

Značaj i procjena dječje mišićne mase

Gabrić, Iris

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:189:259834>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-17**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI
UČITELJSKI FAKULTET U RIJECI

Iris Gabrić
Značaj i procjena dječje mišićne mase
ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2024

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

Značaj i procjena dječje mišićne mase
ZAVRŠNI RAD

Predmet: Kineziologija

Mentorica: dr. sc. Sanja Ljubičić

Student: Iris Gabrić

Matični broj: 0299005060 (3214)

U Rijeci, lipanj, 2024

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

“Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da sam završni rad izradila 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.“

Iris Gabrić

ZAHVALA

Neizmjerno hvala mojoj mentorici na ukazanom dr. sc. Sanji Ljubičić na povjerenju, vodstvu i pomoći pri izradi ovoga rada.

Zahvaljujem se svojoj obitelji na podršci i potpori tijekom studiranja, a najviše svojim sinovima Michaelu i Manuelu koji su mi davali neizmjernu snagu na svakoj prepreci te njima i posvećujem ovaj završni rad.

Hvala mojim “Babama” koje su bile uz mene kada je bilo teško i kada smo se smijale. Bez vas bi ovaj studij bio puno teži.

Na kraju hvala mojem dragom koji me bodrio i hrabrio te bio vjetar u leđa kada je bilo najteže.

Tata, ovo je za tebe.

SAŽETAK

Cilj ovog rada bio je pregled istraživanja koja se bave procjenom i značajem mišićne mase kod djece rane i predškolske dobi. Za potrebe ovog istraživanja primijenjena je metoda analize sadržaja. Elektronička pretraga literature uključila je relevantne članke na engleskom jeziku koji su objavljeni do 20. svibnja 2024. godine u bazi podataka PUBMED. Pretraga se bazirala na ključnim riječima: muscle mass in preschool children, periodu u kojem je rad objavljen, odnosno posljednjih 25 godina i radovi koji su cjelovito dostupni te je pronađeno 36 radova koji su odgovarali kriterijima. Rezultati su prikazani u tablici u kojoj je obuhvaćeno pet kategorija: autori, cilj istraživanja, uzorak ispitanika, metoda procjene mišićne mase i zaključak. Podaci su obrađeni u program Microsoft Excel (Office, 2019) te se prikazani u obliku tablica i grafikona.

Rezultati su pokazali da je broj istraživanja o procjeni dječje mišićne mase u porastu posljednjih pet godina. Nadalje, najveći se broj istraživanja bavilo procjenom mišićne mase koja je povezana s oboljenjima i zdravstvenim poteškoćama. Primjetno i da se s godinama povećala raznolikost metoda za procjenu mišićne mase, te se u istraživanjima najčešće pojavljuje metoda bioelektirčne impedancije (BIA) i metoda dvoenergetske rendgenske apsorpcionometrije (DXA).

Mišićni sustav omogućava kretanje, što je čovjekova osnovna biotička potreba, stoga je značaj mišićne mase od neizmjerne važnosti tijekom cijelog životnog vijeka.

Ključne riječi: mišićna masa, sastav tijela, djeca predškolske dobi

SUMMARY

The objective of this thesis was to review research dealing with the assessment and importance of muscle mass in children of early and preschool age. For the purposes of this research, the method of content analysis was applied. The electronic literature search included relevant articles in English published up to May 20, 2024 in the PUBMED database. The search was based on the keywords: muscle mass in preschool children, the period in which the paper was published, i.e. the last 25 years and papers that are fully available; 36 papers were found that matched the criteria. The results are presented in a table that includes five categories: authors, research objective, sample of respondents, method of muscle mass assessment and conclusion. The data was processed in Microsoft Excel (Office, 2019) and presented in the form of tables and graphs.

The results showed that the number of studies on the assessment of children's muscle mass has been increasing for the past five years. Furthermore, the largest number of studies dealt with the assessment of muscle mass, which is associated with diseases and health problems. It is also noticeable that the variety of methods for assessing muscle mass has increased over the years and the bioelectrical impedance method (BIA) and the dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) method appear most often in research.

The muscular system enables movement, which is a human's basic biotic need, therefore the significance of muscle mass is of immense importance during the entire life span.

Key words: muscle mass, body composition, preschool children

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. GRAĐA MIŠIĆA	3
3. FUNKCIJA MIŠIĆA	6
4. OPĆA MIOLOGIJA – PODJELA MIŠIĆA	7
5. VRSTE MIŠIĆNE KONTRAKCIJE	9
6. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA	12
6.1. Cilj i hipoteze istraživanja	12
6.2. Opis protokola istraživanja	12
6.3. Statistička obrada podataka	13
7. RASPRAVA	25
8. ZAKLJUČAK	28
9. LITERATURA	29

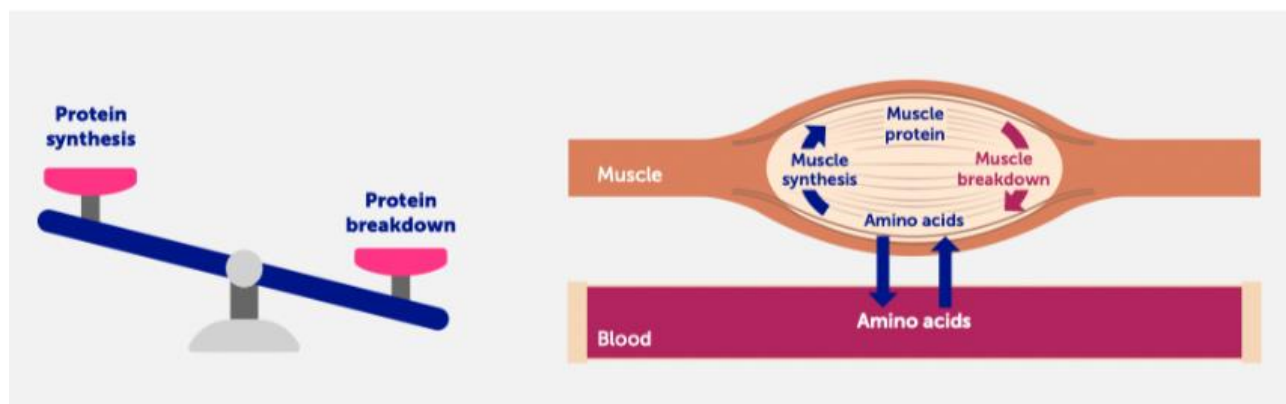
1. UVOD

Ljudsko tijelo sastoji se od stanica povezanih u različita tkiva, a svako od njih obavlja svoju funkciju u tijelu. Rast i razvoj kostiju usko je vezan za rad mišića koji ga stimuliraju. Kako bi sve usklađeno funkcioniralo, potrebno je kretanje koje omogućuje lokomotorni ili mišićno-koštani sustav. Tu pripadaju osteoartikularni sustav (kosti, zglobovi i ligamenti) i mišićni sustav (mišići i tetive). Kostur pruža potporu i zaštitu mekih tkiva, a mišići kontrakcijom i istežanjem uzrokuju kretanje. Kretanje održava ili povećava mišićnu masu što kod djece razvija više različitih mišića i mišićnih skupina (Križanič, 2022).

Mišići su aktivni sudionici lokomotornog sustava koji podrazumijeva koštani, zglobni i mišićni sustav. U tijelo postoji više od 600 mišića i predstavljaju najveće tkivo što čini otprilike 40% mase ljudskog tijela i sadrže 50 do 75% svih proteinskih tvari u tijelu (McCuller, Jessu i Callahan, 2023). Mišićna masa ili nemasna masa (eng. *lean mass*) bitna je komponenta sastava tijela jer omogućava kretanje i disanje, te održava posturu kako kod odraslih tako i kod djece i adolescenata (Sayer, 2008; Horstman i Stuelsatz, 2022). Prepoznaje se i kao neovisni marker metaboličkog zdravlja (McCarthy i sur., 2014; Horstman i Stuelsatz, 2022) i motoričke izvedbe kao učinka trenažnog procesa (Poortmans, 2005). U metaboličkom smislu ima važnu ulogu u metabolizmu proteina/lipida te homeostazi glukoze i energije (Orsso i sur., 2019). U tijelu se nalaze tri različite vrste mišića: poprečnoprugasti, glatki i srčani. Poprečnoprugasti mišići, poznati su i kao skeletni mišići. Skeletni mišići su pod voljnom kontrolom i aktiviraju se putem motoričkih neurona iz leđne moždine ili mozga, izuzetno su prilagodljivi i jedno su od najplastičnijih tkiva u čitavom organizmu (Matković i Ružić, 2009). Održavanje zdravih skeletnih mišića relevantno je za kvalitetu života tijekom cijelog životnog vijeka, dok je djetinjstvo ključno razdoblje za rast mišića, što doprinosi zdravoj tjelesnoj građi te podržava optimalnu aktivnost kod djece i zdraviju budućnost (Orsso i sur., 2019).

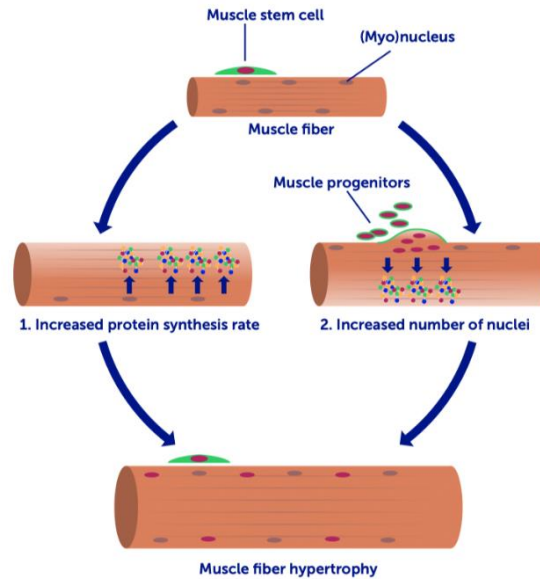
Muskulizacija je proces razvoja mišićnih vlakana koji se zbiva povećanjem mase i strukture mišića (Neljak, 2009. str.16). Djeca kao i odrasli imaju više od 600 mišića, te se počinju graditi gotovo odmah nakon rođenja. Mišići najvećom brzinom rastu tijekom prvih godina života i tijekom puberteta (Davids, 2022). Poznato je kako u trenutku rođenja, bebe ne mogu držati glavu i nemaju stabilnost. Međutim, unutar nekoliko mjeseci, razvoj mišića u vratu i trupu omogućuje dojenčadi

kontrolu nad glavom, a ubrzo nakon toga, uspravno sjedenje. U roku od godinu dana, većina može puzati prilično brzo, a neki čak i prohodaju. Za razliku od odraslih koji su uglavnom fokusirani na povećanje mišćne mase, djeca i dojenčad moraju prvo naučiti kontrolirati svoje mišiće što podrazumijeva mišićnu koordinaciju i razvoj grube i fine motorike (De Gree i Bryant, 2024). Karakteristika djetinjstva jest da je mišićni rast događa kada sinteza mišićnih proteina premašuje razgradnju mišićnih proteina (Horstman, 2022) (Slika 1), čiji je opseg određen brzinom sinteze proteina koja proizlazi iz aktivnosti svake pojedinačne jezgre, kao i brojem jezgri u svakom mišićnom vlaknu (Slika 2).



Slika 1. Sinteza mišićnih proteina (Horstman i Stuelsatz, 2022)

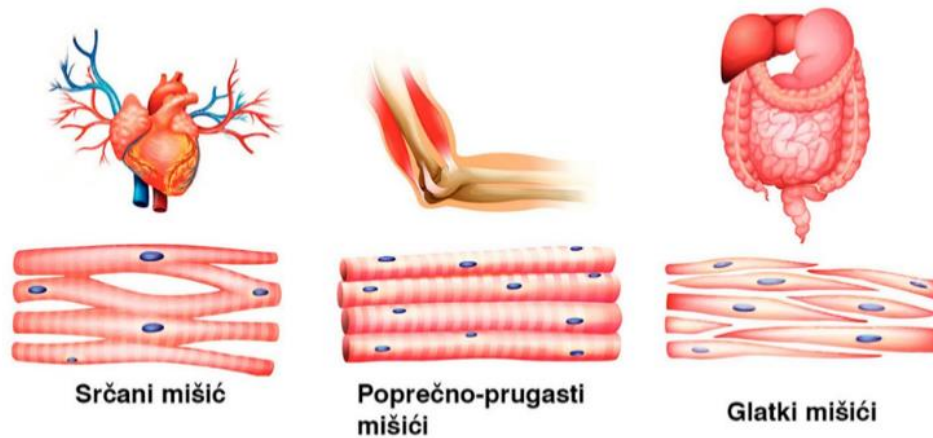
Povećanje broja jezgri moguće je zahvaljujući mišićnim matičnim stanicama koje prolaze kroz opsežnu proliferaciju i spajanje s postojećim mišićnim vlaknima, čime se dodaju jezgre i omogućuju mišićnim vlaknima rast (slika 2). Ovaj mehanizam je posebno važan za brzo povećanje dužine i širine mišićnih vlakana koje se događa tijekom prvih godina života (Bachman i sur., 2018). Sinteza proteina koja je odgovorna za optimalan rast i razvoj djece i rastu mišićne mase kod djece, stimulira se tjelesnom aktivnošću kao i unosom proteina hranom (Chesley i sur., 1985; Groen i sur., 2015).



