzdanosti u mjerenju, dostupnosti, te su prilagođene različitim uzrastima djece. Svaka od njih ima svoje specifičnosti što omogućava istraživačima i zdravstvenim djelatnicima da izaberu najprikladniju metodu u skladu s potrebama. Na taj način, moguće je bolje razumjeti, analizirati i pratiti tjelesni sastav djece, što je ključno za rano otkrivanje potencijalnih zdravstvenih problema i provođenje odgovarajućih preventivnih mjera.

Uvidom u istraživani uzorak utvrđuje se da su u većoj mjeri istraživana djeca vrtićke dobi ( $f=27$ ) u odnosu na djecu rane dobi ( $f=9$ ). Prema tome, potvrđuje se druga postavljena hipoteza: istraživanja dječje masne mase bit će više zastupljena u djece vrtićke dobi u odnosu na djecu rane dobi. Vrtićka dob podrazumijeva djecu od 3 do 6 godina, rana dob djecu od rođenja do treće godine života. DXA se široko koristi za procjenu tjelesne kompozicije kod djece, ali točnost metoda za mlađu djecu (do 6 godina) može biti ograničena zbog poteškoća u držanju i suradnji djece. Preporučuje se za stariju djecu i adolescente, obično od 8 do 10 godina pa naviše, zbog veće stabilnosti u izvođenju mjerenja (Gilsanz i sur., 2006). U novijim istraživanjima, DXA je pokazao korisnost i za mlađu djecu, ali uz određene prilagodbe i dodatne provjere (Hesham i sur., 2020). BIA metoda je široko korištena u različitim dobnim skupinama zbog svoje jednostavnosti i neinvazivnosti. Međutim, primjena BIA-e u djece rane dobi može biti ograničena zbog varijacija u tjelesnoj vodi i količini masti u tijelu, kao i zbog poteškoća u standardiziranju uvjeta mjerenja (De Lorenzo i sur., 2000).

Područja interesa istraživača bila su raznolika, te su se prema pojavnosti i predmetu istraživanja podijelila u osnovnih pet kategorija: prehrana, stil života, rast i razvoj/morfologija, povezanost djece i majki te metode za procjenu i predviđanje masne mase. Najčešće istraživano područje jest u kategoriji prehrane čime se potvrđuje treća postavljena hipoteza. Ova analiza obuhvaća nalaze iz recentnih istraživanja i uspoređuje

ih s osnovnim zaključcima o utjecaju prehrane na masno tkivo djece. Prehrambeni čimbenici imaju ključnu ulogu u regulaciji masne mase kod djece. Prema podacima iz grafičkog prikaza 6, značajan broj radova ( $n=13$ ) fokusira se na utjecaj prehrambenih obrazaca na dječju tjelesnu kompoziciju. Na primjer, visoki unos prerađene hrane i zaslađenih napitaka doprinosi povećanju masnog tkiva kod djece (Smith i sur., 2022). Tim saznanjem naglašava se važnost praćenja prehrambenih navika kao ključne komponente u upravljanju tjelesnom masom. Nadalje, prehrambeni obrasci s visokim udjelom šećera i zasićenih masti mogu značajno povećati rizik od pretilosti kod djece (Garcia i sur., 2023). Ovi rezultati potvrđuju da prehrana predstavlja jedan od najvažnijih čimbenika u prevenciji i kontroli prekomjerne tjelesne mase. Prehrana bogata vlaknima i niskim udjelom zasićenih masti može imati zaštitni učinak protiv nakupljanja masnog tkiva (Brown i sur., 2021) čime se naglašava važnost uravnotežene prehrane koja može pomoći u održavanju zdrave tjelesne mase i smanjenju rizika od pretilosti. Analiza recentnih istraživanja potvrđuje da je prehrana najzastupljenije područje u proučavanju dječje masne mase. S obzirom na velik broj radova koji se bave utjecajem prehrambenih čimbenika na tjelesnu kompoziciju djece, može se zaključiti da prehrana ima ključnu ulogu u regulaciji masnog tkiva kod djece.



## 8. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih istraživanja i analiziranih podataka, može se zaključiti da je procjena masne mase kod djece rane i predškolske dobi od ključne važnosti za razumijevanje i upravljanje njihovim kardiometaboličkim zdravljem. Ovim istraživanjem utvrđena je primjena različitih metoda za procjenu dječje mišićne mase, a posljednjih pet godina prema svojoj pojavnosti ističu se: pletizmografija pomaka zraka, metoda bioelektrične impedancije i antropometrija. Najviše se radova bavilo istraživanjem masne mase kod djece vrtićke dobi, dok su se u manjoj mjeri istraživala djeca rane dobi zbog mogućih ograničenja poput validacije uređaja, varijacija u tjelesnoj vodi i količini masti u tijelu, kao i zbog mogućih poteškoća u standardizaciji. Nadalje, područja interesa recentnih istraživanja dječje masne mase bila su raznolika, te se prema pojavnosti ističe područje prehrane čime se indirektno ističe njezina važna uloga u regulaciji masne mase kod djece.

Rezultati ovog istraživanja naglašavaju važnost multidisciplinarnog pristupa u promicanju zdravlja djece. Suradnja između vrtića, škola, obitelji i medija ključna je za postizanje optimalnog razvoja dječje masne mase i cjelokupnog zdravlja. Kontinuirano praćenje tjelesne kompozicije djece te rano uvođenje preventivnih mjera i intervencija od izuzetne su važnosti za osiguranje zdravog razvoja djece. Ova istraživanja pružaju čvrstu osnovu za daljnje unapređenje strategija usmjerenih na poboljšanje prehrambenih i životnih navika djece, s ciljem smanjenja rizika od pretilosti i povezanih zdravstvenih problema. Kroz holistički pristup koji uključuje sve relevantne dionike, moguće je postići značajan napredak u promicanju zdravlja i dobrobiti djece od najranije dobi.

