

# Utjecaj unosa proteina na očuvanje mišićne mase, snage i funkcije kod starijih osoba

---

Šarić, Marta

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:923609>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-02**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu**

**Prehrambeno – biotehnološki fakultet**

**Preddiplomski studij**

**Nutricionizam**

**Marta Šarić**

7701/N

**UTJECAJ UNOSA PROTEINA NA OČUVANJE MIŠIĆNE  
MASE, SNAGE I FUNKCIJE KOD STARIJIH OSOBA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet: Kemija i biokemija hrane**

**Mentor: prof.dr.sc. Irena Landeka Jurčević**

**Zagreb, 2021.**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

**Sveučilište u Zagrebu**

**Prehrambeno – biotehnološki fakultet**

**Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam**

**Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda**

**Laboratorij za kemiju i biokemiju hrane**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti**

**Znanstveno polje: Nutricionizam**

**Utjecaj unosa proteina na očuvanje mišićne mase, snage i funkcije kod starijih osoba**

**Marta Šarić, 0058213670**

**Sažetak:** Pravilna prehrana je važan čimbenik za održavanje zdravlja i maksimalne kvalitete života u podmakloj životnoj dobi. Starenje je proces spontanih i postupnih promjena organizma koji dovodi do slabljenja fizioloških funkcija, propadanja tkiva i organa. Javlja se sarkopenija, odnosno progresivan gubitak mišićne mase, snage i funkcije. Stručnjaci starijim osobama preporučuju unos proteina između 0,8 i 1,2 g/kg/dan ili više. Postoji pozitivna korelacija unosa proteina i tjelesne aktivnosti s očuvanjem mišićne, ali i koštane mase.

**Ključne riječi:** unos proteina, starije osobe, sinteza proteina, mišići, tjelesna aktivnost

**Rad sadrži:** 23 stranice, 2 slike, 7 tablica, 31 literaturni navod

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen i u knjižnici Prehrambeno – biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** prof.dr.sc. Irena Landeka Jurčević

**Dan obrane:**

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb

Faculty of Food Technology and Biotechnology

University undergraduate study Nutrition

Department of Food Quality Control

Laboratory for Food Chemistry and Biochemistry

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Nutrition

**The impact of dietary protein to preserve muscle mass, strength and function in the elderly**

**Marta Šarić, 0058213670**

**Abstract:** Proper nutrition is an important factor in maintaining health and maximum quality of life in old age. Aging is a process of spontaneous and gradual changes in the body that leads to a weakening of physiological functions, deterioration of tissues and organs. Sarcopenia is progressive loss of muscle mass, strength and function. Experts in the field of protein and aging recommended a protein intake between 0,8 and 1,2 g/kg/day or higher for elderly adults. There is a positive correlation between protein intake and physical activity with the preservation of muscle mass, but also bone mass.

**Keywords:** protein intake, elderly, protein synthesis, muscle, physical activity

**Thesis contains:** 23 pages, 2 figures, 7 tables, 31 references

**Original in:** Croatian

**Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** PhD Irena Landeka Jurčević, Full professor

**Defence date:**

## SADRŽAJ

1.UVOD.....	1
2.OPTIMALAN UNOS PROTEINA.....	2
2.1.Optimalni dnevni unos proteina u starijih.....	6
2.2.Dnevna distribucija proteina.....	7
3.IZVORI PROTEINA.....	8
3.1.Proteini životinjskog podrijetla.....	8
3.2.Proteini biljnog podrijetla.....	10
3.3.Kvaliteta proteina.....	12
4.SINTEZA PROTEINA U MIŠIĆIMA OVISNO O UNOSU PROTEINA.....	14
4.1.Proteini sirutke.....	16
4.2.Uloga proteina u očuvanju zdravlja kostiju.....	17
5.EFEKT TJELESNE AKTIVNOSTI NA SINTEZU PROTEINA U MIŠIĆIMA OVISNO O UNOSU PROTEINA.....	18
6.ZAKLJUČAK.....	20
7.POPIS LITERATURE.....	21

## **1.UVOD**

Poznato je kako pravilna prehrana utječe na održavanje zdravlja i maksimalne kvalitete života u podmakloj životnoj dobi. Starenje je proces spontanih i postupnih promjena koja dovodi do slabljenja fizičkih funkcija, propadanja tkiva i organa. Javlja se sarkopenija, odnosno progresivan gubitak mišićne mase, snage i funkcije. Ciljevi ovog završnog rada su proučiti utjecaj unosa proteina na očuvanje mišićne mase, snage i funkcije kod starijih osoba, utvrditi preporučeni dnevni unos i vrstu proteina kod starijih osoba te proučiti utjecaj tjelesne aktivnosti, odnosno vježbanja na sintezu proteina u mišićima.