Slika 2. Rast mišićnog vlakna (Horstman i Stuelsatz, 2022)

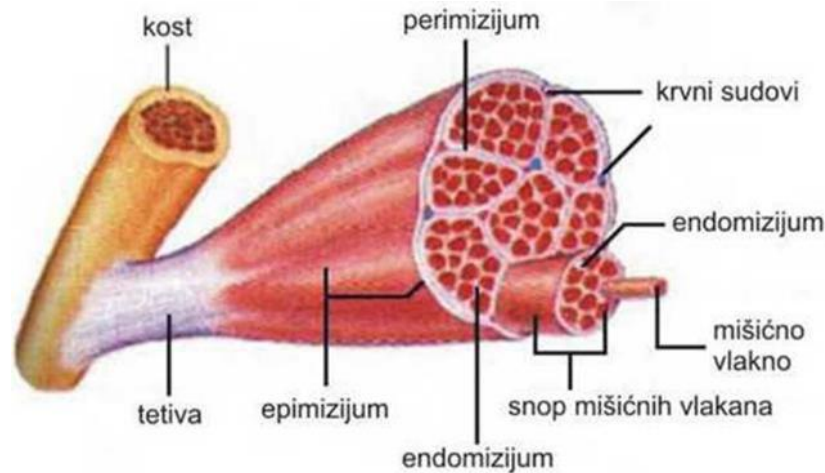
2. GRADA MIŠIĆA

Razlikuju se tri vrste mišića: glatki, poprečnoprugasti i srčani. Poprečno-prugasta muskulatura izgrađuje skeletne mišiće koji služe za kretanje i pomicanje određenih dijelova tijela. Tkivo miokarda čini srce. Kontrakcija i opuštanje srčanog mišićnog tkiva temelj su srčanog ritma. Glatko mišićno tkivo tvori stijenke unutarnjih organa i regulira kretanje dišnog, probavnog, mokraćnog, spolnog i krvožilnog sustava (Nasić, 2020). Tkiva su nakupine jednako diferenciranih stanica i njihovih potomaka te se prema načinu međusobne povezanosti stanica razlikuju pojedine vrste tkiva (Platzer, 2003). Mišićno tkivo se odlikuje značajkom da su duguljaste stanice zapravo miofibrile, mišićna vlakna, sastavljena od manjih vlakana, miofilamenata (Platzer, 2003).



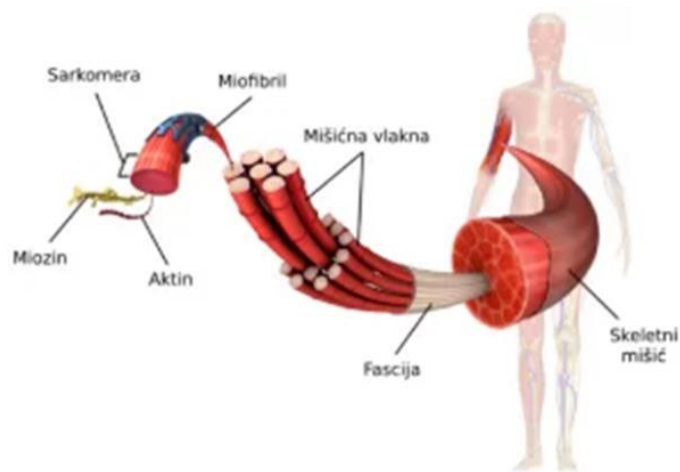
Slika 3. Vrste mišića (preuzeto 16.05.2024. <https://kretanje4.webnode.hr/misici-grad/>)

Mišići se sastoje od mnogih međusobno povezanih dijelova, uključujući mišićna vlakna, krvne žile, živčana vlakna i vezivno tkivo. Svaki mišić ima tri sloja vezivnog tkiva koji daju strukturu i razdvajaju mišiće. S vanjske strane nalazi se *epimizij*, sloj vezivnog tkiva koji omogućuje mišićima da se kontrahiraju i pomiču uz održavanje strukturalnog integriteta. Epimizij također odvaja mišić od ostalih tkiva i organa u tom području, omogućujući mišiću da se samostalno kreće. U mišićima su mišićna vlakna raspoređena u fascikle, fascikule, a prekrivena su *perimizijem*, slojem vezivnog tkiva. U snopu je mišićno vlakno koje predstavlja mišićnu stanicu okruženo *endomizijom*, vrlo tankim slojem kolagena i retikularnih vlakana. Važnost endomizija jest u distribuciji energije mišićima. Epimizij, perimizij i endomizij tvore vrpčastu ili široku, tamnu vrpču, ravnu aponeurozu, povezujući mišiće s periostom kostiju ili vezivnim tkivom s drugim mišićima. Skeletni mišić opskrbljuje se uglavnom krvnim žilama koje ga opskrbljuju kisikom i uklanjaju otpad, a svako mišićno vlakno opskrbljuje grana aksona motornog neurona (Kenney, 2011).



Slika 4. Struktura mišićne stanice (preuzeto 31.05.2024. <https://moja-skola76.webnode.hr/razliciti-nacini-kretanja/>)

Skeletni mišići se sastoje od velikog broja vlakana koji se protežu cijelom duljinom mišića. Membrana mišićne stanice – vlakna – naziva se *sarkolema* (Matković i Ružić, 2009). Sarkolema je stanična membrana mišićnog vlakna, građena od plazmatske membrane i vanjskog sloja polisaharidne tvari u kojemu se nalaze brojna kolagenska vlakna. Vanjski sloj prelazi u vlakna tetive na krajevima mišićnih vlakana koji se skupljaju u snopove i tvore tetivu, koja se zatim hvataju za kosti (Guyton i Hall, 2012). Svako mišićno vlakno sastoji se od nekoliko stotina do nekoliko tisuća *miofibrila*, a svaka miofibrila sadrže miozinske i aktinske niti koje su odgovorne za mišićnu kontrakciju (Guyton, 1995). Krajevi su aktinskih niti pričvršćeni za *Z-ploču* od kojih se aktinske niti protežu na jednu i drugu stranu te ulaze između miozinskih niti. *Z-ploča* prolazi od miofibrile do miofibrile i povezuje susjedne miofibrile kroz cijelo mišićno vlakno. *Sarkomera* je osnovna jedinica miofibrile koja se nalazi između dviju susjednih *Z-ploča*. Unutar mišićnog vlakna miofibrile jest raspoređena u matriksu *sarkoplazma*. Sarkoplazma sadrži mnogo kalija, magnezija, fosfata i enzimskih proteina (Guyton i Hall, 2012), te se u njoj nalazi i veliki broj mitohondrija, što znači da miofibrile koje se kontrahiraju trebaju velike količine adenzin-trifosfata koji nastaje u mitohondrijima (Guyton, 1995). Unutar sarkoplazme u mišićnim vlaknu postoji *sarkoplazmatski retikul* koji ima posebnu građu zbog kontrole mišićne kontrakcije.



Slika 5. Struktura skeletnog mišića (preuzeto 31.05.2024 https://www.researchgate.net/figure/This-is-a-schematic-illustration-of-titin-in-the-muscle-Muscle-comprises-of-muscle_fig1_349121618)

3. FUNKCIJA MIŠIĆA

Osnovne funkcije skeletnih mišića su kontrakcija radi proizvodnje pokreta, održavanje tjelesnog držanja i položaja, održavanje tjelesne temperature, pohrana hranjivih tvari te stabilizacija zglobova (McCuller, Jessu i Callahan, 2023). S mehaničkog gledišta, osnovna funkcija skeletnih mišića je pretvoriti kemijsku energiju u mehaničku energiju. Ukazuje se na aspekt tjelesne spremnosti gdje se generira jakost, izdržljivost i snaga (Jones i Stratton, 2000). S metaboličke točke gledišta, skeletni mišići doprinose bazalnom energetsom metabolizmu, služeći kao skladište za ključne supstrate poput ugljikohidrata i aminokiselina (McCuller, Jessu i Callahan, 2023).

Skeletni mišići također funkcioniraju kako bi proizveli tjelesnu toplinu. Proizvedena toplina jest nusprodukt mišićne aktivnosti i uglavnom opada. Kao homeostatski odgovor na ekstremnu hladnoću, mišići su potaknuti da pokrenu kontrakcije drhtanja kako bi generirali toplinu. (Periasamy, Herrera i Reis, 2017).

Ispitivanje funkcije mišića može biti utvrđeno različitim metodama, najjednostavnije među njima jesu palpacija i inspekcija. Od ostalih ispitivanja funkcije mišića mogu se primijeniti metode anatomskog istraživanja, električnog podraživanja i elektromiografija (Platzer, 2003). Sve navedene metode imaju određene prednosti i ograničenja. Najsuvremenija metoda jest

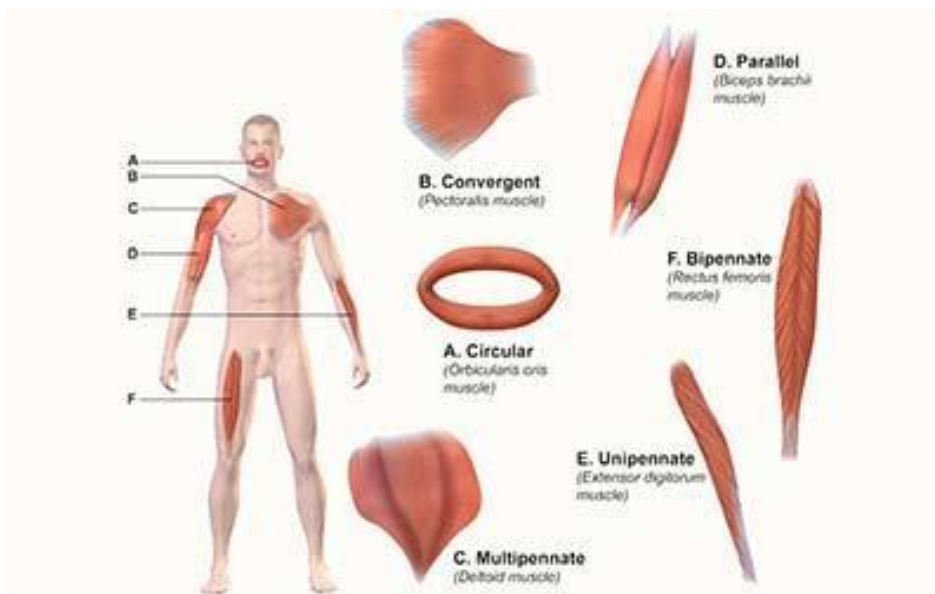
elektromiografija pomoću koje se registriraju i prikazuju akcijski potencijali mišićnih vlakana u kontrakciji, kao i akcija motoričke jedinice (Čerimagić, 2019).

4. OPĆA MIOLOGIJA – PODJELA MIŠIĆA

Podjela mišića može se klasificirati po nekoliko kriterija: odnosu mišićnih vlakana prema tetivi - obliku mišića, s obzirom na mišićno polazište, oblik, premošćivanje zglobova i prema ulozi u pokretu (Platzer, 2003).

Skeletni mišići su vrsta poprečno-prugastih mišićnih tkiva i oni su voljno pokretani mišići, što znači da ih kontrolira somatski živčani sustav. Povezani su s kostima snopovima kolagenskih vlakana koji se nazivaju tetive. koje se sastoje od elastičnih i kontraktilnih elemenata. Tako s obzirom na oblik razlikujemo: jednostruko perasti, dvostruko perasti, dvoglavi, dvotrbušasti, vretenasti, pločasti i mišić usporednih vlakana.

S obzirom na mišićni oblik razlikujemo vretenasti mišić kojeg odlikuju dugačka vlakna koji omogućuju opsežne, ali ne i snažne kretnje. Zatim jednostruki perasti mišić – kratka mišićna vlakna, čime se postiže veća mišićna snaga, dvostruko perasti mišić koji je slične građe kao jednostruko perasti, ali se mišićna vlakna hvataju s obje strane tetive, te višestruko perasti mišić (Platzer, 2003).