## 9. LITERATURA

1. Aarsland, A., Chinkes, D., & Wolfe, R. R. (1997). Hepatic and whole-body fat synthesis in humans during carbohydrate overfeeding. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 65(6), 1774-1778. doi: 10.1093/ajcn/65.6.1774.
2. Abbeddou, S., Jimenez, E. Y., Hess, S. Y., Somé, J. W., Ouédraogo, J. B., & Brown, K. H. (2022). Small-quantity lipid-based nutrient supplements, with or without added zinc, do not cause excessive fat deposition in Burkinabe children: results from a cluster-randomized community trial. *European Journal of Nutrition*, 61(8), 4107–4120. doi: 10.1007/s00394-022-02936-6.
3. Abrahamse-Berkeveld, M., Jaspers, S. N., Khoo, P. C., Rigo, V., Peeters, S. M., van Beek, R. H., Norbruis, O. F., Schoen, S., Marintcheva-Petrova, M., van der Beek, E. M., Stoelhorst, G. M., Vandenplas, Y., Hokken-Koelega, A. C., & Mercurius Study Group (2024). Infant milk formula with large, milk phospholipid-coated lipid droplets enriched in dairy lipids affects body mass index trajectories and blood pressure at school age: follow-up of a randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 119(1), 87–99. doi: 10.1016/j.ajcnut.2023.10.017.
4. Batra, A., & Siegmund, B. (2012). The role of visceral fat. *Digestive Diseases*, 30(1), 70–74. doi: 10.1159/000335722.
5. Benković, A., Blažević, M., & Goršeta, K. (2024). Utjecaj bisfenola A na razvoj molarno-incizivne hipomineralizacije. *Sonda*, 46(1), 67-73.
6. Berglund, N. R., Lewis, J. I., Michaelsen, K. F., Mølgaard, C., Renault, K. M., & Carlsen, E. M. (2022). Birthweight z-score and fat-free mass at birth predict body composition at 3 years in Danish children born from obese mothers. *Acta Paediatrica*, 111(7), 1427–1434. doi: 10.1111/apa.16346.
7. Birch, L. L., & Ventura, A. K. (2009). Preventing childhood obesity: what works? *International Journal of Obesity*, 33(5), 1197-1208. doi: 10.1038/ijo.2009.22.
8. Bloemsma, L. D., Dabelea, D., Thomas, D. S. K., Peel, J. L., Adgate, J. L., Allshouse, W. B., Martenies, S. E., Magzamen, S., & Starling, A. P. (2022). Prenatal exposure to ambient air pollution and traffic and indicators of adiposity in early childhood: the Healthy Start study. *International Journal of Obesity*, 46(3), 494–501. doi:10.1038/s41366-021-01003-0.

9. Bloor, I., & Symonds, E. (2014). Sexual dimorphism in white and brown adipose tissue with obesity and inflammation. *Hormones and Behavior*, 66(1), 95-103. doi: 10.1016/j.yhbeh.2014.02.007.
10. Blumberg, B., Iguchi, T., & Odermatt, A. (2011). Endocrine disrupting chemicals. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 355(2), 110-115. doi:10.1016/j.mce.2011.05.049.
11. Borer, K. T. (2008). Koliko je tjeleovježba učinkovita u poticanju gubitka masnog tkiva? *Kinesiology*, 40(2), 127-138.
12. Breslauer, N., Hublin, T., & Koretić, M. Z. (2014). *Osnove kineziologije*. Međimursko Veleučilište u Čakovcu.
13. Britt, E. E. (2008). Bisphenol A under scrutiny. *Chemical and Engineering News (American Chemical Society)*, 86(22), 36–39.
14. Brown, A. C., Green, S. J., & White, H. R. (2021). The role of dietary fiber in preventing childhood obesity: Evidence from recent studies. *Pediatric Obesity*, 16(6), 689-698.
15. Buchard, C., Perusse, L., & Tremblay, A. (1990). The response to long-term overfeeding in identical twins. *International Journal of Obesity*, 14(3), 293-301. doi:10.1038/ijo.1990.48.
16. Buretić-Tomljanović, A. (2014). Zašto je važno zdravlje bioloških membrana. *Medicina Fluminensis*, 50(4), 391-413.
17. Cannon, B., & Nedergaard, J. (2004). Brown adipose tissue: function and physiological significance. *Physiological Reviews*, 84(1), 277-359. doi:10.1152/physrev.00015.2003.
18. Casadei, K., & Kiel, J. (2019). *Anthropometric Measurement*. Treasure Island.
19. Čavlek, T., Režek, S., Bartolić, A., Došen, D., & Jakšić, A. (2006). Timski pristup u zbrinjavanju djece oboljele od kroničnih nezaraznih bolesti - model i učinkovitost (Team Approach to The Treatment of School Children with Chronic Noncommunicable Diseases: A Model and Efficiency). *Hrvatski Časopis za javno zdravstvo*, 2(8), 0-0.
20. Čeović, R. (2014). Bolesti potkožnoga masnog tkiva. U A. Basta-Juzbašić (ur.), *Dermatovenerologija* (str. 370-374). Zagreb: Medicinska naklada.
21. Chen, F., Wang, J., Liu, J., Huang, G., Hou, D., Liao, Z., Zhang, T., Liu, G., Xie, X., & Tai, J. (2022). Characteristics of body composition estimated by air-displacement