## 2.OPTIMALAN UNOS PROTEINA

Proteini su esencijalni makronutrijenti koji provode značajan dio staničnih aktivnosti. Grade ih aminokiseline međusobno povezane peptidnim vezama. Postoji 20 različitih aminokiselina koje se mogu kombinirati u bilo kojem redosljedu i ponavljati bezbroj puta stvarajući tako određenu vrstu proteina. Ovisno ima li ljudsko tijelo sposobnost sinteze određene aminokiseline ili ne, razlikuju se esencijalne i neesencijalne aminokiseline (Morán, 2015).

Esencijalne aminokiseline su fenilalanin, histidin, izoleucin, leucin, lizin, metionin, treonin, triptofan i valin te kao što im samo ime kaže ne mogu se sintetizirati u ljudskom tijelu pa ih je potrebno u organizam unijeti prehranom.

Fenilalanin se u organizmu pretvara u tirozin koji je prekursor u sintezi neurotransmitera dopamina i adrenalina te hormona štitnjače. Histidin ima važnu ulogu u proizvodnji neurotransmitera histamina. Smatra se esencijalnom aminokiselinom kod djece, gdje nedostatak uzrokuje pojavu ekcema. Lizin je aminokiselina koja stimulira sintezu kolesterola u jetri. Sudjeluje u proizvodnji kolegena i elastina. Navedeni procesi ovise o enzimu liziloksidazi koji zahtjeva bakar. Aminokiseline razgranatog lanca (BCAA) su leucin, izoleucin i valin. Njihova jedinstvenost je u tome što se metaboliziraju uglavnom ekstrahepatički, odnosno u skeletnim mišićima. (Platell i sur., 2000).

Nedostatak metionina povezuje se s unosom proteina niske kvalitete, što može dovesti do neispravne sinteze fosfatidilkolina i drugih fosfolipida ključnih za rad živčanog sustava i sprječavanje nakupljanja krvnih stanica. Treonin je aminokiselina ključna za održavanje integriteta crijevne sluznice i sintezu mucina. U patološkim uvjerima poput sepse i ileitisa povećava se potreba za treoninom kako bi se održala crijevna morfologija i fiziologija (Mao i sur.,2011)

Triptofan je prekursor neurotransmitera serotonina, koji modulira obrasce spavanja i raspoloženja. Također je i prekursor niacina (vitamina B3) koji je važan za metabolizam mnogih tvari u tijelu. Nutritivni poremećaj uzrokovan manjkom niacina, odnosno triptofana naziva se pelagra. Javlja se u populacijama čija je prehrana bazirana na kukuruznom brašnu. (González – Torres i sur., 2007). Proteini se, prema obliku, topljivosti i kemijskom sastavu, mogu klasificirati u tri skupine:

- Vlaknasti proteini – netopljivi životinjski proteini koji su općenito vrlo otporni na enzimsko cijepanje u probavnom sustavu. Primjeri vlaknastih proteina su kolagen (glavni protein vezivnog tkiva), elastin (prisutan u elastičnim tkivima poput arterija i tetiva) te keratin (prisutan u kosi, noktima, vuni i kopitima).
- Globularni proteini – uključuju enzime, antigene i hormonske proteine. Razlikuju se albumini (topljivi u vodi, koaguliraju toplinom, nalaze se u jajima, mlijeku, krvi i raznom povrću), globulini (netopljivi ili slabo topljivi u vodi, prisutni u jajima, mlijeku, krvi) i histoni (proteini male molekulske mase, topljivi u vodi, nalaze se u staničnoj jezgri, omogućuju uspješnu kondenzaciju DNA lanca u kromosome).
- Konjugirani proteini – proteini koji hidrolizom daju neproteinske skupine i aminokiseline. Primjerice fosfoproteini (kazein, fosvitin), glikoproteini (mukozni sekret), kromoproteini (hemoglobin, hemocijanin, citokrom, flavoproteini).