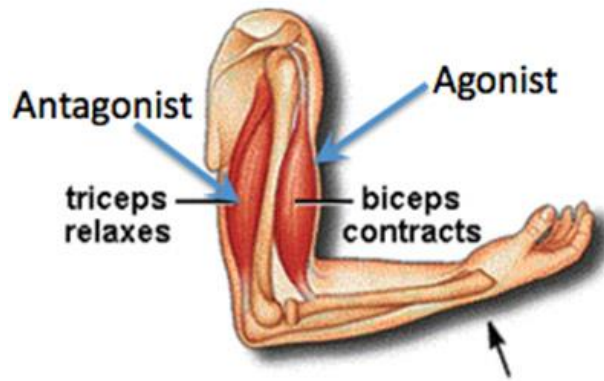
Slika 6. Vrste mišića (preuzeto 31.05.2024. <https://opusteno.rs/teretana-f163/misicna-kontrakcija-t23701.html>)

S obzirom na polazište jednog mišića razlikuju se dvoglavi, troglavi i četveroglavi mišići. Pojedine se glave udružuju u jedinstveni trbuh i završavaju zajedničkom tetivom (npr. m. biceps brahii ili m. triceps brahii) (Platzer, 2003). Najpoznatiji dvoglavi mišić je biceps. To je mišić koji na prednjoj strani nadlaktice savija ruku u laktu i te izvrće podlakticu na vanjsku stranu. Mišić biceps bedra pregiba potkoljenu, na isti način.

Kada mišić ima samo jednu glavu, ali jednu (ili više) međutetiva, tada se govori o dvotrbušnom ili višetrbušnom mišiću (Platzer, 2003). Primjer dvotrbušnog mišića je parni mišić nadjezične skupine koji ima dva trbuha međusobno povezana međutrbušnom tetivom, koji se hvata na udubinu na donjoj čeljusti, a služi kako bi se donja čeljust mogla spuštati i podizati jezična kost (Guyton i Hall, 2012).

Mišići također mogu premošćivati jedan ili više zglobova - jednozglobni, dvizglobni ili višezglobni mišići (Platzer, 2003). Mišići imaju svoje polazište i hvatište. Polazišta i hvatišta imaju i tetivu, a mišić se može protezati preko jednog ili više zglobova te na taj način biti uključen u složene kretnje. Zbog toga razlikujemo jednozglobne, dvozglobne i višezglobne mišiće (Guyton i Hall, 2012).

Mišići koji pri nekoj kretnji djeluju zajedno nazivaju se sinergisti, a oni koji djeluju suprotno antagonisti (Platzer, 2003). Agonist je mišić koji izvodi pokret u nekoj vježbi te je kod izvođenja pokreta mišić u kontrakciji, dakle mišićna vlakna se skraćuju. Suprotan mišić od agonista je antagonist, tj. kada se mišićna vlakna mišića koji izvodi pokret skraćuju (kontrakcija), vlakna mišića antagonista se produžuju. Sinergisti su mišići koji pomažu glavnom mišiću izvesti određeni pokret, dok su stabilizatori mišići koji osiguravaju da se pokret izvodi stabilno.



Slika 7. Djelovanje mišića antagonist i agonisti (preuzeto 31.05.2024. <https://shywmobile.com/how-agonist-antagonist-muscles-work-yoga/>)

5. VRSTE MIŠIĆNE KONTRAKCIJE

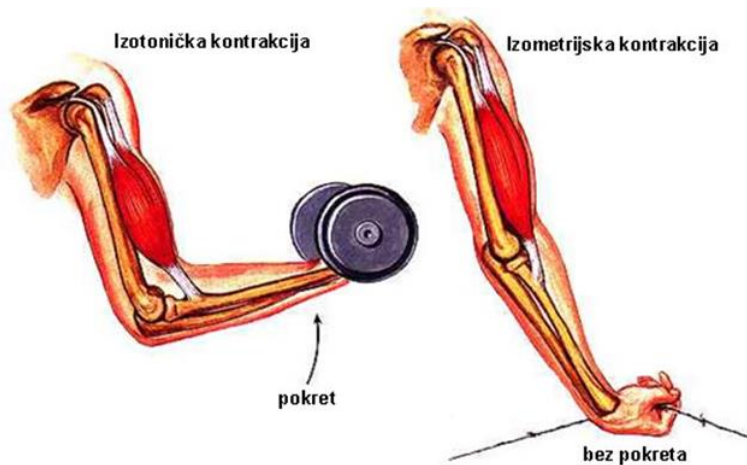
Mišićna aktivnost nastaje kao rezultat podražaja koji dolazi iz živčanog sustava putem pokretačkih (motoričkih) živaca, pri čemu se mišićna vlakna skrate i nabreknu, stoga se govori o kontrakciji (Matković i Ružić, 2009, str. 26). Kontrakcija mišića odvija se preko mehanizma klizanja filamenata. Za vrijeme relaksacije sarkomere u potpunosti preklapaju miozinske niti, no one se jedva preklapaju. U kontrakciji, aktinske niti su uvučene između miozinskih pa je preklapanje puno veće (Guyton i Hall, 2012). Mišići su kontrahirani čak i u mirovanju jer putem motoričkih živaca konstantno dolaze impulsi, stoga se govori o mišićnom tonusu. Postoje dvije vrste mišićne kontrakcije: izotonična i izometrička kontrakcija.

Izometrička kontrakcija je kontrakcija mišića u kojoj se stvara napetost u mišiću, ali nema promjene u duljini mišića. Odnosno, napetost mišićnih vlakana raste, ali se ne skraćuju (tzv. statički rad). Kod izometričke kontrakcije, vlakna se skraćuju, ali tonus ostaje isti (dinamički rad). Većina pokreta izvodi se kombinacijom dviju vrsta kontrakcija (npr. kod dizanja utega, svladavanje mase tereta izometrijskom kontrakcijom i zatim pomicanje tereta izotoničnom kontrakcijom). Izometrička kontrakcija je kontrakcija mišića kod koje dolazi do povećanja

napetosti mišića, bwz promjene duljine mišićnih vlakana. Pri izometričkoj kontrakciji ne mijenja se kut pod kojim se nalazi zglob (Guyton i Hall, 2012).

Kod izotoničnih kontrakcija napetost u mišiću ostaje ista (tonus mišića ostaje isti), ali se mijenja duljina mišića. Dvije vrste izotoničnih kontrakcija su koncentrične i ekscentrične kontrakcije. Tijekom intenzivne kontrakcije sila u mišiću raste sve dok se ne izjednači s otporom mišića. Tijekom kontrakcije mišići se istežu jer je njihovo opterećenje veće od snage mišića.

Koncentrična izotonička kontrakcija mišića se pojavljuje kod vježbanja, ali i kod svakodnevnih pokreta. Vanjsko opterećenje mišića je manje od sile koju mišić generira pa dolazi do skraćivanja mišića kako bi se kost mogla pomaknuti. Do ekscentrične izotoničke kontrakcije dolazi do izduživanja mišića i to se odvija kontrolirano pod utjecajem mišića. Ekscentrična izotonička reakcija nastaje kada je vanjska sila koja djeluje na mišić veća od mišićne sile, tj u mišiću dolazi do naprezanja i mišić se produljuje kako bi smanjio otpor. Ekscentrična kontrakcija je obrnuta od koncentrične kontrakcije i ona sprječava nastanak ozljeda zglobova i mišića. Zahvaljujući ovoj kontrakciji imamo lagan povratak ruke i mišića u prirodni položaj kada spuštamo neki teret (Guyton i Hall, 2012).



Slika 8. Izotonička i izometrijska kontrakcija

(preuzeto 31.05.2024. <https://zdravlje.eu/2011/04/28/izometrijska-i-izotonicna-misicna-kontrakcija/>)

U mišićima se razlikuju dvije vrste mišićnih stanica koje se između ostaloga razlikuju i prema brzini kontrakcije (Matković i Ružić, 2009). Mišićna vlakna mogu biti brza (bjele mišićne stanice) ili spora (crvene mišićne stanice). One su podjednako zastupljene u različitim mišićima. Brza

vlakna imaju manje mioglobina te su zbog toga svjetlije boje i nazivaju se bijela vlakna, dok spora vlakna (crvena) imaju velike količine mioglobina. Svaki se mišić sastoji od mješavine mišićnih vlakana, brzih i sporih vlakana, te trećeg vlakna između ove dvije vrste. Stoga se brzi mišići uglavnom sastoje od brzih vlakana koja se snažno kontrahiraju i prilagođeni su aktivnostima kao što su skakanje i brzo trčanje, zbog nedostatka mišićnog pigmenta mioglobina, te se mišiće često naziva bijelim mišićima. S druge strane, mišići sastavljeni od sporih mišićnih vlakana kontrahiraju se sporo i prilagođeni su dugotrajnoj, kontinuiranoj mišićnoj aktivnosti. Ovaj se mišić naziva crvenim zbog većeg sadržaja mioglobina. Brza vlakna su veća i stoga se jače kontrahiraju te imaju bogat sarkoplazmatski retikulum koji otpušta ione kalcija i potiče kontrakciju. Sadrže velike količine glikolitičkih enzima, a kako bi brzo proizveli energiju iz glikolitičkog procesa, imaju lošu opskrbu krvlju i manje mitohondrija jer je oksidativni proces sekundaran. Spora vlakna su, pak, manja, inervirana manjim živčanim vlaknima, bogatije su prokrvljena, imaju značajno povećan broj mitohondrija zbog održavanja oksidativnih procesa te su bogata mioglobinom (Guyton i Hall, 2012).

Kontrakcija mišića jednokratna je kontrakcija mišićnih vlakana i odvija se u tri faze. Prva faza (faza odgode) je vrijeme od aktivacije podražaja do promatranja opadanja. Druga faza je faza kontrakcije, u kojoj se mišić opušta, a zadnja faza je faza opuštanja, u kojoj se mišić vraća u svoj oblik i dužinu. Sažetak mišićne kontrakcije je zbroj pojedinačnih mišićnih kontrakcija za povećanje ukupne mišićne snage (Guyton i Hall, 2012).

6. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

6.1. Cilj i hipoteze istraživanja

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

Hipoteze istraživanja:

H1 – tijekom 25-godišnjeg perioda kontinuirano se povećava broj istraživanja koja se bave procjenom dječje mišićne mase.

H2 – u posljednjih 5 godina utvrditi će se sve raznolikije metode za procjenu dječje mišićne mase.

H3 – procjena dječje mišićne mase biti će najzastupljenija u kategoriji dječjeg rasta i razvoja.

6.2. Opis protokola istraživanja

Za potrebe ovog istraživanja primijenjena je metoda analize sadržaja. Elektronička pretraga literature uključila je relevantne članke na engleskom jeziku koji su objavljeni do 20. svibnja 2024. godine u bazi podataka PUBMED. Sustavno pretraživanje se temeljilo na tri razine. Prva razina podrazumijevala je pretragu na temelju ključnih riječi: muscle mass in preschool children. U drugoj razini pretrage primijenjen je kriterij odabira perioda u kojem je rad objavljen, posljednjih dvadeset i pet godina od 2000. do 2024. godine. U trećoj razini analizirani su radovi koji su cjelovito dostupni radovi i koji su povezani s predmetom istraživanja. Kroz sustavnu pretragu pronađeno je 37 radova.

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
- Istraživačka područja povezana s dječjom mišićnom masom

6.3. Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka izvršena je program Microsoft Excel (Office, 2019). Podaci su obrađeni putem frekvencija te su grafički prikazani pomoću 3D strukturnog kruga i 3D stupaca. Dio podataka jest prikazan tablično u tekstualnom obliku.

REZULTATI

U tablici 1 prikazano je 36 istraživanja, a promatralo se pet kategorija: autori, cilj istraživanja, uzorak ispitanika, metoda procjene mišićne mase i zaključak. U tabličnom prikazu nalaze se detaljnija objašnjenja svakog pojedinog istraživanja u navedenim kategorijama.

Tablica 1. Pregleda istraživanja o značaju i procjeni mišićne dječje mišićne mase od 2000.-2024.