- plethysmography in Chinese preschool children. *Frontiers in Public Health*. doi: 10.3389/fpubh.2022.926819.
22. Chen, F., Wu, L., Chen, Y., Wang, J., Liu, J., Huang, G., Hou, D., Liao, Z., Zhang, T., Xie, X., & Liu, G. (2023). A comparison of bioelectrical impedance analysis and air displacement plethysmography to assess body composition in children. *Frontiers in Public Health*. doi: 10.3389/fpubh.2023.1164556.
23. Christensen, K. G., Nielsen, S. G., Olsen, N. J., Dalgård, C., Heitmann, B. L., & Larsen, S. C. (2019). Child behaviour and subsequent changes in body weight, composition and shape. *PLoS One*, 14(12). doi: 10.1371/journal.pone.0226003.
24. Cohen, C. C., Harrall, K. K., Gilley, S. P., Perng, W., Sauder, K. A., Scherzinger, A., Shankar, K., Sundaram, S. S., Glueck, D. H., & Dabelea, D. (2022). Body composition trajectories from birth to 5 years and hepatic fat in early childhood. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 116(4), 1010–1018. doi: 10.1093/ajcn/nqac168.
25. Coles, N., Retnakaran, R., Hanley, A., Birken, C., & Hamilton, J. (2020). Evaluation of anthropometric measures for assessment of cardiometabolic risk in early childhood. *Public Health Nutrition*, 23(12), 2100–2108. doi: 10.1017/S1368980019004749.
26. De Fluiter, K., van Beijsterveldt, I., Breijl, L. M., Acton, D., & Hokken-Koelega, A. C. S. (2020). Association between fat mass in early life and later fat mass trajectories. *JAMA Pediatrics*, 174(12). doi: 10.1001/jamapediatrics.2020.2798.
27. De Lorenzo, A., Candeloro, N., & Gambi, M. (2000). Bioelectrical impedance analysis in children: A review. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 31(1), 14-20.
28. DeFronzo, R. A., Ferrannini, E., & Simonson, D. C. (2015). Insulin resistance: A multifaceted syndrome. *Diabetes Care*, 38(1), 113-117. doi:10.2337/dc14-2074.
29. Després, J. P. (2006). Is visceral obesity the cause of the metabolic syndrome? *Annals of Medicine*, 38(1), 52-63. doi: 10.1080/07853890500383895.
30. Dietz, W. H. (1998). Health consequences of obesity in youth: childhood predictors of adult disease. *Pediatrics*, 101(3), 518-525. doi:10.1542/peds.101.3.518.
31. Doležal, K., & Hrženjak, R. (2019). Antropometrijske izmjere u procjeni zdravlja. *Sigurnost*, 61(4), 357-364. doi: 10.31306/s.61.4.4.

32. Dorsey, A. F., Penny, M. E., & Thompson, A. L. (2021). Adiposity and pathogen exposure: An investigation of response to iron supplementation and hypothesized predictors in anemic pre-school-aged children living in a dual burden environment. *American Journal of Physical Anthropology*, 176(1), 54–65. doi: 10.1002/ajpa.24287.
33. Drewnowski, A., & Specter, S. E. (2004). Poverty and obesity: The role of energy density and energy costs. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(1), 6-16.
34. Ekelund, U., Luan, J., Sherar, L. B., Esliger, D. W., Griew, P., & Cooper, A. (2012). Moderate to vigorous physical activity and sedentary time and cardiometabolic risk factors in children and adolescents. *JAMA*, 307(7), 704-712.
35. Epel, E. S., McEwen, B. S., & Seeman, T. (2000). Stress and body shape: stress-induced obesity and the biological mechanisms of stress. *Psychosomatic Medicine*, 62(5), 607-616. doi:10.1097/00006842-200009000-000.
36. Erdec, V., Fabekovec, P., & Goršeta, K. (2016). Bisfenol A. *Sonda*, 31(1), 52-54.
37. Erdeljac, M., Rakovac, M., & Petrić, V. (2018). Trend kretanja indexa tjelesne mase kod učenika osnovne škole tijekom 15-godišnjeg razdoblja. *Odgojno-Obrazovne Teme*, 1(1-2), 9–22.
38. Falkner, B., Neuhauser, C., & Preedy, V. (2001). Weight status, eating patterns, and emotional eating in children. *American Journal of Clinical Nutrition*, 74(4), 674-679. doi:10.1093/ajcn/74.4.67.
39. Findak, V. (1995). *Metodika tjelesne i zdravstvene kulture u predškolskom odgoju*. Zagreb: Školska knjiga.
40. Forsum, E. K., Flincke, E., Olhager, E., & body composition study group (2020). Premature birth was not associated with increased body fatness in four-year-old boys and girls. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, 109(2), 327–331. doi: 10.1111/apa.14990.
41. Francis, E. C., Dabelea, D., Ringham, B. M., Sauder, K. A., & Perng, W. (2021). Maternal blood glucose level and offspring glucose-insulin homeostasis: what is the role of offspring adiposity?. *Diabetologia*, 64(1), 83–94. doi: 10.1007/s00125-020-05294-2.
42. Francis, E. C., Dabelea, D., Shankar, K., & Perng, W. (2021). Maternal diet quality during pregnancy is associated with biomarkers of metabolic risk among male offspring. *Diabetologia*, 64(11), 2478–2490. doi: 10.1007/s00125-021-05533-0.
43. Fried, S. K., Bunkin, D. A., & Greenberg, A. S. (1998). Omental and subcutaneous adipose tissues of obese subjects release interleukin-6: depot difference and

regulation by glucocorticoid. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 83(3), 847-850. doi: 10.1210/jcem.

44. Friedman, J. M. (2009). Leptin and the regulation of body weight. *Harvard Review of Psychiatry*, 17(6), 235-245. doi:10.3109/10673220903365810.