Velika raznolikost u građi proteina omogućuje njihove brojne uloge. Neophodni su za rast zahvaljujući svom sadržaju dušika koji nije prisutan u drugim makromolekulama hrane poput masti ili ugljikohidrata. Izgrađuju kosu i nokte te daju elastičnost kostima i koži. Mišićni proteini aktin i miozin omogućavaju kretanje. Djeluju kao puferi za održavanje kiselo – bazne ravnoteže te onkotskog tlaka u plazmi. Neki od njih su biokatalizatori koji omogućavaju odvijanje raznih biokemijskih reakcija u organizmu. Pojedini hormoni su po kemijskom sastavu proteini (npr. inzulin) koji doprinose koordinaciji tjelesnih aktivnosti. Imunoglobulini, trombin, fibrinogen te mucin su neki od proteina koji imaju obrambenu funkciju u organizmu.

Proveden je velik broj istraživanja o potrebama za proteinima i preporučenim količinama. Organizacija za prehranu i poljoprivredu (eng. FAO), Svjetska zdravstvena organizacija (eng. WHO) i Sveučilište Ujedinjenih naroda (eng. UNU) u Rimu okupili su stručnjake koji su kreirali smjernice o razinama unosa proteina za različite dobne skupine. Za odrasle osobe se smatra kako su potrebe za proteinima jednake za oba spola i u svim dobnim skupinama. Preporučena dnevna vrijednost (eng. recommended dietary allowance – RDA) za unos proteina iznosi 0,83 g/kg tjelesne mase. Potrebe za proteinima kod odraslih muškaraca i žena različite tjelesne mase prikazane su u tablici 1.



Tablica 1. Sigurnosna razina unosa proteina kod odraslih osoba (WHO, 2007)

<b>Tjelesna težina (kg)</b>	<b>Sigurnosna razina unosa proteina (g/dan)*</b>
<b>40</b>	<b>33</b>
<b>45</b>	<b>37</b>
<b>50</b>	<b>42</b>
<b>55</b>	<b>46</b>
<b>60</b>	<b>50</b>
<b>65</b>	<b>54</b>
<b>70</b>	<b>58</b>
<b>75</b>	<b>62</b>
<b>80</b>	<b>66</b>

\*0,83 g/kg TM dnevno

Djeca zahtjevaju više proteina nego odrasli jer su u procesu rasta. Potrebe za proteinima kod dojenčadi, djece te adolescenata djevojčica i dječaka prikazane su u tablici 2. Nedostatak proteina narušava rast i izgradnju tijela, što je naročito opasno kod djece jer rastu, ali i zbog rizika od raznih infekcija koji je veći tijekom djetinstva nego u kasnijim stadijima života. Ukoliko masti i ugljikohidrati ne zadovoljavaju dnevne energetske potrebe, proteini se koriste kao izvor energije, što se postiže pretvaranjem proteina u ugljikohidrate. Posljedica toga je manja dostupnost proteina za rast, obnavljanje stanica i druge metaboličke procese (Carbone i Pasiakos, 2019).

Tablica 2. Sigurnosna razina unosa proteina kod dojenčadi, djece te adolescenata obzirom na spol (WHO,2007)

Starost (godine)	Težina (kg)	Dječaci		Djevojčice	
		Sigurnosna razina unosa proteina (g/kg/dan)	Sigurnosna razina unosa proteina (g/dan)	Sigurnosna razina unosa proteina (g/kg/dan)	Sigurnosna razina unosa proteina (g/dan)
0,5	7,8	1,31	10,2	7,2	9,4
1	10,2	1,14	11,6	9,5	10,8
1,5	11,5	1,03	11,8	10,8	11,1
2	12,3	0,97	11,9	11,8	11,4
3	14,6	0,90	13,1	14,1	12,7
4 – 6	19,7	0,87	17,1	18,6	16,2
7 – 10	28,1	0,92	25,9	28,5	26,2
11 – 14	45,0	0,90	40,5	46,1	41,0
15 – 18	66,5	0,87	57,9	56,4	47,4

Postoje dodatni zahtjevi za proteinima u trudnoći kako bi se osigurao pravilan razvoj ploda. Također, postoje i dodatni zahtjevi za vrijeme laktacije, obzirom da se proteini luče u mlijeko prilikom dojenja. Ti dodatni zahtjevi za proteinima prikazani su u tablici 3.

Tablica 3. Dodatni zahtjevi za proteinima za vrijeme trudnoće i dojenja (WHO, 2007)

	Sigurnosna razina unosa proteina (g/dan)	Dodatna potreba za energijom (kJ/dan)	Omjer protein:energija
<b>Tromjesečje trudnoće</b>			
Prvo	1	375	0,04
Drugo	10	1200	0,11
Treće	31	1950	0,23
<b>Laktacija</b>			
Prvih 6 mjeseci	19	2800	0,11
Nakon 6 mjeseci	13	1925	0,11

Novija mjerenja tjelesne građe nisu pokazala nikakvo skladištenje proteina kod majki u ranoj trudnoći, stoga se preporučuju sve veće količine proteina za svako tromjesječje. Dodatnu količinu proteina potrebno je unositi u obliku uobičajene prehrane, a ne u obliku dodataka prehrani.