Autori	Cilj istraživanja	Uzorak ispitanika	Metoda procjene mišićne mase	Zaključak
Kopaczyńska i sur. (2024)	Cilj istraživanja bio je procijeniti strukturu stopala djece predškolske dobi u odnosu na tjelesnu masu.	6,27±0,60 (n=150) godina	Metoda bioelektrične impedancije	Utvrđilo se postojanje veze između količine mišićne mase i većeg gama petnog kuta koji može ukazivati na to da nedovoljna mišićna masa predisponira pojavu abnormalnosti u strukturi stopala. Ovi zaključci trebali bi biti potvrđeni provođenjem studija na većoj razini.
Deng i sur. (2023)	Svrha ovog istraživanja je utvrditi postoji li odnos između razine tjelesne aktivnosti (TA) i debljine skeletnih mišića u predškolske djece.	4-6 godina (n=275)	B mod ultrazvuk	Vrijeme provedeno u većini različitih kategorija umjerenog do jakog TA bilo je značajno više za dječake nego za djevojčice radnim danima i vikendima. Dodatno, postojala je pozitivna korelacija između vremena provedenog u umjerenom do jakom TA i većeg razvoja skeletnih mišića u donjem dijelu tijela.
Deng i sur. (2023)	Cilj ove studije bio je kvantitativno izmjeriti TA, a zatim procijeniti postoje li povezanosti između mišićnih promjena specifičnih za mjesto i TA u odnosu na spol i status tjelesne mase u djece	3-4 godina (n=86)	Mišićno tkivo mjereno je ultrasonografijom B-moda. Mišićno tkivo je mjereno na sedam mjesta: lateralna podlaktica, nadlaktica, trbuh, prednja i stražnja	Otkrili smo da je debljina mišića stražnjeg dijela natkoljenice u djece predškolske dobi značajno pozitivno povezana s TA, mjereno dnevnim koracima u umjerenom do živahnoj tjelesnoj aktivnosti. Predlažemo da se za cjelokupno zdravlje i dobrobit djece predškolske dobi razine TA trebaju održavati i/ili povećavati, te po

	predškolske dobi u dobi od 3 do 4 godine.		strana bedra te prednja i stražnja potkoljenica.	moгуćnosti pretvoriti u redoviti dio svakodnevnog života.
Sidiqi i sur. (2023)	Cilj je bio ispitati izvedivost korištenja D3Cr metode razrjeđenja za procjenu SMM-a (skeletalna mišićna masa) kod djece u terenskom okruženju zajednice.	4 godina (n=100)	SMM je procijenjena iz ukupne veličine kreatina u tijelu i izračunat pomoću prethodno definirane jednadžbe Ukupna mišićna masa određena je na temelju koncentracije kreatina u mišićnoj masi (4,3 g/kg mišića).	Metoda razrjeđenja D3Cr bila je izvediva u zajedničkom okruženju. Međutim, visoka unutar-djetetova varijabilnost u procjenama SMM-a sugerira potrebu za daljnjom optimizacijom ovog pristupa. Metoda neinvazivnog razrjeđenja kreatina-(metil-D3) (D3Cr) određuje ukupni sadržaj kreatina u tijelu radi procjene SMM-a; ova metoda je potvrđena kod odraslih koristeći MRI, provedena je i ranije kod dojenčadi i korištena u velikim kohortnim studijama i kliničkim ispitivanjima.
Verwaaijen i sur. (2023)	Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinak edukacije deksametazona na sarkopeniju i fizičku slabost u djece s akutnom limfoblastnom leukemijom te istražiti prognostičke čimbenike.	3-18 godina (n=105)	Mišićna masa procijenila se metodom bioelektrične impedancije.	Lošije fizičko stanje na početku terapije deksametazonom (manja mišićna masa, mišićna snaga i sporija sposobnost kretanja) bilo je prognostički za razvoj slabosti nakon terapije deksametazonom.
Ji i sur. (2022)	Cilj istraživanja bio je procijeniti karakteristike tjelesne građe kod djece predškolske dobi niskog rasta.	3-6 godina	Tjelesni sastav mjereno je na principu 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
Brener i sur. (2021)	Cilj ovog istraživanja bio je ispitati interakciju parametara tjelesnog sastava između roditelja i njihove djece kako bi se testirala ta hipoteza.	5-18 godina (n=114)	Primijenjena je metoda bioelektrične impedancije.	Nasljedne osobine tjelesnog sastava bile su prisutne u djetinjstvu, ali ne i u adolescenciji, što sugerira da okolišni utjecaji imaju značajniji učinak tijekom tinejdžerskih godina.
Gallo i sur. (2021)	Cilj ove studije bio je predstaviti vlastitu metodu probira nutritivnog rizika, usporediti je s drugim potvrđenim alatom i objektivnim mjerenjima bioimpedancije. Namjeravali smo preporučiti algoritam probira koji se može koristiti u našim	3-18 (n=109)	Sastav tijela: bioelektrična impedancija, SCAN-upitnik NRS-PC-upitnik	U slučaju niskog ITM-a, mjerenja bioimpedancije pružaju preciznije informacije o mišićnoj masi i nutritivnom riziku. Potrebni su daljnji podaci kako bi se utvrdilo je li NRS-PC dovoljno osjetljiv u slučaju pacijenata s optimalnim ITM-om. Korištenje specifičnih alata za probir i praćenje algoritma probira olakšava procjenu i pruža točnije informacije na temelju kojih se može pružiti bolja

	pedijatrijskim onkološkim ustanovama.			nutritivna skrb. Procjena nutritivnog statusa i primjena nutritivne terapije u skladu s tim može doprinijeti boljem ishodu i preživljavanju pedijatrijskih onkoloških bolesnika.
Sedlak i sur. (2021)	Cilj ove studije bio je opisati i procijeniti promjene sekularnog trenda građe tijela (ITM, tjelesna visina) i sastava tijela (postotak tjelesne masti, mišića i mase kostura) u zdrave češke predškolske djece, između nedavno prikupljenih podataka (2014–2019), te referentni uzorci iz 1990.	4-6 godina (n=758)	Analiza bioimpedancije (BIA) provedena je pomoću InBody 230 koju je proizvođač proglasio primjenjivom za djecu od 3 godine za procjenu sastava tijela (tjelesne masnoće i mišića postoci).	Tjelesna visina i BMI u češke predškolske djece nisu se mijenjali tijekom posljednjih 25 godina, ali su pronađene značajne promjene u tjelesnim komponentama, uz povećanje tjelesne masti i značajno smanjenje aktivne, nemasne tjelesne mase (komponente mišića i skeleta). Utvrđeno je da je situacija kritičnija kod dječaka, a trend je bio jači s dobi u oba spola. Utvrđeno je da se te promjene u komponentama tijela protežu u istom omjeru, tako da se vrijednost nije odrazila na ITM. Ovaj nalaz ukazuje na detaljnu kompleksnu procjenu sastava tijela, otkrivajući razvoj latentne pretilosti čak i u slučaju nepromijenjenog ITM-a, jer ova situacija može dovesti do povećanog rizika od pogoršanja zdravstvenog stanja s godinama.
Vaikunth i sur. (2021)	Cilj je bio opisati DXA-izvedenu iz mineralne gustoće kostiju (MGK) na više mjesta i istražiti odnos između MGK-a i mišićne mase nogu, koja predstavlja zamjenu za opterećenje skeletnih mišića.	5-20 godina (n=46)	Za procjenu sastava tijela koristila se DXA.	Intervencije za povećanje mišićne mase mogu poboljšati nakupljanje kostiju kod mladih s Fontan Physiology.
Wyszyńska i sur. (2021)	Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi povezanost između parametara spavanja i umjerene do snažne tjelesne aktivnosti s indeksima sastava tijela u predškolske djece korištenjem objektivnih mjera.	5-6 godina (n=676)	Sastav tijela procijenio se metodom bioelektrične impedancije.	Kraće trajanje sna i učinkovitost sna bili su povezani s višim postotkom tjelesne masti (BFP) i indeksom tjelesne mase (ITM), te s nižom masom bez masti (FFM) i mišićnom masom. Veći broj perioda spavanja bio je povezan s višim BFP i ITM, te nižim FFM i mišićnom masom. Uočena je negativna povezanost između BFP i umjerene do snažne tjelesne aktivnosti (MVPA). Periodična procjena parametara sna i tjelesne aktivnosti u odnosu na tjelesni sastav kod predškolske djece može se smatrati važnom, posebno kod onih koji su u riziku od pretilosti.

Baranello i sur. (2020)	Naš cilj bio je istražiti povezanost između sastava tijela (BC) i procjena motoričke funkcije specifičnih za spinalnu mišićnu atrofiju (SMA).	1-10 godina (n=88)	Dvojna rendgenska apsorpciometrija (DXA).	Ovo istraživanje je pokazalo da je bolji sastav tijela povezan s većim motoričkim sposobnostima kod pacijenata sa spinalnom mišićnom atrofijom. Rezultati dodatno naglašavaju važnost praćenja nutritivnog statusa u upravljanju pacijentima sa spinalnom mišićnom atrofijom. Sastav tijela pokazuje mogućnost kao potencijalnog biomarkera, ali snaga korelacije nije dovoljno dosljedna za trenutnu primjenu.
Wiech i sur. (2020)	Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti odnos između tjelesnog sastava i tonusa mišića kod djece s cerebralnom paralizom.	4 -18 godina (n=118)	Sastav tijela procijenjen je uz pomoć bioelektrične impedancije.	Rezultati su pokazali niže vrijednosti u parametrima tjelesnog sastava kod djece s cerebralnom paralizom u usporedbi s zdravom djecom, te smanjenje parametara koje se podudaralo s većim tonusom mišića u istraživačkoj skupini.
Wyszyńska i sur. (2020)	Cilj ove studije bio je procijeniti sastav tijela među predškolskom djecom diferenciranom prema razinama objektivno izmjerene tjelesne aktivnosti (TA) i procijeniti je li ispunjavanje trenutnih preporuka za TA povezano s nižim rizikom od pretilosti određenim putem BMI i postotka masnog tkiva.	5-6 godina (n=22)	Za procjenu sastava tijela koristila se metoda bioelektrične impedancije	Dječaci u 3.-5. kvintilu broja koraka dnevno su imali značajno niži postotak masnog tkiva, veću mišićnu masu i TBW (total water body) od svojih vršnjaka u 1. kvintilu.
Cossio Bolanos i sur. (2019)	Cilj ove studije bio je razviti regresijske jednadžbe za procjenu nemasne mase (LM) s antropometrijskim varijablama i predložiti percentile za procjenu prema dobi i spolu.	5-18 godina	Provedeno je skeniranje cijelog tijela s dvostrukom energetskom rendgenskom antropometrijom (DXA) kako bi se ispitala i izmjerila nemasna mišićna masa cijelog tijela.	Četiri predložene jednadžbe bile su prihvatljive u smislu preciznosti i točnosti za procjenu nemasne mase u djece i adolescenata. Percentili su stvoreni pomoću antropometrijskih jednadžbi i stvarnih vrijednosti za DXA. Ovo su temeljni alati za praćenje LM u čileanske djece i adolescenata oba spola. Četiri predložene jednadžbe bile su prihvatljive u smislu preciznosti i točnosti za procjenu nemasne mase u djece i adolescenata. Percentili su stvoreni pomoću antropometrijskih jednadžbi i stvarnih vrijednosti za DXA.

Sánchez Hernández (2019)	Cilj je povezati pokazatelje rasta i prehrambenog statusa s serumskom koncentracijom interleukina 6 (IL-6) i ultraosjetljivog C-reaktivnog proteina (CRP) kod djece s kroničnom bolesti bubrega.	3-16 godina (n=29)	Procjena nemasne tjelesne mase i postotka masnog tkiva provedena je uz pomoć.	Koncentracija interleukina 6 i C-reaktivnog proteina u djece i adolescenata s KBB-om u predijalitičkom stadiju predviđaju jednu petinu i jednu trećinu varijance u pokazateljima akutne i kronične pothranjenosti. Učestalost akutne pothranjenosti i poremećaja rasta bila je klinički značajna. Deficit mišićne mase bio je središnja komponenta pothranjenosti.
Muñoz Esparza i sur. (2019)	Svrha ovog istraživanja bila je procijeniti povezanost antropometrijskih pokazatelja ruke s izravnim pokazateljima nutritivnog statusa kod hospitalizirane djece.	0-18 godina	Procjena mišićne mase ruke utvrđivala se na temelju matematičke formule.	Moguće je dijagnosticirati i kronični i akutni deficit koristeći neizravne pokazatelje ruke, dok indeks tjelesne mase odražava samo akutni deficit. Stoga bi područja ruku bile korisniji pokazatelji u procjeni nutritivnog statusa i dijagnozi kronično-akutne pothranjenosti kod hospitalizirane djece
Oyhenart i sur. (2019)	Cilj ovog istraživanja bio je usporediti opseg središnjeg dijela nadlaktice i izvedene mjere površina mišića ruke i površina masnog tkiva ruke kod dječaka i djevojčica u dobi od 4 do 14 godina iz Argentine s referentnim krivuljama razvijenim za djecu i adolescente u SAD-u na temelju podataka prikupljenih prije 50 i 25 godina.	4-14 godina (n=22726)	Procjena mišićne mase ruke utvrđivala se na temelju matematičke formule.	Rezultati potvrđuju razlike u antropometriji gornjeg dijela ruke argentinskih školske djece u usporedbi s američkim referentnim vrijednostima. Veća količina masnog tkiva i manja masa skeletnih mišića primijećena kod argentinske djece mogla bi djelomično biti povezana s različitim etničkim podrijetlom obiju populacija. Međutim, razlike bi trebalo tumačiti u kontekstu okoline koja potiče pretilost, što je favoriziralo neuravnoteženost kalorija i proteina.
Liu i sur. (2019)	Cilj je bio utvrditi referentne vrijednosti postotka mase skeletnih mišića za kinesku djecu i adolescente specifične za spol i dob.	3-17 godina (n=10818)	Dvoenergetsko rendgensko apsorpciometrijsko skeniranje provedeno je za mjerenje mišićne mase cijelog tijela i mase apendikularnih skeletnih mišića. Lambda-mu-sigma	Ova studija je utvrdila referentne vrijednosti percentila specifične za spol i dob za skeletnu mišićnu masu za kinesku djecu i adolescente u dobi od 3-17 godina.