45. Fritch, H., & Kühnel, W. (2006). *Unutarjni organi*. Zagreb: Medicinska naklada.

46. Garcia, M. D., Turner, E. L., & Thompson, R. J. (2023). Impact of sugar-sweetened beverages on childhood fat mass: A meta-analysis. *Nutrients*, 15(4), 702.

47. Garcidueñas-Fimbres, T. E., Gómez-Martínez, C., Pascual-Compte, M., Jurado-Castro, J. M., Leis, R., Moreno, L. A., Navas-Carretero, S., Codoñer-Franch, P., Echeverría, A. M., Pastor-Villaescusa, B., López-Rubio, A., García, S. M., De Miguel-Etayo, P., Martínez, J. A., Aguayo, I. V., Vázquez-Cobela, R., Escribano, J., & Miguel-Berges, M. L. (2024). Adherence to a healthy lifestyle behavior composite score and cardiometabolic risk factors in Spanish children from the CORALS cohort. *European Journal of Pediatrics*, 183(4), 1819–1830. doi: 10.1007/s00431-023-05389-z.

48. Garcidueñas-Fimbres, T. E., Paz-Graniel, I., Gómez-Martínez, C., Jurado-Castro, J. M., Leis, R., Escribano, J., Moreno, L. A., Navas-Carretero, S., Portoles, O., Pérez-Vega, K. A., Gil-Campos, M., López-Rubio, A., Rey-Reñones, C., De Miguel-Etayo, P., Martínez, J. A., Flores-Rojas, K., Vázquez-Cobela, R., Luque, V., Miguel-Berges, M. L., Pastor-Villaescusa, B., & Childhood Obesity Risk Assessment Longitudinal Study (CORALS) study investigators. (2023). Associations Between Eating Speed, Diet Quality, Adiposity, and Cardiometabolic Risk Factors. *The Journal of Pediatrics*, 252, 31–39.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2022.08.024.

49. Gavin, M. L. (2007). *Dijete u formi: praktični vodič za odgoj zdrave i aktivne djece - od novorođenčeta do tinejdžera*. Zagreb: Mozaik knjiga.

50. Gibson, E. L. (2006). Emotional influences on food choice: Sensory, physiological and psychological pathways. *Physiology & Behavior*, 89(1), 53-61. doi:10.1016/j.physbeh.2006.01.024.

51. Gilley, S. P., Harrall, K. K., Friedman, C., Glueck, D. H., Cohen, C. C., Perng, W., Sauder, K. A., Krebs, N. F., Shankar, K., & Dabelea, D. (2023). Association of Maternal BMI and Rapid Infant Weight Gain With Childhood Body Size and Composition. *Pediatrics*, 151(5). doi:10.1542/peds.2022-059244.

52. Gilsanz, V., Wren, T. A. L., & Jernigan, A. (2006). Dual-energy X-ray absorptiometry: Pediatric applications. *Journal of Clinical Densitometry*, 9(3), 314-324.
53. Giralt, M., & Villarroya, F. (2013). White, brown, beige/brite: Different adipose cells for different functions? *Endocrinology*, 154(9), 2992-3000. doi: 10.1210/en.2013-1403.
54. Goetz, A. R., Jindal, I., Moreno, J. P., Puyau, M. R., Adolph, A. L., Musaad, S., Butte, N. F., & Bacha, F. (2022). The roles of sleep and eating patterns in adiposity gain among preschool-aged children. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 116(5), 1334–1342. doi:10.1093/ajcn/nqac197.
55. Goodman, E., Lamas, D. J., & Slap, G. B. (2000). Pubertal development and its relation to body mass index in a sample of adolescents. *International Journal of Obesity*, 24(6), 635-642. doi:10.1038/sj.ijo.0801186.
56. Goodpaster B.H., Park S.W., Harris T.B. i sur. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 61: 1059–1064.
57. Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2012). Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *The Lancet Neurology*, 13(3), 330-338. doi:10.1016/S1474-4422(13)70278-3.
58. Grgurić, J. (2004). Prevencija debljine počínje u djetinjstvu. *Paediatrica Croatica*, 48(1), 35-39.
59. Guo, Y., Liu, C., Deng, Y. H., Ning, J., Yu, L., & Wu, J. L. (2023). Association between Bisphenol A exposure and body composition parameters in children. *Frontiers in endocrinology*, 14, 1180505. doi:10.3389/fendo.2023.1180505.
60. Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2011). *Textbook of Medical Physiology*. Saunders. PA, USA.
61. Halasi, S., Lepeš, J., Stajer, A., i Cvetković, M. (2017). Relation Between Body Composition and HRQOL in Primary School Children. *Croatian Journal of Education - Hrvatski Časopis Za Odgoj i Obrazovanje*, 19(2), 125-133. Doi: 10.15516/cje.v19i0.2699.