### **2.1. Optimalni dnevni unos proteina u starijih**

Starenje je proces u kojem nastaju razne fiziološke promjene koje vode ka drugačijoj upotrebi i samoj potrebi za proteinima. Javljaju se anabolička rezistencija, inzulinska rezistencija, oslabljena probava te smanjena razina inzulinu sličnog faktora rasta 1 (eng. IGF – 1) (Lonnie i sur.,2018). Karakteristično je i smanjenje mišićne mase te povećanje tjelesne masti.

Sarkopenija je progresivan gubitak mišićne mase, snage i funkcije (Padilla Colón i sur.,2014). Pojavljuje se nakon 40. godine života, a ubrzano se razvija nakon 70. godine života. Dolazi do slabe tjelesne funkcije, povećava se rizik od padova, ubrzava se gubitak koštane mase što povećava rizik od osteoporoze. Upravo se odgovarajući unos proteina smatra jednim od ključnih prehrambenih čimbenika u prevenciji sarkopenije.

Istraživanja su otkrila da unos proteina koji premašuje preporučenu dnevnu dozu (RDA) može imati pozitivan učinak na očuvanje mišićne mase i ostalih tjelesnih funkcija kod starijih osoba (Dahl i Ford, 2017).

Društvo gerijatrijske medicine Europske unije (EUGMS) je u suradnji s drugim zdravstvenim organizacijama imenovalo međunarodnu studijsku skupinu za ispitivanje prehrambenih potreba za proteinima sa starenjem, tzv. PROT – AGE studijska skupina, a s ciljem razvoja ažuriranih, na dokazima utemeljenih preporuka za optimalan unos proteina kod starijih osoba. Osobama starijim od 65 godina života se preporučuje prosječan dnevni unos proteina u rasponu 1,0 – 1,2 g/kg tjelesne mase dnevno. Starijima koji pate od akutnih ili kroničnih bolesti preporučuje se dnevni unos 1,2 – 1,5 g proteina/kg tjelesne mase. Osobe s ozbiljnom bubrežnom bolešću (GFR < 30 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>) koje nisu na dijalizi, su iznimke od navedenog pravila. Kod takvih osoba će trebati ograničiti unos proteina (Bauer i sur., 2013).

Australijske preporuke za zdrave osobe starije od 65 godina sugeriraju unos 1,1 – 1,2 g proteina/kg tjelesne mase dnevno. Navedenu količinu potrebno je povećati u razdoblju pojačane tjelesne aktivnosti te prisutnosti akutnih ili kroničnih bolesti. Nordijske preporuke predlažu slične količine dnevnog unosa proteina, odnosno 1,1 – 1,3 g proteina/kg tjelesne mase dnevno.

Prema priručniku izdanog od strane Ministarstva zdravstva Republike Hrvatske naslovljenog „Prehrambeno – gerontološke norme/ jelovnici u domovima za starije osobe i gerontološkim centrima“ smatra se da bi unos proteina na dnevnoj bazi trebao osigurati 12 – 15% ukupno unesene energije, to jest preporučeni RDA iznosi 0,8 g/kg tjelesne mase. Navedena vrijednost predstavlja minimalnu količinu proteina koju je potrebno unijeti u organizam da bi se izbjegao progresivan gubitak mišićne mase. Dnevni unos bjelančevina do 1,5 g/kg tjelesne mase smatra se načelno sigurnim za starije osobe te se ističe kako su u slučaju izrazitog gubitka mišićne mase potrebe za unosom proteina veće (Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske, 2020).

Navedene smjernice su temeljene na metodi ravnoteže dušika. S druge strane, pristup indikatorskom oksidacijom aminokisline (IAAO) ili model 24h – IAAO i 24h – IAAO/IAAB model su minimalno invazivne metode za mjerenje potreba za proteinima kod svih dobni skupina, koje su pokazale kako je moguće da trenutne preporuke podcjenjuju stvarne potrebe za proteinima za 30 – 50%, a osobito kod starijih osoba (Franzke i sur.,2018).