			metodom dobivene su krivulje percentila indeksa mišićne mase prema spolu i dobi.	
Zhang i sur. (2019)	Svrha ove studije bila je utvrditi da li dvoenergetska rendgenska apsorpcijometrija (DXA) točno procjenjuje masu mišića srednje noge u pokretne djece sa spastičnom cerebralnom paralizom.	5-11 godina (n=31)	DXA i skeniranje cijelog tijela BodyFIX	Statistički modeli temeljeni na DXA točno procjenjuju mišićnu masu noge kod djece s cerebralnom paralizom kada su modeli sastavljeni korištenjem podataka djece s cerebralnom paralizom, a ne tipične djece u razvoju.
Amakye i sur. (2018)	Cilj je bio ispitati povezanost između DII-a (Dijetetski upalni indeks)	6-9 godina (N=466)	Ukupna tjelesna skeletna mišićna masa (TSM), apendikularna skeletna masa (ASM) i apendikularna mršava masa (ALM) određene su pomoću dvoenergetske rendgenske apsorpcijometrije.	DII rezultat bio je obrnuto povezan s masom skeletnih mišića kod dječaka, ali ne i kod djevojčica u dobi od 6-9 godina. Nije primijećena značajna povezanost između DII-a i snage stiska ruke.
Fujii i sur. (2017)	Svrha ovog istraživanja bila je ispitati valjanost sastava tijela uključujući procjenu mase skeletnih mišića korištenjem analize višefrekventne bioelektrične impedancije usporedbom mase tjelesne masti dobivene korištenjem metode analize višefrekventne bioelektrične impedancije i formula indeksa tjelesne mase.	3-6 godina (n=94)	Metoda analize višefrekventne bioelektrične impedancije.	Rezultati pokazuju da se masa skeletnih mišića može pouzdano izmjeriti metodom analize multifrekventne bioelektrične impedancije u djece predškolske dobi.
Hogler i sur. (2017)	Procijeniti učinak vibracije cijelog tijela na gustoću i geometriju kostiju, veličinu i funkciju mišića, pokretljivost i ravnotežu u djece s OI (Osteogenesis Imperfecta).	5-16 godina (N=24)	Varijable kostiju i mišića mjerene dvoenergetskom rendgenskom apsorpcijometrijom (DXA) (kralježnica, kuk, cijelo tijelo) i perifernom kvantitativnom	Povećanje nemasne mase bez promjena u mišićnoj funkciji ili koštanoj masi ukazuje na smanjenu biomehaničku reakciju mišićno-koštane jedinice u djece s OI.

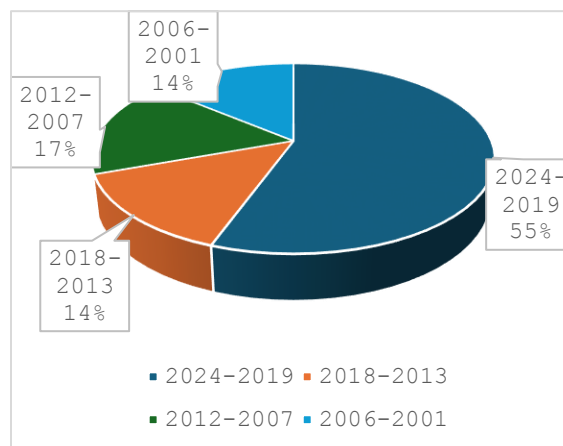
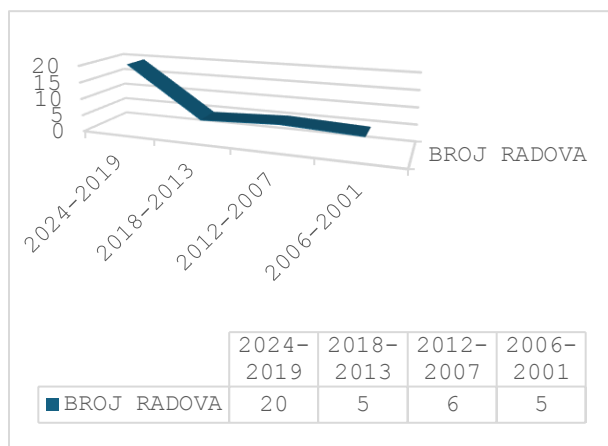
			komputoriziranom tomografijom (tibija).	
Pucillo i sur. (2017)	Procijeniti odnos između fizičke funkcije, mišićne mase i dobi kako bi dali procjenu bolesti (Kongenitalna miotonična distrofija) i pomogli u pripremi za terapijska ispitivanja.	3-13 godina (n=37)	DXA skeniranje cijelog tijela provedeno je na djeci s kongenitalnom miotoničnom distrofijom pomoću stroja Hologic Discovery koji pokreće softver Apex verzije 3.2	Djeca s kongenitalnom miotoničnom distrofijom imaju značajna ograničenja u snazi i pokretljivosti. Provedeni testovi bili su pouzdani, a čista mišićna masa može poslužiti kao koristan biomarker.
Jensen i sur. (2015)	Ispitan je odnos između uobičajenih antropometrijskih indeksa i sastava tijela mjerenog dvoenergetskom rendgenskom apsorpciometrijom (DXA)	3 godine (n=121)	DXA skeniranje	Antropometrijske mjere bile su učinkovitije za mjerenje apsolutne veličine masnog tkiva, nemasne i mišićne mase od njihove relativne veličine.
Ashby i sur. (2011)	Opisati promjene i spolne razlike u mišićno-koštanoj jedinici na različitim mjestima skeleta tijekom pubertetskog razvoja.	5-18 godina (n=442)	Mjerenja mineralnog sadržaja kostiju, nemasne mase i masne mase cijelog tijela, nogu, ruku i lumbalne kralježnice dobivena su dvoenergetskom rendgenskom apsorpciometrijom. Periferna kvantitativna komputorizirana tomografija korištena je za mjerenje dijafize radijusa i površine presjeka mišića srednjeg dijela podlaktice.	Muškarci i žene nakupljaju više mineralnog sadržaja kostiju u odnosu na nemasnu masu na više skeletnih mjesta kako pubertet napreduje. Žene nakupljaju više mineralnog sadržaja kostiju u odnosu na nemasnu masu, u usporedbi s muškarcima, na većini mjesta kostura.
Foster i sur. (2011)	Cilj je bio istražiti povezanost kronične bubrežne bolesti s mišićnim deficitom u djece.	5-21 godina n=143 djece s kroničnom bubrežnom bolesti, n=958	Dvoenergetske rendgenske apsorpciometrijske pretrage (DXA).	Uznapredovale kronične bolesti bubrega povezuju se sa značajnim nedostatkom nemasne mase nogu, što ukazuje na trošenje skeletnih mišića.

		kontrolne skupine		
Sakai i sur. (2011)	Cilj je razjasniti promjene sastava tijela povezane s dobi u smislu postotaka tjelesne masti i mišića u djece predškolske dobi.	3-5 godina (n=533)	Sastav tijela mjereno je pomoću analizatora sastava tijela – bioelektrična impedancija.	Potvrđeno je postojanje komplementarne veze između BMI i postotka masti kod djece predškolske dobi. Nasuprot tome, pronađen je suprotan odnos za BMI i postotke mišića.
Johnson i sur. (2009)	Utvrđiti imaju li djeca s kvadriplegičkom cerebralnom paralizom veću infiltraciju masnog tkiva u skeletne mišiće nego djeca u tipičnom razvoju	5-14 godina (n=12)	Površina poprečnog presjeka masnog tkiva i mišića u sredini bedra procijenjena je magnetskom rezonancijom.	Djeca s kvadriplegičkom cerebralnom paralizom imala su 2,3 puta više međumišićnu masnu masu i 51% nižu mišićnu masu u sredini bedra od kontrolnih ispitanika. Djeca s kvadriplegičkom cerebralnom paralizom imaju veću infiltraciju masnog tkiva skeletnih mišića od djece koja se obično razvijaju, što je povezano s njihovom niskom razinom tjelesne aktivnosti.
Felin i sur. (2007)	Karakterizirati lokalnu geometriju, gustoću i čvrstoću kosti, korištenjem periferne kvantitativne kompjutorizirane tomografije, u usporedbi s općim karakteristikama kostiju izmjerenim pomoću dvostruke rendgenske apsorpciometrije (DXA), te procijeniti njihov odnos s čimbenicima povezanim s bolešću u djece s juvenilnim reumatoidnim artritisom.	4-18 godina (n=48), kontrolna skupina (n=266)	Dvoenergetske rendgenske apsorpciometrijske pretrage (DXA).	Djeca s juvenilnim reumatoidnim artritisom imaju smanjenu veličinu kostura, mišićnu masu, gustoću trabekularne kosti, kortikalnu geometriju kosti i snagu.

Wang i sur. (2007)	Cilj istraživanja bio je izvesti i potvrditi metodu ukupnog tjelesnog kalija za procjenu ukupne tjelesne mase skeletnih mišića kod djece.	5-17 godina (n=116)	Ukupna masa skeletnih mišića je izmjerena korištenjem višeslojne magnetske rezonance.	Budući da model predviđanja ukupne mase skeletnih mišića za odrasle nije primjenjiv za dječju dob, ovo istraživanje pruža nove empirijske jednadžbe predviđanja ukupne mase skeletnih mišića.
Arrowsmith i sur. (2006)	Cilj je bio izmjeriti i procijeniti tjelesne proteine i utvrditi mogu li antropometrija debljine kožnog nabora i DXA predvidjeti tjelesne proteine kod djece sa spastičnom kvadriplegičkom cerebralnom paralizom.	3-19 godina (n=59)	Djeci su mjereni antropometrijski indeksi, nemasna masa tkiva DXA ukupnih tjelesnih proteina neutronsom aktivacijskom analizom.	Tjelesne bjelančevine u djece sa spastičnom kvadriplegičkom cerebralnom paralizom značajno su smanjene s obzirom na dob i visinu. Antropometrija kožnih nabora i DXA pokazuju veliku varijaciju u procjeni tjelesnih proteina u usporedbi s kontrolnom skupinom djece.
Kim i sur. (2006)	Istražiti potencijal dvoenergetske rendgenske apsorpcijometrije (DXA) za mjerenje skeletnog mišića cijelog tijela u pedijatrijskih subjekata.	5-17 godina (n=99)	Kompozicija cijelog tijela i regionalni sastav tijela mjen je dvoenergetskom rendgenskom apsorpcijometrijom (DXA skener).	Novi DXA za mjerenje skeletnog mišića razvijen je za pretpubertetske i pubertetske subjekte (Tannerov stadij ≤ 4) u dobi ≥ 5 godina. DXA stoga pruža važnu priliku za kvantificiranje ukupne tjelesne skeletne mase tijekom većeg dijela ljudskog života.
Stevenson i sur. (2005)	Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti mišićne odjeljke i koštanu snagu kod neurofibromatoze tipa 1 korištenjem periferne kvantitativne kompjutorizirane tomografije	5-18 godina (n=40)	Korištena je periferna kvantitativna kompjutorizirana tomografija za usporedbu mjerenja mišićnih odjeljaka između pojedinaca oboljelih od neurofibromatoze tipa 1 i kontrolne skupine	Podaci pokazuju da oboljelih od neurofibromatoze tipa 1 imaju smanjenu površinu poprečnog presjeka mišića i smanjenu čvrstoća kostiju u odnosu na osobe bez neurofibromatoze tipa 1.
Burnham i sur. (2004)	Cilj istraživanja bio je procijeniti sastav tjelesne mase cijelog tijela u odnosu na visinu i mišićnu masu u djece i mladih odraslih osoba s Chronovom bolesti u usporedbi sa zdravom kontrolnom skupinom te odrediti neovisne učinke rasta,	4-26 godina (104 ispitanika s Chronovom bolesti i 233 zdrave kontrolne osobe)	DXA skener (dvoenergetska rendgenska apsorpcijometrija)	Istraživanje pokazuje važnost razmatranja razlika u veličini i sastavu tijela pri tumačenju DXA podataka u djece s kroničnim upalnim stanjima i pokazuje povezanost između deficita mišićne mase i kostiju kod djece s Chronovom bolesti.

	sazrijevanja, sastava tijela i karakteristika bolesti na deficite sastava tjelesne mase.			
Pietrobelli i sur. (2002)	Ova studija je testirala hipotezu da je u djece i adolescenata nemasna tkivna masa bolji prediktor ukupnog mineralnog sadržaja kostiju nego masna masa.	5-17 godina (n=133)	Metoda dvoenergetske rendgenske apsorpiometrija (DXA)	Ova opažanja podupiru hipotezu da u djece i adolescenata postoji bliska povezanost između mjere nemasne tkivne mase i skeletnih mišića.