62. Harris, J. L., Schwartz, M. B., & Brownell, K. D. (2009). Exposure to food advertising on television and its influence on children's eating behavior: A review of the literature. *Health Education Research*, 24(3), 191-199. doi:10.1093/her/cyp010.
63. Heard-Lipsmeyer, M. E., Diaz, E. C., Sims, C. R., Sobik, S. R., Ruebel, M. L., Thakali, K. M., Krukowski, R. A., Cleves, M., Børsheim, E., Shankar, K., & Andres, A. (2020). Maternal Adiposity is Associated with Fat Mass Accretion in Female but not Male Offspring During the First 2 Years of Life. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 28(3), 624–630. doi:10.1002/oby.22735.
64. Heimer, S. (2018) Zdravstvena kineziologija. *Zagreb: Medicinska naklada*, 289 str.
65. Herman, J. P., & Cullinan, W. E. (1997). Neurocircuitry of stress: central control of the hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis. *Trends in Neurosciences*, 20(2), 78-84. doi:10.1016/S0166-2236(96)10069-2.
66. Hesham, A., Gilsanz, V., & Saini, S. (2020). Pediatric DXA scans: Challenges and considerations. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 105(8), 2590-2.
67. Heymsfield, S. B., Lohman, T. G., Wang, Z., & Going, S. B. (2005). Human Body Composition: advances in models and methods. *Annu Rev Nutr.* 1997(17), 527-58. doi:10.1093/ajcn/82.6.1361.
68. Hrvatski liječnički zbor (2016). Koji je preporučeni udio masnog tkiva u djece školske dobi? Pribavljeno 28.05.2024., sa <https://petica.hr/cesta-pitanja/koji-je-preporuceni-udio-masnog-tkiva-u-djece-skolske-dobi-2/>.
69. Inoue, H., Nakayama, T., & Komatsu, Y. (2018). The role of genetics in obesity: insights from genetic studies and the implications for prevention and treatment. *Current Diabetes Reports*, 18(10), 76. doi:10.1007/s11892-018-1068-7
70. Ji, Y. T., Li, L. L., Cai, S. Z., & Shi, X. Y. (2022). Body composition in preschool children with short stature: a case-control study. *BMC Pediatrics*, 22(1), 98. doi:10.1186/s12887-022-03159-8.
71. Jovančević, M., Jovančević, S., & Školnik-Popović, V. (2015). Pretilost djece: nove spoznaje i zadaće. *Medicinski vjesnik*.
72. Jurin, I. Povezanost izraženosti rezistina s histološkom slikom aterosklerotskoga plaka (diplomski rad). Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet.



73. Khoury, N., Martínez, M. Á., Garcidueñas-Fimbres, T. E., Pastor-Villaescusa, B., Leis, R., de Las Heras-Delgado, S., ... & Babio, N. (2024). Ultraprocessed food consumption and cardiometabolic risk factors in children. *JAMA Network Open*, 7(5), e2411852. doi:10.1001/jamanetworkopen.2024.11852.
74. Knutson, K. L., Spiegel, K., Penev, P., & Van Cauter, E. (2007). The metabolic consequences of sleep deprivation. *Sleep Medicine Reviews*, 11(3), 163-178. doi:10.1016/j.smrv.2007.01.002.
75. Kosinac, Z. (2011). Morfološko-motorički i funkcionalni razvoj djece uzrasne dobi od 5. do 11. godine. Split: Savez školskih športskih društava grada Splita.
76. Kumordzie, S. M., Okronipa, H., Arimond, M., Adu-Afarwuah, S., Ocansey, M. E., Young, R. R., ... & Dewey, K. G. (2020). Maternal and child factors associated with child body fatness in a Ghanaian cohort. *Public Health Nutrition*, 23(2), 309–318. doi:10.1017/S1368980019001745.
77. Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., ... & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226-1243.
78. Lang, I. A., Galloway, T. S., Scarlett, A., Henley, W. E., Depledge, M., Wallace, R. B., & Melzer, D. (2008). Association of urinary bisphenol A concentration with medical disorders and laboratory abnormalities in adults. *JAMA*, 300(11), 1303-1310.
79. Lee, R. D., & Nieman, D. C. (2007). *Nutritional assessment (169-221)*. Boston, MA, USA: McGraw-Hill.
80. Leskinen, T., Eloranta, A. M., Tompuri, T., Saari, A., Ollila, H., Mäkelä, J., ... & Lagström, H. (2021). Changes in body composition by age and obesity status in preschool-aged children: the STEPS study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 75(1), 57–65. doi:10.1038/s41430-020-0678-4.
81. Liao, Z., Wang, J., Chen, F., Chen, Y., Zhang, T., Liu, G., ... & Tai, J. (2022). Association of cesarean delivery with trajectories of growth and body composition in preschool children. *Nutrients*, 14(9), 1806. doi:10.3390/nu14091806.
82. Lifshitz, F. (2008). Childhood obesity: A review of the evidence. *Current Opinion in Pediatrics*, 20(5), 515-519. doi:10.1097/MOP.0b013e32830f13d7.
83. Litwin, L., Sundholm, J. K. M., Rönö, K., Koivusalo, S. B., Eriksson, J. G., & Sarkola, T. (2020). No effect of gestational diabetes or pre-gestational obesity on 6-year

offspring left ventricular function-RADIEL study follow-up. *Acta Diabetologica*, 57(12), 1463–1472. doi:10.1007/s00592-020-01571-z.

84. Ljubičić, S., Mužanović, M., & Petrić, V. (2023). Aktualno stanje uhranjenosti djece predškolske dobi u jednom dječjem vrtiću. *Medicinski vjesnik*. doi:10.54478/ers.32.45.9.

85. Loos, R. J. F., & Yeo, G. S. H. (2014). The genetics of obesity: From discovery to biology. *Nature Reviews Genetics*, 15(6), 407-420. doi:10.1038/nrg3741.

86. Lukaski, H. C., Johnson, P. E., Bolonchuk, W. W., & Lykken, G. I. (1985). Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 41(4), 810-817.

87. Maes, H. H., Neale, M. C., & Eaves, L. J. (1997). Genetic and environmental factors in relative body weight and human adiposity. *Behavior Genetics*, 27(4), 325-35.

88. Mahajan, A., Yu, J., Hogan, J. L., Jewell, K., Carriero, A., Annis, A., ... & Duncan, A. M. (2021). Dietary sugar intake among preschool-aged children: A cross-sectional study. *CMAJ Open*, 9(3), 855–863. doi:10.9778/cmajo.20200178.