## **2.2.Dnevna distribucija proteina**

Značajnu ulogu u očuvanju mišićne mase i funkcije igraju i količina proteina po obroku te dnevna učestalost unosa proteina.

Procjenjuje se kako je konzumacija tri obroka dnevno (svaki sadrži 25- 30 g proteina) optimalna za stimulaciju 24 – satne sinteze mišićnih proteina u zdravih osoba, odnosno dokazano je kako je ta sinteza učinkovitija pri jednakoj distribuciji proteina pri svakom obroku (30 g + 30g + 30g) u odnosu na nejednaku raspodjelu proteina kroz dnevne obroke (15g + 15g + 60g). Ukupna sinteza mišićnih proteina bila je 25% veća kod skupine koja je održavala jednak unos proteina kroz sva tri obroka (Arentson – Lantz i sur.,2014).

Prilikom preporučenog svakodnevnog unosa proteina, ali uz neravnomjeru distribuciju količine proteina po obroku, uočen je potencijalni rizik od neadekvatne sinteze mišićnih proteina kod starijih osoba. U provedenom istraživanju svi su ispitanici stariji od 75 godina premašili dnevnu preporuku za unos proteina od 0,8 g/kg tjelesne mase te pritome nije primjećena razlika u statusu krhkosti i dnevnom unosu proteina. No, kod ispitanika s nedekvatnom distribucijom proteina po obrocima mogla se primjetiti manja brzina hodanja te veća iscrpljenost (Lonnie i sur., 2018).

### **3. IZVORI PROTEINA**

Tradicionalna podjela prehrambenih proteina je ona na proteine životinjskog podrijetla i proteine biljnog podrijetla. Kao svojevrsna alternativa tradicionalnim proteinima iz prehrane, javljaju se proteini u prahu i proteinske pločice.

Životinjski izvori pružaju cjelovit izvor proteina, odnosno sadrže sve esencijalne aminokiseline, dok biljnim izvorima uglavnom nedostaje jedna ili više esencijalnih aminokiselina.

Sve veća potražnja za hranom koja je prirodno bogata proteinima dovodi do razmatranja učinaka na okoliš. Naime, konzumacija proteina životinjskog podrijetla zahtjeva znatne količine namjenskog zemljišta, vode, dušika i fosilne energije za proizvodnju i transport, što rezultira emisijom velike količine stakleničkih plinova (Lonnie i sur., 2018).

Uz životinjske izvore proteina često se vežu i zdravstveni rizici poput kardiovaskularnih bolesti, do kojih dolazi radi visoke potrošnje zasićenih masti i kolesterola. Također, resorpcija kostiju povezuje se s amonokiselinama koje sadrže sumpor, a zastupljene su u namirnicama animalnog podrijetla (Falvo i Hoffman, 2004).

#### **3.1. Proteini životinjskog podrijetla**

Glavna karakteristika proteina životinjskog podrijetla jest kompletnost aminokiselinskog profila, što je i vidljivo u tablici 4. Životinjskim izvorima proteina smatraju se meso, riba, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi.

Tablica 4. Sastav esencijalnih aminokiselina u namirnicama životinjskog porijekla (Lante i sur., 2016)

		Jaje (100g)	Mlijeko (100ml)	Govedina (100g)	Svinjetina (100g)	Piletina (100g)	Brancin (100g)
<b>RDA*</b>	Proteinski sastav (g)	12,1	3,3	22	20,7	23,3	21,3
Esencijalna aminokiselina							
<b>2100</b>	Lizin	1001	272	2002	1737	2246	2021
<b>700</b>	Histidin	322	93	849	647	937	552
<b>1050</b>	Treonin	674	164	898	919	1160	967
<b>1050</b>	Metionin + cistein	740	118	871	780	974	897
<b>1820</b>	Valin	896	233	1063	1243	1384	1044
<b>1400</b>	Izoleucin	741	192	950	1080	1153	914
<b>2730</b>	Leucin	748	355	1892	1624	1955	1655
<b>1750</b>	Fenilalanin + tirozin	1247	318	1677	1166	1776	1531
<b>280</b>	Triptofan	228	50	246	183	273	249
<b>12880</b>	Ukupno (mg)	6597	1795	10448	9379	11858	9830

\*za odraslog muškarca (70kg)