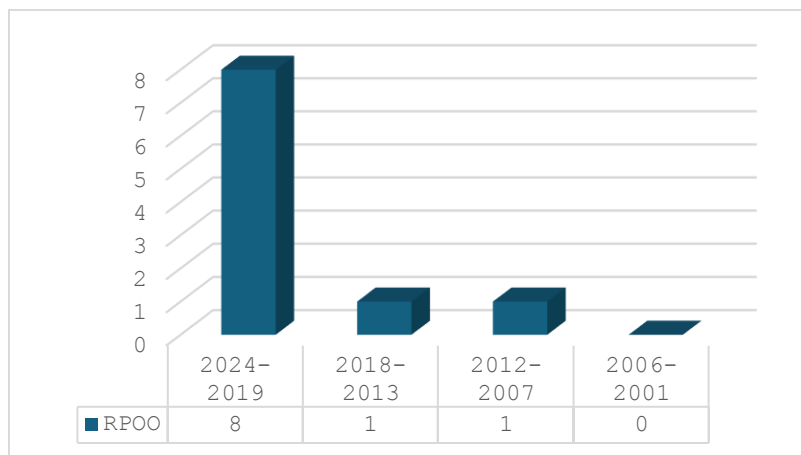
U grafičkim prikazima 1 i 2 može se vidjeti ukupan broj radova u razdoblju od 25 godina koji se bave procjenom ili utvrđivanjem značaja mišićne mase kod djece i mladih. Najmanji broj istraživačkih radova jest u razdoblju od 2000.-2006. godine, a najveći u posljednjih pet godina, njih čak dvadeset. Razdoblje u posljednjih pet godina zauzima udio veći od 50% ciljanih istraživanih radova, u odnosu na razdoblje od 2000.-2018. godine.



Grafički prikazi 1. i 2. Broj radova u razdoblju od 2000-2024. koji se bave procjenom/značajem mišićne mase

U grafičkom prikazu 3., može se vidjeti ukupan broj radova koji se bavio isključivo djecom rane i predškolske dobi. Od ukupno 36 izdvojenih istraživačkih radova, njih 11 obuhvaća uzorak koji je ciljan ovim istraživanjem. Ostali radovi započinju s procjenom mišićne mase u razdoblju rane i predškolske dobi, ali je veliki raspon uzorka. Primjerice u razdoblju od 2000.-2006. godine u

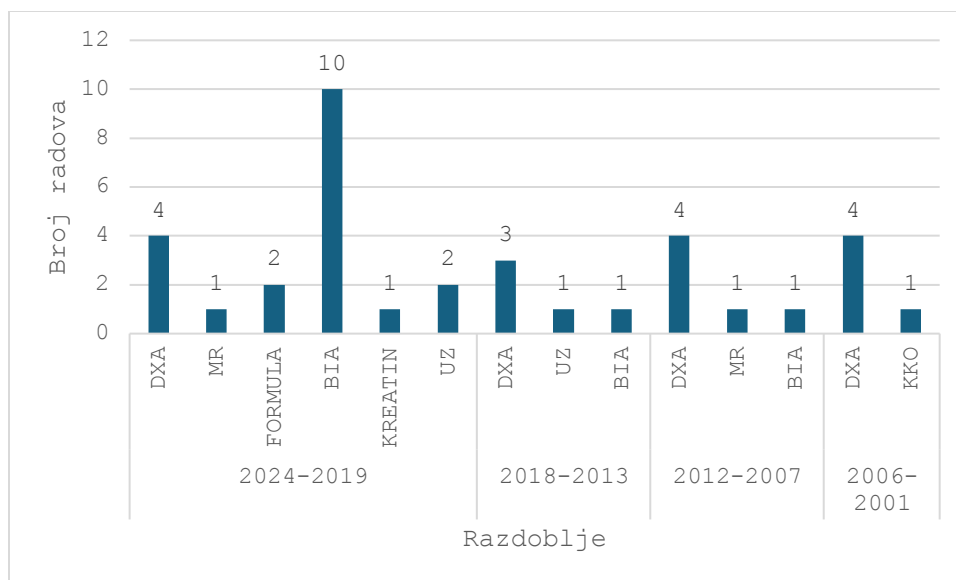
istraživačkim radovima ukupan raspon uzorka jest od 3-26 godine, od 2007.-2012. godine od 4-18 godine, od 2013.-2018. godine od 3-101 godine i od 2019.2024. godine od 3-20 godina što ukazuje na široki raspon istraživanog uzorka.



Legenda: **RPOO**-rana i predškolska dob

Grafički prikaz 3. Ukupan broj radova koji obučava isključivo djecu rane i predškolske dobi

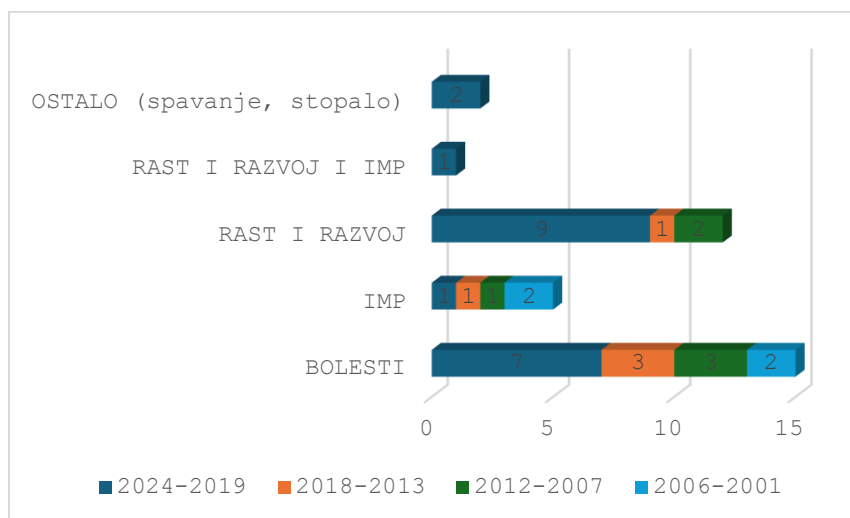
U grafičkom prikazu 4. mogu se vidjeti metode za procjenu mišićne mase. Posljednjih pet godina primijenjivale su se najraznovrsnije metode za procjenu mišićne mase kod djece i mladih: ultrazvuk, koncentracija kreatina, kvantitativna kompjutorizirana tomografija, bioelektrična impedancija, matematičke formulacije, magnetna rezonancija i dvoenergetskom rendgenskom apsorpcijom. Najčešća među navedenim metodama primijenjivala se bioelektrična impedancija. Primjetno je da najveću frekvenciju primjene tijekom promatranog razdoblja ima metoda dvoenergetske rendgenske apsorpcijom (ukupno 16).



Legenda: UV-ultrazvuk, KR-koncentracija kreatina, BIA-bioelektična impedancija, MF- matematičke formulacije, MR-magnetna rezonancija i DXA-dvoenergetskom rendgenskom apsorpcijom

Grafički prikaz 4. Metode za procjenu mišićne mase

U grafičkom prikazu 5 kategorizirala su se područja koje se bave procjenom mišićne mase kod djece i mladih. Tijekom istraživanih razdoblja najčešće se procjenjivao značaj mišićne mase povezan raznim bolestima i poteškoćama, zatim s rastom i razvojem, a potom istraživanja najoptimalnijih metoda za procjenu mišićne mase. U posljednjih pet godina najveća pojavnost procjene mišićne mase jest u kategoriji rasta i razvoja.



Legenda: IMP-istraživačke metode za procjenu mišićne mase

Grafički prikaz 5. Istraživačka područja koja se bave procjenom dječje mišićne mase

Na osnovi dobivenih rezultata istraživanja moguće je zaključiti da je značaj procjene mišićne mase kod djece rastao tijekom godina, a posebno posljednjih pet godina. U posljednjih 25 godina se 11 radova usmjerilo na proučavanje mišićne mase isključivo kod djece rane i predškolske dobi. U istom periodu najveći broj istraživanja bavilo se procjenom mišićne mase povezano s raznim bolestima, dok se posljednjih pet godina mišićna masa procjenjivala kao važan segment rasta i razvoja. Posljednjih pet godina primijenjivale su se najraznovrsnije metode za procjenu mišićne mase kod djece i mladih od kojih je najčešća metoda bioelektrične impedancije. Primjetno je da najveću frekvenciju primjene tijekom cijelog promatranog razdoblja ima metoda dvoenergetske rendgenske apsorpciometrija (ukupno 16).

7. RASPRAVA

Razdoblje u posljednjih pet godina zauzima udio veći od 50% ciljanih istraživanih radova, u odnosu na razdoblje od 2000.-2018. godine. Ovakvi rezultati ukazuju na činjenicu da je važnost procjene mišićne mase kod djece dobila na značaju tijekom godina, a posebno posljednjih pet godina. Upravo se posljednjih pet godina sve više na globalnoj razini ukazuje na problem stanja uhranjenosti, a s obzirom da se mišićna masa smatra važnom komponentom stanja uhranjenosti djece i adolescenata, te se prepoznaje kao neovisni marker metaboličkog zdravlja (McCarthy i sur., 2014) i tjelesne izvedbe koji omogućuje provjeru promjena mišićne mase zbog učinaka tjelesnog treninga (Poortmans i sur., 2005), navedeni nalazi su očekivanjem s obzirom na znanstveni napredak. Dobiveni rezultati potvrđuju prvu istraživačku hipotezu da se tijekom 25-godišnjeg perioda kontinuirano povećava broj istraživanja koja se bave procjenom dječje mišićne mase. Osim navednog, procjena mišićne mase kod djece je važna jer pruža informacije o njihovom rastu, razvoju i općem zdravlju. Također, pomaže u praćenju učinka prehrane, tjelesne aktivnosti i liječenja kod djece s različitim zdravstvenim stanjima. Procjenom mišićne mase kod djece predškolskog uzrasta možemo na vrijeme reagirati i intervenirati te spriječiti razna oboljenja, prilagoditi prehranu djece i njihovu razinu tjelesne aktivnosti. Podacima o procjeni mišićne mase za svako dijete, može se pristupiti djetetu kao pojedincu, individui za sebe, sa svojim specifičnostima, interesima i potrebama (Jovančević, 2015).

U posljednjih 25 godina 11 radova se usmjerilo na proučavanje mišićne mase isključivo kod djece rane i predškolske dobi. Više radova baziralo se na istraživanju i procjeni mišićne mase šire populacije te je obuhvaćalo djecu rane i predškolske dobi, mlade, te osobe srednje i treće životne dobi, pri čemu je vidljiva heterogenost uzorka ali i značaj proučavana tematike tijekom cijelog životnog vijeka. Istraživanja provedena u predškolskoj dobi uglavnom se baziraju na praćenje rasta i razvoja.

Budući da se više od 50% svih istraživanja nalazi u posljednjih pet godina, za očekivati je i da se dogodio napredak u metodama za procjenu mišićne mase. Posljednjih pet godina primijenjivale su se najraznovrsnije metode za procjenu mišićne mase kod djece i mladih čime se potvrdila druga istraživačka hipoteza. Napretkom znanstvenih metoda u području procjene mišićne mase dolazi do primjene sve raznolikijih metoda od kojih je najčešća metoda bioelektrične impedancije. Metoda bioelektrične impedancije (BIA) jest pouzdana, neinvazivna i dostupna metoda široj populaciji. BIA analizu sastava tijela radi na principu električnih signala koji se aktiviraju kontaktom s metalnim elektrodama koji prolaze kroz masno tkivo, mišiće i vodu u tijelu (Musulin i sur., 2017). Primjetno je da najveću ukupno frekvenciju primjene tijekom cijelog promatranog razdoblja ima metoda dvoenergetske rendgenske apsorpcionometrije (DXA). Začeci DXA-e sežu još od prije stotinu godina u svrhu procjene koštane gustoće, te je važna metoda u dijagnosticiranju osteoporoze (Punda, 2022). Ova metoda jest poznata, te se koristi u istraživanjima i kliničkoj praksi za procjenu sastava tijela.