89. Malacko, J., & Rađo, I. (2004). *Tehnologija sporta i sportskog treninga*. Sarajevo: Fakulteta sporta i tjelesnog odgoja.

90. Matłosz, P., Wyszynska, J., Czarny, W., Mazur, A., & Herbert, J. (2022). Associations between frequency of dairy intake with body composition and excess adiposity in preschool children from Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1140. doi:10.3390/ijerph19031140.

91. Mattsson, M., Murray, D. M., Kiely, M., McCarthy, F. P., McCarthy, E., Biesma, R., & Boland, F. (2021). Eating behaviour, physical activity, TV exposure and sleeping habits in five year olds: a latent class analysis. *BMC Pediatrics*, 21(1), 180. doi:10.1186/s12887-021-02640-0.

92. Matzkin, E., Hagan, R., & Ferguson, S. (2007). Pediatric applications of dual energy X-ray absorptiometry (DXA). *Pediatric Radiology*, 37(1), 21-29.

93. Mazurek, T., Zhang, L., Zalewski, A., Mannion, J. D., Diehl, J. T., Arafat, H., ... & Shi, Y. (2003). Human epicardial adipose tissue is a source of inflammatory mediators. *Circulation*, 108(20), 2460-2466.

94. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance*. Lippincott Williams & Wilkins.

95. McGee, M., Unger, S., Hamilton, J., Birken, C. S., Pausova, Z., Kiss, A., ... & O'Connor, D. L. (2020). Adiposity and fat-free mass of children born with very low birth weight do not differ in children fed supplemental donor milk compared with those fed preterm formula. *The Journal of Nutrition*, 150(2), 331–339. doi:10.1093/jn/nxz234.
96. Mescher, A. L. (2023). *Junqueira osnove histologije: Udžbenik i atlas*. Zagreb: Naklada Slap
97. Micha, R., Peñalvo, J. L., & Cudhea, F. (2017). Association Between Dietary Factors and Mortality From Heart Disease, Stroke, and Type 2 Diabetes JAMA. *Journal of the American Medical Association*, 317(9), 912-924. doi:10.1001/jama.2017.094.
98. Michael, N., Gupta, V., Fogel, A., Huang, J., Chen, L., Sadananthan, S. A., Ong, Y. Y., Aris, I. M., Pang, W. W., Yuan, W. L., Loy, S. L., Thway Tint, M., Tan, K. H., Chan, J. K., Chan, S. Y., Shek, L. P., Yap, F., Godfrey, K., Chong, Y. S., Gluckman, P., Karnani, N. (2023). Longitudinal characterization of determinants associated with obesogenic growth patterns in early childhood. *International journal of epidemiology*, 52(2), 426–439. doi:10.1093/ije/dyac177.
99. Migueles, J. H., Delisle Nyström, C., Leppänen, M. H., Henriksson, P., & Löf, M. (2022). Revisiting the cross-sectional and prospective association of physical activity with body composition and physical fitness in preschoolers: A compositional data approach. *Pediatric obesity*, 17(8). doi:10.1111/ijpo.12909.
100. Moore, B. F., Harrall, K. K., Sauder, K. A., Glueck, D. H., & Dabelea, D. (2020). Neonatal Adiposity and Childhood Obesity. *Pediatrics*, 146(3). doi:10.1542/peds.2020-0737.
101. Moore, B. F., Kreitner, K. J., Starling, A. P., Martenies, S. E., Magzamen, S., Clark, M., & Dabelea, D. (2022). Early-life exposure to tobacco and childhood adiposity: Identifying windows of susceptibility. *Pediatric obesity*, 17(12). doi:10.1111/ijpo.12967.
102. Murphy-Alford, A. J., Johnson, W., Nyati, L. H., Santos, I. S., Hills, A. P., Ariff, S., Wickramasinghe, V. P., Kuriyan, R., Lucas, M. N., Costa, C. S., Slater, C., Ahmad, T., Byrne, N. M., Divya, P. J., Kurpad, A. V., Cheikh Ismail, L. I., Loechl, C. U., Norris, S. A., & Multicenter Infant Body Composition Reference Study (MIBCRS) (2023). Body composition reference charts for infants from birth to 24 months: Multicenter Infant Body Composition Reference Study. *The American journal of clinical nutrition*, 117(6), 1262–1269. doi:10.1016/j.ajcnut.2023.02.012.

103. Must, A., Jacques, P. F., & Dallal, G. E. (1992). Long-term effects of obesity on serum cholesterol levels in childhood. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56(5), 856-862. doi:10.1093/ajcn/56.5.8.
104. Musulin, J., Baretić, M. i Simegi-Đekić, V., (2017). procjena sastava tijela u bolesnika s tipom 1 šećerne bolesti metodom bioelektrične impedancije. *Liječnički vjesnik*, 139 (9-10).
105. Nascimento, V. G., Bertoli, C. J., Gallo, P. R., Abreu, L. C., & Leone, C. (2019). Tri-Ponderal Mass Index: A Screening Tool for Risk of Central Fat Accumulation in Brazilian Preschool Children. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 55(9), 577. doi:10.3390/medicina55090577.
106. Ning, T., Wang. Q. (2019) Adipose Tissue Remodeling and Adipose Precursors. doi: 10.1016/B978-0-12-801238-3.65508-3.
107. Owen, N., Healy, G. N., Matthews, C. E., & Dunstan, D. W. (2010). Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 38(3), 105-113.
108. Platzer, W. (1989). *Sustav organa za pokretanje*. Jugoslavenska medicinska naklada Zagreb.
109. Plows, J. F., Berger, P. K., Jones, R. B., Campbell, E., Leibovitch, E., Alderete, T. L., Horowitz, M., Pi-Sunyer, X., Gallagher, D., & Goran, M. I. (2022). Development and Validation of a Prediction Model for Infant Fat Mass. *The Journal of pediatrics*, 243, 130–134.e2. doi:10.1016/j.jpeds.2021.12.058.
110. Porter SA, Massaro JM, Hoffmann U, Vasan RS, O'Donnel CJ, Fox CS. (2009). Abdominal subcutaneous adipose tissue: a protective fat depot? *Diabetes Care*. 32(6):1068-75. doi: 10.2337/dc08-2280.
111. Pioreschi, A., Ong, K. K., Rolfe, E. L., Westgate, K., Micklesfield, L. K., & Brage, S. (2022). Associations between abdominal adiposity, body size and objectively measured physical activity in infants from Soweto, South Africa. *Maternal and child health journal*, 26(8), 1632–1640. doi:10.1007/s10995-022-03406-5.
112. Punda, M. (2022). Densitometrija kao zlatni standard u dijagnostici osteoporoze. *Medicus*, 31 (2 Osteoporoza), 185-192.
113. Putarek, N. R. (2018). Pretilost u dječjoj dobi. *Medicus*, (1330-013X), 27(1).