Govedina, janjetina i svinjetina svrstavaju se u crveno meso. Uz visokokvalitetne bjelančevine, ono sadrži mikronutrijente poput željeza, cinka, selena, kalija te vitamine B6, B12, niacin, tiamin i riboflavin. Također, meso može doprinijeti unosu dugolančanih omega 3 polinezasićenih masnih kiselina kod osoba koje konzumiraju vrlo malo ili nimalo ribe (Binnie i sur., 2014). Sadržaj proteina u muskulaturi životinja ne varira znatno među vrstama, ali varira količina masnoća. U crvenom mesu prevladavaju zasićene masne kiseline, dok meso peradi, odnosno bijelo meso sadrži nisku količinu zasićenih masnih kiselina, uz prevladavajući udio jednostruko nezasićenih masnih kiselina (Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske, 2020). Riblje meso osigurava visokokvalitetne proteine. Ono što je jedna od značajnijih karakteristika konzumacije ribe jest unos omega 3 polinezasićenih masnih kiselina za koje se smatra da imaju učinak u prevenciji moždanog i srčanog udara, ateroskleroze, hipertenzije, psorijaze, tromboze i artritisa (Bogut i sur., 1996).

Kokoške jaje je izuzetno dobar izvor proteina, lipida, vitamina i minerala. Bjelanjak se većinom sastoji od vode (88%) i proteina (11%). Glavni protein bjelanjka je ovalbumin (54%), odnosno radi se o fosfoglikoproteinu koji obiluje cisteinom i metioninom, u strukturi sadrži sulfhidrilne skupine koje su zaslužne za karakterističan okus, teksturu i aromu jajeta (Abeyrathne i sur.,

2013). To je ujedno i protein jajeta s najvećom biološkom vrijednošću, obzirom da sadrži mnoge esencijalne aminokiseline. Ovotransferin (12%) je protein bjelanjka koji nema sulfhidrilne veze, ali je bogat disulfidnim vezama. Riječ je o nefosforiliranom proteinu građenom od dva polipeptidna lanca koji ima sposobnost keliranja željeza, što mu daje antioksidativna i antimikrobna svojstva. Treći po zastupljenost protein bjelanjka jest ovomukoid (11%), glikoprotein bogat glukozaminom i aminokiselinama koje sadrže sumpor. Inhibitor je aktivnosti tripsina te ima važnu ulogu u determinaciji prognoze alergije na jaja (Mine i Yang, 2008). Ostali proteini prisutni u bjelanjku i žumanjku prikazani su u tablici 5.

Tablica 5. Proteini u jajetu (Mine i Yang, 2008)

Protein	Molekularna masa (kDa)	Udio u ukupnoj masi (%)
<b>Proteini bjelanjka</b>		
Ovalbumin	44	54
Ovotransferin	78	12
Ovomukoid	28	11
Ovomucin	165	3,5
Lizozim	14	3,4
<b>Proteini žutanjka</b>		
Apovitelenin	9,5 - 170	37
Fosvitin	35	13,4
Livetin	69	9,3

Mliječne proteine ljudi većinom konzumiraju iz kravljeg mlijeka, koje se sastoji od oko 80% kazeina i 20% proteina sirutke. Ovi su proteini, zbog svog sadržaja aminokiselina razgranatog lanca, od izuzetne važnosti za metaboličku funkciju skeletnih mišića (McGregor i Poppitt, 2013).

### 3.2. Proteini biljnog podrijetla

Proteinima biljnog podrijetla, za razliku od onih animalnog podrijetla, se ne unosi potpuni aminokiselinski profil, odnosno namirnicama nedostaje jedna ili više esencijalnih aminokiselina. Lizin je u žitaricama prisutan u znatno manjoj mjeri od one optimalne za ljudske potrebe. Također, aminokiseline koje sadrže sumpor, odnosno metionin i cistein, su u mahunarkama prisutne u manjoj količini od optimalne. Posljedično, osoba koja bazira svoju prehranu na

namirnicama biljnog porijekla treba konzumirati raznovrsno povrće, voće, žitarice i mahunarke kako bi osigurala unos svih esencijalnih aminokiselina (Flavo i Hoffman, 2004).

Smatra se da prehrana biljnog podrijetla može smanjiti rizik od kardiovaskularnih bolesti, hipertenzije, dijabetesa, pretilosti, metaboličkog sindroma i smrtnosti te spriječiti određene vrste raka (Lonnie i sur., 2018).

Kombinacija proteina biljnog izvora, u svrhu osiguravanja sveukupnog unosa esencijalnih aminokiselina, smatra se odličnim izvorom proteina, uzimajući u obzir činjenicu da će takav način prehrane vjerojatno rezultirati manjim unosom zasićenih masti i kolesterola (Flavo i Hoffman, 2004).