Pregledom istraživanja moguće je zaključiti da su istraživanja provedena s različitim ciljevima. Kako bi se rezultati različitih istraživanja što jasnije prikazali podijeljeni su u pet kategorija: rast i razvoj, metode za procjenu mišićne mase, bolesti/poteškoće i ostalo. Najveći broj istraživanja bavilo se procjenom mišićne mase povezano s bolestima/poteškoćama, dok se posljednjih pet godina mišićna masa procjenjivala kao važan segment rasta i razvoja. Rezultatima ovog istraživanja nije potvrđena posljednja hipoteza ovog istraživanja koja navodi da će procjena mišićne mase kod djece biti najzastupljenija u kategoriji dječjeg rasta i razvoja, iako u posljednjih pet godina njen značaj progresivno raste. Mišićna masa kao dio dječjeg razvoja ima važnu komponentnu u pozitivnoj povezanosti između mišićne mase i sadržaja minerala u kostima (Bielemann i sur., 2016), te kognitivnih i motoričkih izvedbi u ranoj dobi (Subar i sur., 2015). Ima važnu ulogu i u metaboličkim disfunkcijama i kardiovaskularnih bolesti u djece i adolescenata s

niskom mišićnom masom i snagom (Martinez i sur., 2017; Wu i Ballantyne, 2017). Važno je napomenuti da procjena mišićne mase osim u zdravstvenom i razvojnom području ima važnu ulogu i u području sporta jer je snaga mišića pod izravnim utjecajem mišićne mase (Tomlinson i sur., 2016; Kolodziej i Czajka, 2022). Nepovoljne promjene u mišićima mogu biti uzrokovane kliničkim stanjem, ali i lošim prehrabnim navikama i nedovoljnom razinom tjelesne aktivnosti, što se posebno može vidjeti u mnogim populacijama tijekom pandemije u situacijama izolacije [Wells i sur., 2021)]. Nezdrav način života može biti čimbenik koji najlakše utječe na smanjenju mišićnu funkciju. Rano identificirani poremećaji normalnog rasta mišića u djece i ciljane intervencije (npr. intervencije prehrabne i radne terapije) mogu smanjiti rizik od posturalnih defekata, prekomjerne tjelesne mase i pretilosti, kroničnih bolesti, a osobito kardiometaboličkih bolesti (Barbat-Artigas i sur., 2012).

Primjetno je da su istraživanja pedijatrijskog mišićnog sastava rijetka, posebno u samim počecima 21. stoljeća. Tek se manji broj istraživanja bavilo procjenom mišićne mase kod djece, jednim dijelom zbog nedostupnih metoda procjene (npr. dijagnostički centar, laboratorij), dok su danas metode za procjenu puno jednostavnije, dostupnije i moguće ih je terenski primijeniti (npr. dijagnostička vaga). Danas se primjenom dijagnostičke vage za analizu sastava tijela mogu dobiti podaci o postotku masne mase, mišićne mase, tjelesne vode, gustoće kostiju, bazalnog metabolizma i dr.

Detaljnijim pregledom istraživačkih radova uviđa se značaj procjene dječje mišićne mase posebno u kontekstu rasta i razvoja, te njenog značaja kod osoba s poteškoćama i raznim oboljenjima. Mišićni sustav omogućava kretanje, što je čovjekova osnovna biotička potreba, stoga je značaj mišićne mase od neizmjerne važnosti tijekom cijelog životnog vijeka.

8. ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati ukazuju da se tijekom 25-godišnjeg perioda kontinuirano povećava broj istraživanja koja se bave procjenom dječje mišićne mase, čime se ističe da je važnost procjene mišićne mase kod djece dobila na značaju tijekom godina, a posebno posljednjih pet godina. Više od 50% svih istraživanja nalazi se u posljednjih pet godina, gdje su se ujedno primjenjivale i najraznovrsnije metode za procjenu mišićne mase. Najveći broj istraživanja bavilo se procjenom mišićne mase povezano s oboljenjima i zdravstvenim poteškoćama, dok se posljednjih pet godina mišićna masa procjenjivala kao važan segment rasta i razvoja. Na temelju provedenog pregleda istraživanja o procjeni mišićne mase kod djece predškolskog uzrasta, može se utvrditi kako je unatoč značajnom porastu broja istraživanja ovo područje i dalje deficitarno. U periodu od 25 godina, provedeno je samo 11 istraživanja o procjeni dječje mišićne mase – djeca ranog i predškolskog uzrasta. Procjena mišićne mase zazuzima široko područje interesa istraživača kako u području zdravstva, rasta i razvoja, istraživačkih metoda, tako i u području sporta. Nedostatak ovog preglednog istraživanja jest što se nisu uključile i druge baze podataka poput Scopusa ili Web of Science-a. Uključivanjem dodatnih baza dobili bi se još precizniji podaci o pojavnosti, istraživačkim područjima i njihovom značaju. Osim toga, uključivanjem dodatnih ključnih riječi koje jesu srodne mišićnoj masi kod djece predškolske dobi omogućile bi pristup većem broju radova. Najveći doprinos ovog istraživanja jest u činjenici da su se podaci u posljednjih 25 godina o procjeni i značajnosti mišićne mase sumirali i grafički prikazali što predstavlja dobar temelj za daljnja istraživanja. Također, zaključuje se i kako je razvojem znanosti, procjena mišićne mase dostupna široj populaciji i kako je procjena mišićne mase s vremenom dobila na značaju tj. prepoznata je kao važan segment rasta i razvoja kod djece, te su dobiveni rezultati obogatili dosadašnju literaturu o dječjoj mišićnoj masi.

Svjedoci smo sve većeg broja zdravstveno ugrožene djece, stoga se na ove probleme može direktno ili indirektno utjecati povećanjem broja istraživanja o razvoju metoda, značaja i različitih područja u kojima se procjenjuje dječja mišićna masa. Pozitivan istraživački trend sve većeg broja istraživanja o dječjoj mišićnoj masi može utjecati na cjelokupni rast i razvoj svakog pojedinog djeteta, a u skladu s njegovim potrebama.

9. LITERATURA

1. Amakye, W.K., Zhang, Z., Wei, Y., Shivappa, N., Hebert, J.R., Wang, J., Su, Y., i Mao, L. (2018). The relationship between dietary inflammatory index (DII) and muscle mass and strength in Chinese children aged 6-9 years. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 27(6), 1315-1324.
2. Arrowsmith, F.E, Allen, J.R., Gaskin, K.J., Gruca, M.A., Clarke, S.L., Briody, J.N., Howman-Giles, R.B., Somerville, H., I O'Loughlin, E.V. (2006) Reduced body protein in children with spastic quadriplegic cerebral palsy. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 83(3), 613-8.
3. Ashby, R.L., Adams, J.E., Roberts, S.A., Mughal, M.Z., i Ward, K.A. (2011). The muscle-bone unit of peripheral and central skeletal sites in children and young adults. *Osteoporos Int*, 22(1):121-32.
4. Bachman, J.F., Klose, A., Liu, W., Paris, N.D., Blanc, R.S., Schmalz, M., Knapp, E., i Chakkalakal, J.V. (2018). Prepubertal skeletal muscle growth requires Pax7-expressing satellite cell-derived myonuclear contribution. *Development*, 145(20).
5. Baranello, G., De Amicis, R., Arnoldi, M. T., Zanin, R., Mastella, C., Masson, R., Leone, A., Alberti, K., Foppiani, A., Battezzati, A., i Bertoli, S. (2020). Evaluation of body composition as a potential biomarker in spinal muscular atrophy. *Muscle & nerve*, 61(4), 530–534. <https://doi.org/10.1002/mus.26823>.
6. Barbat-Artigas, S., Rolland, Y., Zamboni, M., i Aubertin-Leheudre, M. (2012). How to assess functional status: a new muscle quality index. *The journal of nutrition, health & aging*, 16(1), 67–77. <https://doi.org/10.1007/s12603-012-0004-5>.
7. Bielemann, R.M., Gigante, D.P., i Horta, B.L. (2016). Birth weight, intrauterine growth restriction and nutritional status in childhood in relation to grip strength in adults: from the 1982 Pelotas (Brazil) birth cohort. *Nutrition*, 32(2):228-35.
8. Branco, M.G., Mateus, C., Capelas, M.L., Pimenta, N., Santos, T., Mäkitie, A., Ganhão-Arranhado, S., Trabulo, C., i Ravasco, P. (2023). Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) for the Assessment of Body Composition in Oncology: A Scoping Review. *Nutrients*, 15(22):4792.

9. Brenner, A., Waksman, Y., Rosenfeld, T., Levy, S., Peleg, I., Raviv, A., Interator, H., i Lebenthal, Y. (2021). The heritability of body composition. *BMC pediatrics*, 21(1), 225. <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02695-z>.
10. Burnham, J.M., Shults, J., Semeao, E., Foster, B., Zemel, B.S., Stallings, V.A., Leonard, M.B. (2004) Whole body BMC in pediatric Crohn disease: independent effects of altered growth, maturation, and body composition. *J Bone Miner Res.*, 19(12):1961-8. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1359/JBMR.040908>.
11. Čerimagić, D. (2019). Uloga EMNG-a u neurološkoj praksi. *Medicus*, 28(1).
12. Chesley, A., MacDougall, J.D., Tarnopolsky, M.A., Atkinson, S.A., i Smith, K. (1985). Changes in human muscle protein synthesis after resistance exercise. *J Appl Physiol*, 73(4), 1383-8. <https://doi.org/10.1152/jappl.1992.73.4.1383>.
13. Cossio Bolaños, M. A., Andruske, C. L., de Arruda, M., Sulla-Torres, J., Urra-Albornoz, C., Rivera-Portugal, M., Luarte-Rocha, C., Pacheco-Carrillo, J., i Gómez-Campos, R. (2019). Muscle Mass in Children and Adolescents: Proposed Equations and Reference Values for Assessment. *Frontiers in endocrinology*, 10, 583. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00583>.
14. Deng, P., Ozaki, H., Natsume, T., Ishihara, Y., Ke, D., Suzuki, K., i Naito, H. (2023). Relationship between Skeletal Muscle Thickness and Physical Activity in 4- to 6-Year-Olds in Japan. *Children (Basel, Switzerland)*, 10(3), 455. <https://doi.org/10.3390/children10030455>.
15. Deng, P., Ozaki, H., Natsume, T., Ke, D., Lu, D., Suzuki, K., i Naito, H. (2023). Associations of Morphological Changes in Skeletal Muscles of Preschool Children in China Following Physical Activity. *Children (Basel, Switzerland)*, 10(9), 1538. <https://doi.org/10.3390/children10091538>.
16. Dotan, R., Mitchell, C., Cohen, R., Klentrou, P., Gabriel, D., i Falk, B. (2012). Child-adult differences in muscle activation--a review. *Pediatric exercise science*, 24(1), 2–21. <https://doi.org/10.1123/pes.24.1.2>.
17. Felin, E. M., Prahalad, S., Askew, E. W., i Moyer-Mileur, L. J. (2007). Musculoskeletal abnormalities of the tibia in juvenile rheumatoid arthritis. *Arthritis and rheumatism*, 56(3), 984–994. <https://doi.org/10.1002/art.22420>.

18. Foster, B. J., Kalkwarf, H. J., Shults, J., Zemel, B. S., Wetzsteon, R. J., Thayu, M., Foerster, D. L., i Leonard, M. B. (2011). Association of chronic kidney disease with muscle deficits in children. *Journal of the American Society of Nephrology: JASN*, 22(2), 377–386. <https://doi.org/10.1681/ASN.2010060603>.
19. Fujii, K., Ishizaki, A., Ogawa, A., Asami, T., Kwon, H., Tanaka, A., Sekiya, N., & Hironaka, S. (2017). Validity of using multi-frequency bioelectrical impedance analysis to measure skeletal muscle mass in preschool children. *Journal of physical therapy science*, 29(5), 863–868. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.863>.
20. Gallo, N., Horvath, K., Czuppon, K., Tomsits, E., Felegyhazi, E., i Kovacs, G.T. (2021). Different nutritional screening tools and recommended screening algorithm for pediatric oncology patients. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 40(6), 3836–3841. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.05.013>.
21. Guyton, A.C., i Hall, J.E. (2012) *Medicinska fiziologija*. Dvanaesto izdanje. Zagreb. Medicinska naklada.
22. Högler, W., Scott, J., Bishop, N., Arundel, P., Nightingale, P., Mughal, M. Z., Padidela, R., Shaw, N., i Crabtree, N. (2017). The Effect of Whole Body Vibration Training on Bone and Muscle Function in Children With Osteogenesis Imperfecta. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 102(8), 2734–2743. <https://doi.org/10.1210/jc.2017-00275>.
23. Horstman, A. i Stuelsatz, P. (2022). Muscle growth in children. *The NEST*, 49, 5-6.
24. Jensen, S. M., Mølgaard, C., Ejlerskov, K. T., Christensen, L. B., Michaelsen, K. F., i Briend, A. (2015). Validity of anthropometric measurements to assess body composition, including muscle mass, in 3-year-old children from the SKOT cohort. *Maternal & child nutrition*, 11(3), 398–408. <https://doi.org/10.1111/mcn.12013>.
25. Ji, Y. T., Li, L. L., Cai, S. Z., i Shi, X. Y. (2022). Body composition in preschool children with short stature: a case-control study. *BMC pediatrics*, 22(1), 98. <https://doi.org/10.1186/s12887-022-03159-8>.
26. Johnson, D. L., Miller, F., Subramanian, P., i Modlesky, C. M. (2009). Adipose tissue infiltration of skeletal muscle in children with cerebral palsy. *The Journal of pediatrics*, 154(5), 715–720. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2008.10.046>.

