

ZNAČAJ I PROCJENA DJEČJE MIŠIĆNE MASE

Iris Gabrić¹, Sanja Ljubičić¹

¹Učiteljski fakultet, Sveučilišta u Rijeci

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 od 2000.-2024. i radovima koji su cjelovito dostupni. Podaci su obrađeni u program Microsoft Excel (Office, 2019) te su prikazani u obliku tablica i grafikona. Pronađeno je ukupno 36 radova koji su odgovarali kriterijima. Rezultati su pokazali da je broj istraživanja o procjeni dječje mišićne mase u porastu posljednjih pet godina posebno u području zdravstvenih poteškoća. Primjetno i da se s godinama povećala raznolikost metoda za procjenu mišićne mase. 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

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.

Mišići su aktivni sudionici lokomotornog sustava koji podrazumijeva koštani, zglobovi 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 jedni 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).

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 (Horstman i Stuelsatz, 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. Karakteristika djetinjstva jest da se mišićni rast događa kada sinteza mišićnih proteina premašuje razgradnju mišićnih proteina (Horstman i Stuelsatz, 2022) čiji je opseg određen brzinom sinteze proteina koja proizlazi iz aktivnosti svake pojedinačne jezgre, kao i brojem jezgri u svakom mišićnom vlaknu. 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. 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).

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

2. Metodologija istraživanja

2.1. Opis protokola istraživanja

Primijenjena je metoda analize sadržaja, u bazi istraživačkih radova PUBMED. U elektroničkoj pretrazi literature primijenilo se četiri osnovna kriterija: (1) relevantni članci na engleskom jeziku; (2) period istraživanja – od 2000.-2024. (do 20. svibnja 2024. godine); (3) ključne riječi: muscle mass in preschool children; (4) cjelovito dostupni radovi povezani s predmetom istraživanja.

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

- Broj radova koji zadovoljavaju kriterij dobi djece
- Metode za procjenu dječje mišićne mase
- Istraživačka područja povezana s dječjom mišićnom masom

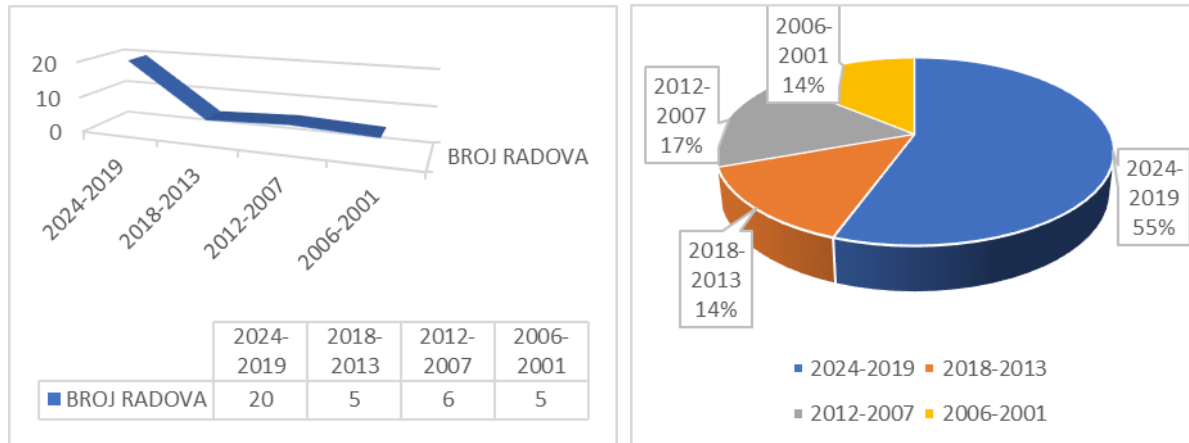
2.2. Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka provela se u program Microsoft Excel (Office, 2019). Podaci su obrađeni putem frekvencija te su grafički prikazani pomoću 3D strukturnog kruga i 3D stupaca.

3. Rezultati

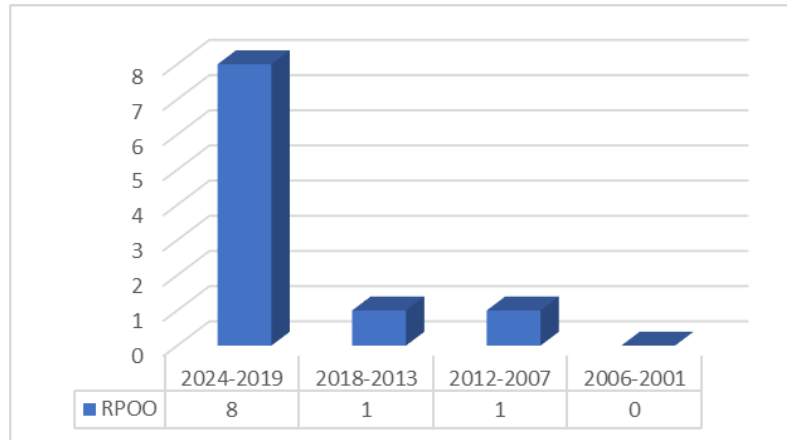
U grafičkim prikazima 1 i 2 može se vidjeti ukupan broj radova u razdoblju od 25 godina koji se bave procjenom ili utvrđivanjem značaja mišićne mase kod djece i mladih. Prema zadanim kriterijima u daljnjoj analizi sadržaja obrađeno je 36 radova. Najmanji broj istraživačkih radova na zadanu temu jest 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.