Biljnim izvorima proteina u prehrani se smatraju mahunarke, odnosno soja, grah, bob, grašak, leća i slanutak te orašasti plodovi. Biljni proteini se mogu pronaći i u vlaknastom obliku koji se naziva teksturirani biljni protein. Koristi se kao alternativa mesu u vegetarijanskog prehrani (Flavo i Hoffman, 2004).

Mahunarke se, zahvaljujući sadržaju visokokvalitetnih proteina, vitamina B skupine, željeza, magnezija, fosfora i cinka, mogu smatrati zamjenom za meso te znatno doprinose pravilnoj prehrani (Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske, 2020).

Soja je najčešće korišten biljni izvor bjelančevina, štoviše to je jedini biljni izvor proteina koji sadržava sve esencijalne aminokiseline. Sojino zrno sastoji se od 34,1% proteina, 17,7% lipida te 33,5% ugljikohidrata. Sadrži provitamin vitamina A, vitamine B skupine, vitamine D, E i K te male količine vitamina C, zatim minerale cink, kobalt, bakar, molibden, natrij, sumpor, željezo, a najvrijednije su količine fosfora i kalcija. Soja u svome sastavu ima komponente, poput inhibitora proteaze, saponina, fitosterola te izoflavona, za koje su zabilježni učinci na smanjenje lipida, povećanje oksidacije LDL kolesterola te sniženje krvnog tlaka (Flavo i Hoffman, 2004).

Nije još poznato kako unos proteina biljnog porijekla, odnosno proteina na kojima se bazira vegetarijanska prehrana, može utjecati na dugoročne biljege mišićne mase i funkcije te na rizik od sarkopenije (Gradner i Mariotti, 2019).

Većina biljnih proteina ima relativno nizak sadržaj aminokiseline leucina, što dodatno smanjuje anabolička svojstva u usporedbi s proteinima animalnog izvora. Strategije koje bi se mogle primijeniti za povećanje anaboličkih svojstava biljnih bjelančevina su:



- Obogaćivanje biljnih izvora aminokiselinama metioninom, lizinom i/ili leucinom
- Selektivan uzgoj biljnih izvora proteina s ciljem poboljšavanja aminokiselinskog profila
- Konzumacija većih količina biljnih izvora proteina
- Kombinacija više izvora proteina u svrhu uravnotežnijeg aminokiselinskog profila (Burd i sur., 2015).

### **3.3.Kvaliteta proteina**

Kvaliteta proteina jedna je od glavnih značajki koja se razmatra prilikom određivanja prehrambene prednosti pojedinog proteina. Određivanje kvalitete proteina vrši se procjenom sastava esencijalnih aminokiselina, probavljivosti i bioraspoloživosti aminokiselina. Ocjene probavljivosti proteina obično uključuju mjerenje tjelesne učinkovitosti korištenja nutritivnih izvora proteina (Flavo i Hoffman, 2004).

Metode koje se koriste za određivanje kvalitete bjelančevina su omjer proteinske učinkovitosti (eng. protein efficiency ratio), biološka vrijednost, neto iskorištenje proteina te aminokiselinski score (eng. protein digestibility corrected amino acid score).

Omjer proteinske učinkovitosti određuje se mjerenjem rasta laboratorijskog štakora (Flavo i Hoffman, 2004). Životinju se hrani ispitivanim proteinom, a zatim se mjeri njezino debljanje u gramima po gramu datog proteina. Dobivena vrijednost se uspoređuje sa standardom, odnosno s vrijednošću kazeina koja iznosi 2,7. Proteini veći od te vrijednosti smatraju se visokokvalitetnima. Kao nedostatak ove metode izdvaja se ekstrapolacija rezultata na ljudski model (Matković Melki, 2017).

Biološka vrijednost mjeri učinkovitost iskorištenja aminokiselina iz prehrambenih proteina. Izračunava se tako da se količina dušika utrošenog na stvaranje tkiva podijeli s količinom dušika apsorbiranog iz hrane te se ta vrijednost pomnoži sa 100 (Flavo i Hoffman, 2004). Veća biološka vrijednost ukazuje na protein veće biološke kvalitete. Kao nedostatak ove metode navodi se izostavljanje dnevne potrebe za proteinima, faktora probavljivosti te interakcija s drugom hranom prije apsorpcije (Matković Melki, 2017).