27. Jones, & Stratton, G. (2000). Muscle function assessment in children. *Acta paediatrica* (Oslo, Norway : 1992), 89(7), 753–761.
28. Jovančević, M., Jovančević, S., i Školnik-Popović, V. (2015). Pretilost djece: nove spoznaje i zadaće. *Medicinski vjesnik*, 47 (1-2), 117-125.
29. Karoly, D. (2005). Građa skeletnog mišića, *Meso*, 7(3).
30. Kenney, W.L, Willmore J, i Costil, D. (2011). Physiology of sport and exercise. *Human Kinetics*, 29-46.
31. Kim, J., Shen, W., Gallagher, D., Jones, A., Jr, Wang, Z., Wang, J., Heshka, S., i Heymsfield, S. B. (2006). Total-body skeletal muscle mass: estimation by dual-energy X-ray absorptiometry in children and adolescents. *The American journal of clinical nutrition*, 84(5), 1014–1020. <https://doi.org/10.1093/ajcn/84.5.1014>.
32. Kołodziej, M. i Czajka, K. (2022). Skeletal muscle quality in 6- and 7-y-old children assessed using bioelectrical impedance analysis. *Nutrition*, 96:111568.
33. Kopaczyńska, A., Bober, A., Puk, A., i Chwałczyńska, A. (2024). Evaluation of Foot Structure in Preschool Children Based on Body Mass. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 30, e943765. <https://doi.org/10.12659/MSM.943765>.
34. Kragić, B. (1992) *Hrvatska enciklopedija-mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2024. Pristupljeno 15.5.2024. <https://medicinski.lzmk.hr/clanak/misicna-kontrakcija>.
35. Liu, J., Yan, Y., Xi, B., Huang, G., i Mi, J. (2019). Skeletal muscle reference for Chinese children and adolescents. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.*, 10(1), 155-164.
36. Martinez, E. E., Smallwood, C. D., Quinn, N. L., Ariagno, K., Bechard, L. J., Duggan, C. P., i Mehta, N. M. (2017). Body Composition in Children with Chronic Illness: Accuracy of Bedside Assessment Techniques. *The Journal of pediatrics*, 190, 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.07.045>.
37. Matković, B. i Ružić, L. (2009). *Fiziologija sporta i vježbanja*. Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta u Zagrebu, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
38. McCarthy, H. D., Samani-Radia, D., Jebb, S. A., i Prentice, A. M. (2014). Skeletal muscle mass reference curves for children and adolescents. *Pediatric obesity*, 9(4), 249–259. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2013.00168.x>.

39. McCuller, C., Jessu, R. i Callahan, A.L. (2023). *Physiology, Skeletal Muscle*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
40. McKay, M.J., Baldwin, J.N., Ferreira, P., Simic, M., Vanicek, N., Burns, J. (2017) 1000 Norms Project Consortium. Normative reference values for strength and flexibility of 1,000 children and adults. *Neurology.*, 88(1), 36-43.
41. Millard, R. (2014) *Canine rehabilitation and physical therapy*. Philadelphia, Elsevier Saunders. 162-179.
42. Muñoz Esparza, N. C., Vasquez-Garibay, E. M., Larrosa Haro, A., i Romero Velarde, E. (2019). Relationship of anthropometric indexes and indicators of body composition by arm anthropometry on hospitalized pediatric patients. Relación entre índices antropométricos e indicadores de composición corporal por antropometría de brazo en pacientes pediátricos hospitalizados. *Nutricion hospitalaria*, 36(3), 611–617. <https://doi.org/10.20960/nh.2309>.
43. Musulin, J., Baretić, M., i Šimegi-Đekić, V. (2017). Procjena sastava tijela u bolesnika s tipom 1 šećerne bolesti metodom bioelektrične impedancije. *Liječnički vijesnik*, 139 (9-10).
44. Orsso, C. E., Tibaes, J. R. B., Oliveira, C. L. P., Rubin, D. A., Field, C. J., Heymsfield, S. B., Prado, C. M., i Haqq, A. M. (2019). Low muscle mass and strength in pediatrics patients: Why should we care?. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 38(5), 2002–2015. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.04.012>.
45. Oyhenart, E. E., Castro, L. E., Garraza, M., Cesani, M. F., Torres, M. F., Quintero, F. A., Dahinten, S. L., Alfaro, E. L., Bejarano, I. F., Carrillo, R. Á., Dip, N. B., Lomaglio, D., Marrodán, M. D., Menecier, N., Navazo, B., Román, E. M., Zonta, M. L., i Dipierri, J. E. (2019). Comparative study of mid-upper arm circumference, arm muscle area and arm fat area percentiles in Argentinean and US children aged 4-14 years. Estudio comparativo de los percentiles de circunferencia, área muscular y área grasa del brazo en niños argentinos y estadounidenses de 4-14 años. *Nutricion hospitalaria*, 36(3), 552–562. <https://doi.org/10.20960/nh.02426>.
46. Periasamy, M., Herrera, J. L., i Reis, F. C. G. (2017). Skeletal Muscle Thermogenesis and Its Role in Whole Body Energy Metabolism. *Diabetes & metabolism journal*, 41(5), 327–336. <https://doi.org/10.4093/dmj.2017.41.5.327>.

47. Pietrobelli, A., Faith, M. S., Wang, J., Brambilla, P., Chiumello, G., i Heymsfield, S. B. (2002). Association of lean tissue and fat mass with bone mineral content in children and adolescents. *Obesity research*, 10(1), 56–60. <https://doi.org/10.1038/oby.2002.8>.
48. Platzer, W. (2003). *Priručni anatomski atlas*. Medicinska naklada, Zagreb.
49. Poortmans, J. R., Boisseau, N., Moraine, J. J., Moreno-Reyes, R., i Goldman, S. (2005). Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(2), 316–322. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000152804.93039.ce>
50. Pucillo, E.M., Dibella, D.L., Hung, M., Bounsanga, J., Crockett, B., Dixon, M., Butterfield, R.J., Campbell, C., i Johnson, N.E. (2017). Physical function and mobility in children with congenital myotonic dystrophy. *Muscle Nerve*, 56(2), 224-229.
51. Punda, M. (2022). Densitometrija kao zlatni standard u dijagnostici osteoporoze. *Medicus*, 32(2):185-192.
52. Sakai, T., Demura, S., i Fujii, K. (2011). Age-related changes of body composition structure based on differences in morphological qualities of Japanese preschool children. *Journal of physiological anthropology*, 30(6), 213–221. <https://doi.org/10.2114/jpa2.30.213>.
53. Sánchez Hernández, K. V., Larrosa-Haro, A., González Hita, M., Martín Del Campo López, F., Chávez Palencia, C., Pérez Cortez, G., Sandoval Pamplona, J., i Rivera León, É. (2019). Interleukine 6 and C-reactive protein predict growth impairment and acute malnutrition in children and adolescents with chronic kidney disease. La interleucina 6 y la proteína C-reactiva predicen el retraso del crecimiento y la desnutrición aguda en niños y adolescentes con enfermedad renal crónica. *Nutricion hospitalaria*, 36(6), 1248–1253. <https://doi.org/10.20960/nh.02640>.
54. Sayer, A. A., Syddall, H., Martin, H., Patel, H., Baylis, D., & Cooper, C. (2008). The developmental origins of sarcopenia. *The journal of nutrition, health & aging*, 12(7), 427–432. <https://doi.org/10.1007/BF02982703>
55. Schoenfeld, B.J., i Grgic, J. (2020). Effects of range of motion on muscle development during resistance training interventions: A systematic review. *SAGE Open Med.* 21:8:
56. Sedlak, P., Pařízková, J., Samešová, D., Musálek, M., Dvořáková, H., i Novák, J. (2020). Secular Changes in Body Build and Body Composition in Czech Preschool

- Children in the Context of Latent Obesity. *Children (Basel, Switzerland)*, 8(1), 18. <https://doi.org/10.3390/children8010018>.
57. Shepherd, J.A., Bennett, N. K., Sommer, M.J., i Heymsfield, S.B. (2017). Body composition by DXA. *Bone*. 104, 101-105.
58. Sidiqi, A., Fariha, F., Shanta, S. S., Dasiewicz, A., Mahmud, A. A., Moore, D. R., Shankaran, M., Hellerstein, M. K., Evans, W. J., Gernand, A. D., Islam, M. M., Abrams, S. A., Harrington, J., Nyangau, E., Roth, D. E., i O'Callaghan, K. M. (2023). Estimation of skeletal muscle mass in 4-year-old children using the D3-creatine dilution method. *Pediatric research*, 94(3), 1195–1202. <https://doi.org/10.1038/s41390-023-02587-1>.
59. Stevenson, D. A., Moyer-Mileur, L. J., Carey, J. C., Quick, J. L., Hoff, C. J., i Viskochil, D. H. (2005). Case-control study of the muscular compartments and osseous strength in neurofibromatosis type 1 using peripheral quantitative computed tomography. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, 5(2), 145–149.
60. Tomlinson, D., Erskine, R., Morse, C., Winwood, K., i Onambélé-Pearson, G. (2016). The impact of obesity on skeletal muscle strength and structure through adolescence to old age. *Biogerontology*, 17, 467–483.
61. Vaikunth, S.S., Leonard, M.B., Whitehead, K.K., Goldberg, D.J., Rychik, J., Zemel, B.S., i Avitabile, C.M. (2021). Deficits in the Functional Muscle-Bone Unit in Youths with Fontan Physiology. *The Journal of pediatrics*, 238, 202–207. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2021.06.068>.
62. Verwaaijen, E.J., van Hulst, A.M., Hartman, A., Pieters, R., Fiocco, M., Pluijm, S.M. F., van Litsenburg, R.R.L., Grootenhuis, M.A., van den Akker, E.L.T., i van den Heuvel-Eibrink, M.M. (2023). Physical frailty deteriorates after a 5-day dexamethasone course in children with acute lymphoblastic leukemia, results of a national prospective study. *Cancer medicine*, 12(24), 22304–22315. <https://doi.org/10.1002/cam4.6779>.
63. Wang, Z., Heshka, S., Pietrobelli, A., Chen, Z., Silva, A. M., Sardinha, L. B., Wang, J., Gallagher, D., i Heymsfield, S. B. (2007). A new total body potassium method to estimate total body skeletal muscle mass in children. *The Journal of nutrition*, 137(8), 1988–1991. <https://doi.org/10.1093/jn/137.8.1988>.

64. Wells, J. C., Williams, J. E., Ward, L. C., i Fewtrell, M. S. (2021). Utility of specific bioelectrical impedance vector analysis for the assessment of body composition in children. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 40(3), 1147–1154. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.07.022>.
65. Więch, P., Ćwirlej-Sozańska, A., Wiśniowska-Szurlej, A., Kilian, J., Lenart-Domka, E., Bejer, A., Domka-Jopek, E., Sozański, B., i Korczowski, B. (2020). The Relationship Between Body Composition and Muscle Tone in Children with Cerebral Palsy: A Case-Control Study. *Nutrients*, 12(3), 864. <https://doi.org/10.3390/nu12030864>.
66. Wu, H., i Ballantyne, C. M. (2017). Skeletal muscle inflammation and insulin resistance in obesity. *The Journal of clinical investigation*, 127(1), 43–54. <https://doi.org/10.1172/JCI88880>.
67. Wszyńska, J., Matłosz, P., Asif, M., Szybisty, A., Lenik, P., Dereń, K., Mazur, A., i Herbert, J. (2021). Association between objectively measured body composition, sleep parameters and physical activity in preschool children: a cross-sectional study. *BMJ open*, 11(1).
68. Wszyńska, J., Matłosz, P., Szybisty, A., Lenik, P., Dereń, K., Mazur, A., i Herbert, J. (2020). Obesity and Body Composition in Preschool Children with Different Levels of Actigraphy-Derived Physical Activity-A Cross-Sectional Study. *Journal of clinical medicine*, 9(4), 1210. <https://doi.org/10.3390/jcm9041210>.
69. Zhang, C., Whitney, D. G., Singh, H., Slade, J. M., Shen, Y., Miller, F., i Modlesky, C. M. (2019). Statistical Models to Assess Leg Muscle Mass in Ambulatory Children With Spastic Cerebral Palsy Using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *Journal of clinical densitometry: the official journal of the International Society for Clinical Densitometry*, 22(3), 391–400. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2018.12.004>.