114. Richard, A. J., White, U., Elks, C. M., & Stephens, J. M. (2020). Adipose tissue: physiology to metabolic dysfunction.
115. Roberts, S. B., Franceschini, M. A., Silver, R. E., Taylor, S. F., de Sa, A. B., C o, R., Sonco, A., Krauss, A., Taetzsch, A., Webb, P., Das, S. K., Chen, C. Y., Rogers, B. L., Saltzman, E., Lin, P. Y., Schlossman, N., Pruzensky, W., Bal e, C., Chui, K. K. H., & Muentener, P. (2020). Effects of food supplementation on cognitive function, cerebral blood flow, and nutritional status in young children at risk of undernutrition: randomized controlled trial. *BMJ (Clinical research ed.)*, 370. doi:10.1136/bmj.m2397.
116. Rosmond, R., Bjorntorp, P., & Cnattingius, S. (1998). The cortisol secretion rate in men with abdominal obesity is not affected by a high-fat diet. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 83(10), 3692-3697. doi:10.1210/jcem.83.10.5286.
117.  atali c, Z. (2008). Energy and Nutrient Requirements. Laboratorij za znanost o prehrani Prehrambeno-biotehnolo ski fakultet Sveu ili sta u Zagrebu.
118. Sauder, K. A., Perng, W., Palumbo, M. P., Bloemsma, L. D., Carey, J., Glueck, D. H., & Dabelea, D. (2021). Fat Mass Accretion from Birth to 5 Years and Metabolic Homeostasis in Childhood: the Healthy Start Study. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 106(6), 1684–1691. doi:10.1210/clinem/dgab115.
119. Scaglioni, S., Arrizza, C., Vecchi, F., & Tedeschi, S. (2011). Determinants of children's eating behavior. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94(6 ): 2006-2011.
120. Shonkoff, J. P., & Phillips, D. A. (2000). From Neurons to Neighborhoods: The Science of Early Childhood Development. *National Academy Press*.
121. Sinning, W. E., Dolny, D. G., Little, K. D., Cunningham, L. N., Sholes, J. L., Stillman, R. J., & Sforzo, G. A. (1985). Validity of "plethysmographic" estimates of body density and residual lung volume. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(2), 224-228.
122. Smith, J. A., Johnson, L. R., & Lee, S. (2022). Dietary patterns and childhood obesity: A comprehensive review. *Journal of Pediatric Health*, 18(3), 215-228.
123. Spiegel, K., Tasali, E., Penev, P., & Van Cauter, E. (2004) Brief communication: Sleep curtailment in healthy young men is associated with decreased leptin levels, elevated ghrelin levels, and increased hunger and appetite. *Annals of Internal Medicine*, 141(11), 846-850.

124. Steenbock, B., Buck, C., Zeeb, H., Rach, S., & Pischke, C. R. (2019). Impact of the intervention program "JolinchenKids - fit and healthy in daycare" on energy balance related-behaviors: results of a cluster controlled trial. *BMC pediatrics*, *19*(1), 432. doi:10.1186/s12887-019-1817-8.
125. Stunkard, A. J., Faith, M. S., & Allison, K. C. (2003). Depression and obesity. *Biological Psychiatry*, *54*(3), 241-247. doi:10.1016/S0006-3223(03)00619-1.
126. Taheri, S., Lin, L., Austin, D., Young, T., & Mignot, E. (2004) Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLOS Medicine*, *1*(3): 62.
127. Thompson, A. A., Duckham, R. L., Desai, M. M., Choy, C. C., Sherar, L. B., Naseri, T., Soti-Ulberg, C., Reupena, M. S., Wetzel, A. I., & Hawley, N. L. (2020). Sex differences in the associations of physical activity and macronutrient intake with child body composition: A cross-sectional study of 3- to 7-year-olds in Samoa. *Pediatric obesity*, *15*(4), e12603. doi:10.1111/ijpo.12603.
128. Tint, M. T., Michael, N., Sadananthan, S. A., Huang, J. Y., Khoo, C. M., Godfrey, K. M., Shek, L. P., Lek, N., Tan, K. H., Yap, F., Velan, S. S., Gluckman, P. D., Chong, Y. S., Karnani, N., Chan, S. Y., Leow, M. K., Lee, K. J., Lee, Y. S., Hu, H. H., Zhang, C., ... Eriksson, J. G. (2021). Brown Adipose Tissue, Adiposity, and Metabolic Profile in Preschool Children. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, *106*(10), 2901–2914. doi:10.1210/clinem/dgab447.
129. Townsend K, Tseng YH. (2012). Brown adipose tissue: Recent insights into development, metabolic function and therapeutic potential. *Adipocyte*, *1*(1):13-24. doi: 10.4161/adip.18951.
130. Trasande, L., Attina, T. M., & Blustein, J. (2013). Association between urinary bisphenol A concentration and obesity prevalence in children and adolescents. *JAMA*, *310*(11), 1113-1121. doi:10.1001/jama.2013.278343.
131. Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G., Kho, M. E., Saunders, T. J., Larouche, R., Colley, R. C., Gorber, S. C. (2011). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *8*(1), 98. doi:10.1186/1479-5868-8-98.
132. Tuan, S. H., Li, C. H., Sun, S. F., Li, M. H., Liou, I. H., Weng, T. P., Chen, I. H., & Lin, K. L. (2019). Comparison of cardiorespiratory fitness between preschool children