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

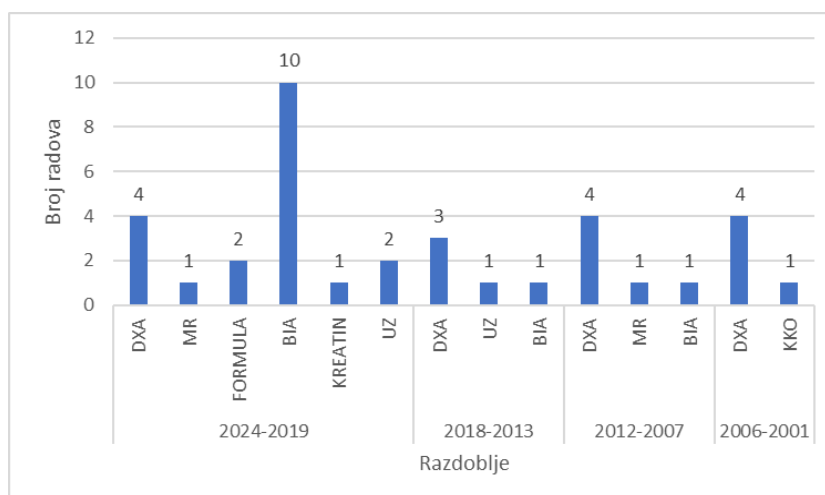
U grafičkom prikazu 3, može se vidjeti ukupan broj radova koji se bavio isključivo djecom rane i predškolske dobi. Od ukupno 36 izdvojenih radova, 11 radova se bavi isključivo djecom rane i predškolske dobi. Ostali radovi započinju s procjenom mišićne mase u razdoblju rane i predškolske dobi, ali obuhvaća i razdoblje mladenaštva, odraslosti ili treće životne dobi. U razdoblju od 2000.-2006. godine 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. godine života što ukazuje na široki raspon istraživanih uzorka.



Legenda: RPOO-rana i predškolska dob

Graf 3. Ukupan broj radova koji obuhvaća isključivo djecu rane i predškolske dobi

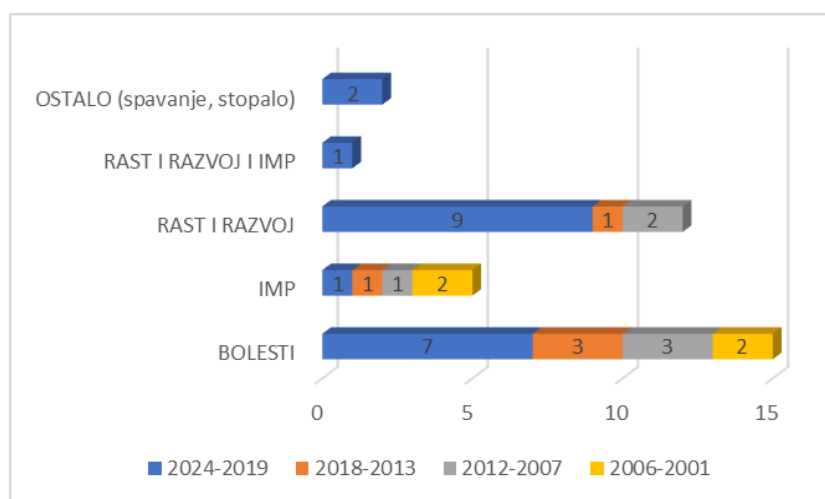
Posljednjih pet godina primjenjivale su se najraznovrsnije metode za procjenu mišićne mase kod djece i mladih: ultrazvuk, koncentracija kreatina, kvantitativna kompjutorizirana tomografija, bioelektrična impedancija, matematičke formulacije, magnetna rezonancija i dvoenergetskom rendgenskom apsorpcijom (graf 4). Najčešća među navedenim metodama primjenjivala se bioelektrična impedancija. Najveću frekvenciju primjene tijekom promatranog razdoblja ima metoda dvoenergetske rendgenske apsorpcijom (f=16).