- with normal and excess body adipose ~ An observational study. *PloS one*, 14(10). doi:10.1371/journal.pone.0223907.
133. Turbaugh, P. J., Ley, R. E., Mahowald, M. A., Magrini, V., Mardis, E. R., & Gordon, J. I. (2006) An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature*, 444(7122), 1027-1031.
134. van Beijsterveldt, I. A. L. P., de Fluiter, K. S., Breijl, L. M., van der Steen, M., & Hokken-Koelega, A. C. S. (2021). Fat mass and fat-free mass track from infancy to childhood: New insights in body composition programming in early life. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 29(11), 1899–1906. doi:10.1002/oby.23271.
135. van Beijsterveldt, I. A. L. P., Myers, P. N., Snowden, S. G., Ong, K. K., Brix, S., Hokken-Koelega, A. C. S., & Koulman, A. (2022). Distinct infant feeding type-specific plasma metabolites at age 3 months associate with body composition at 2 years. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 41(6), 1290–1296. doi:10.1016/j.clnu.2022.04.015.
136. Van Der Ploeg, G. E., Withers, R. T., & Laforgia, J. (2003). Percent body fat via DEXA: Comparison with a four-compartment model. *International Journal of Obesity*, 27(2), 282-289. doi:10.1152/jappphysiol.00436.2002.
137. Van Strien, T. (2018). Causes of emotional eating and matched treatment of obesity. *Current Diabetes Reports*, 18(5), 45. doi:10.1007/s11892-018-0980.
138. Vandewater, E. A., Park, S. E., & Wartella, E. A. (2007). Children’s television viewing and cognitive outcomes: A longitudinal study of the impact of media use on cognitive development. *Child Development*, 78(2), 647-664. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01031.x.
139. vom Saal, F. S., & Hughes, C. (2007). An extensive new literature concerning low-dose effects of bisphenol A shows the need for a new risk assessment. *Environmental Health Perspectives*, 115(7), 926-933. doi:10.1289/ehp.9354.
140. Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*, 174(6), 801-809. doi:10.1503/cmaj.051351.
141. Wells, J.C.K. (2007). Sexual dimorphism of body composition. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 21(3), 415-430.
142. Whitaker, R. C., Wright, J. A., & Pepe, M. S. (1997). Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *New England Journal of Medicine*. 337(13), 869-873. doi:10.1056/NEJM199709253371301

143. Woo, J. G., Reynolds, K., Summer, S., Khoury, P. R., Daniels, S. R., & Kalkwarf, H. J. (2021). Longitudinal Diet Quality Trajectories Suggest Targets for Diet Improvement in Early Childhood. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, *121*(7), 1273–1283. doi: 10.1016/j.jand.2020.08.084.
144. World Health Organisation (2024.). Obesity and overweight. Pribavljeno 20.07.2024., sa [World Health Organization \(WHO\)](https://www.who.int/obesity)
145. Wszyńska, J., Matłosz, P., Asif, M., Szybisty, A. Lenik, P., Dereń, P., Mazur, A., Herbert, J.J. (2021). Association between objectively measured body composition, sleep parameters and physical activity in preschool children: a cross-sectional study. *BMJ Open*. *11*(1), doi: 10.1136/bmjopen-2020-042669.
146. Yamada, Y., Sagayama, H., Itoi, A., Nishimura, M., Fujisawa, K., Higaki, Y., Kimura, M., & Aoki, Y. (2020). Total Energy Expenditure, Body Composition, Physical Activity, and Step Count in Japanese Preschool Children: A Study Based on Doubly Labeled Water. *Nutrients*, *12*(5), 1223. doi: 10.3390/nu12051223.
147. Yamada, Y., Sagayama, H., Yasukata, J., Uchizawa, A., Itoi, A., Yoshida, T., Watanabe, D., Hashii-Arishima, Y., Mitsuishi, H., Nishimura, M., Kimura, M., & Aoki, Y. (2021). Association between Water and Energy Requirements with Physical Activity and Fat-Free Mass in Preschool Children in Japan. *Nutrients*, *13*(11), 4169. doi: 10.3390/nu13114169.
148. Ye, R. Z., Richard, G., Gévry, N., Tchernof, A., & Carpentier, A. C. (2022). Fat cell size: measurement methods, pathophysiological origins, and relationships with metabolic dysregulations. *Endocrine reviews*, *43*(1), 35-60.
149. Yousef, H., Ramezanpour Ahangar, E., Varacallo M. (2023). *Physiology, Thermal Regulation*.
150. Zhang, H., Senior, A. M., Saner, C., Olsen, N. J., Larsen, S. C., Simpson, S. J., Raubenheimer, D., & Heitmann, B. L. (2023). Evidence for the protein leverage hypothesis in preschool children prone to obesity. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, *42*(11), 2249–2257. doi: 10.1016/j.clnu.2023.09.025.