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

Graf 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 istraživanog razdoblja najčešće se procjenjivao značaj mišićne mase povezan sa zdravstvenim poteškoćama, zatim, rastom i razvojem, a potom istraživanja koja se odnose na metode 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

Graf 5. Istraživačka područja koja se bave procjenom dječje mišićne mase

Na temelju rezultata istraživanja moguće je zaključiti da je značaj procjene dječje mišićne mase 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 bavio se procjenom mišićne mase povezano sa zdravstvenim poteškoćama, dok se posljednjih pet godina mišićna masa procjenjivala kao važan segment rasta i razvoja. Posljednjih pet godina primjenjivale su se najraznovrsnije metode za procjenu dječje mišićne mase od kojih se istaknula analiza bioelektične impedancije. Primjetno je da najveću frekvenciju primjene tijekom cijelog promatranog razdoblja ima metoda dvoenergetske rendgenske apsorpcijom.

4. Rasprava

Razdoblje od posljednjih pet godina zauzima više od 50% ciljanih istraživanih radova, u odnosu na razdoblje od 2000.-2018. godine. Ovi rezultati ukazuju na progresivan rast u važnosti procjene dječje mišićne mase tijekom godina. Globalno se sve više prepoznaje problem stanja uhranjenosti, a budući da se mišićna masa smatra ključnom komponentom stanja uhranjenosti djece i adolescenata, te je prepoznata kao neovisni pokazatelj metaboličkog zdravlja (McCarthy i sur., 2014) i tjelesne izvedbe, koja omogućuje praćenje promjena mišićne mase uslijed tjelesnog vježbanja (Poortmans i sur., 2005). Procjena dječje mišićne mase 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. U posljednjih 25 godina 11 radova se usmjerilo na proučavanje mišićne mase isključivo kod djece rane i predškolske dobi. Većina radova bazirala se na istraživanje i procjenu mišićne mase šire populacije te je obuhvaćalo djecu rane i predškolske dobi, mlade, osobe srednje i treće životne dobi pri čemu je vidljiva heterogenost uzorka, ali i značaj proučavane tematike tijekom cijelog životnog vijeka.

Budući da se više od 50% svih istraživanja nalazi u razdoblju posljednjih pet godina, za očekivati je i da se dogodio napredak u metodama za procjenu mišićne mase. Posljednjih pet godina primjenjivale su se najraznovrsnije metode za procjenu mišićne mase kod djece i mladih od kojih se istaknula metoda bioelektrične impedancije (BIA). Metoda bioelektrične impedancije jest pouzdana, neinvazivna i dostupna metoda široj populaciji. BIA analiza sastava tijela radi po 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 dijagnostiranju osteoporoze (Punda, 2022). Ova metoda jest pouzdana, 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, zdravstvene poteškoće i ostalo. Najveći broj istraživanja bavilo se procjenom mišićne mase povezano sa zdravstvenim poteškoćama, dok se posljednjih pet godina mišićna masa procjenjivala kao važan segment rasta i razvoja. Mišićna masa kao dio dječjeg razvoja ima važnu komponentu u pozitivnoj povezanosti između mišićne mase i sadržaja minerala u kostima (Bielemann i sur., 2016), 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 prehrambenim 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. prehrambene intervencije 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 bavio 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. Mišićni sustav omogućava kretanje, što je čovjekova osnovna biotička potreba, stoga je značaj mišićne mase od neizmjerne važnosti tijekom cijelog životnog vijeka.

5. 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 od kojih se ističe metoda bioelektrične impedancije i metoda dvoenergetske rendgenske apsorpcionometrije. Najveći broj istraživanja bavilo se procjenom mišićne mase povezano sa 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 zauzima 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 od posljednjih 25 godina o procjeni i značajnosti dječje 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.

6. Literatura

1. 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).
2. 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>.
3. 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.

4. 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>.
5. Groen, B.B, Horstman, A.M., Hamer, H.M., de Haan, M., van Kranenburg, J., Bierau, J., Poeze, M., Wodzig, W.K., Rasmussen, B.B., van Loon, L.J. (2015). Post-Prandial Protein Handling: You Are What You Just Ate. *PLoS One*, 10(11): e0141582.
6. Horstman, A. i Stuelsatz, P. (2022). Muscle growth in children. *The NEST*, 49, 5-6.
7. Kołodziej, M. i Czajka, K. (2022). Skeletal muscle quality in 6- and 7-y-old children assessed using bioelectrical impedance analysis. *Nutrition*, 96:111568.
8. 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>.
9. Matković, B., Ružić, L. (2009). Fiziologija sporta i vježbanja. Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta i Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
10. 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>.
11. McCuller, C., Jessu, R. i Callahan, A.L. (2023). *Physiology, Skeletal Muscle*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
12. 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).
13. 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*, 38(5), 2002–2015. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.04.012>.
14. 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>
15. Punda, M. (2022). Denzitometrija kao zlatni standard u dijagnostici osteoporoze. *Medicus*, 32(2):185-192.
16. 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>
17. 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.
18. 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*, 40(3), 1147–1154. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.07.022>.
19. 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>.