Neto iskorištenje proteina mjeri isti faktor kao i biološka vrijednost, to jest mjeri zadržavanje dušika. No, razlikuju se u tome što se biološka vrijednost računala iz apsorbiranog dušika, a ova metoda u izračun uzima uneseni dušik (Flavo i Hoffman,2004).

Kvaliteta proteina može se odrediti i kao količina prve limitirajuće esencijalne aminokiseline ispitivanog proteina u odnosu na količinu iste u referentnom uzorku esencijalne aminokiseline. Preporučuje se učiniti dodatnu korekciju dobivene količine aminokiselina sa stvarnom probavljivošću proteina, koja se određuje analizom fecesa (Matković Melki, 2017). Navedena metoda jest aminokiselinski score i smatra se zlatnim standardom za određivanje kvalitete proteina.

Tablica 6. Rangiranje kvalitete proteina (Flavo i Hoffman, 2004)

Izvor proteina	Omjer proteinske učinkovitosti	Biološka vrijednost	Neto iskorištenje proteina	Aminokiselinski score
<b>Govedina</b>	2,9	80	73	0,92
<b>Crni grah</b>	0	-	0	0,75
<b>Kazein</b>	2,5	77	76	1,00
<b>Jaje</b>	3,9	100	94	1,00
<b>Mlijeko</b>	2,5	91	82	1,00
<b>Kikiriki</b>	1,8	-	-	0,52
<b>Proteini soje</b>	2,2	74	61	1,00
<b>Pšenični gluten</b>	0,8	64	67	0,25
<b>Proteini sirutke</b>	3,2	104	92	1,00

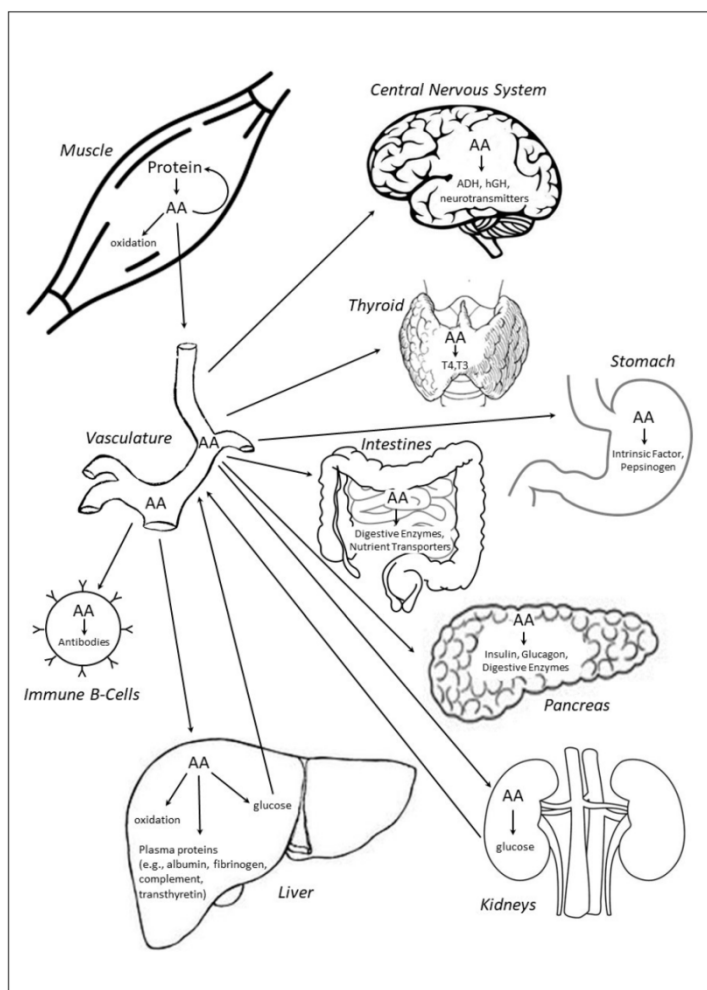
Iz tablice 6. je vidljivo kako namirnice životinjskog porijekla imaju makismalan aminokiselinski score (1,0), što čini te proteine visokokvalitetnima obzirom da posjeduju sve esencijalne aminokiseline. Kod proteina biljnog porijekla najveću kvalitetu imaju proteini soje.

Dobra procjena kvalitete proteina ključna je za određivanje njihove prikladnosti u ljudskoj prehrani. Potrebno je prepoznati bjelančevine slabijeg sadržaja i probavljivosti te njihovu konzumaciju ograničiti u prehrani.

#### 4.SINTEZA PROTEINA U MIŠIĆIMA OVISNO O UNOSU PROTEINA

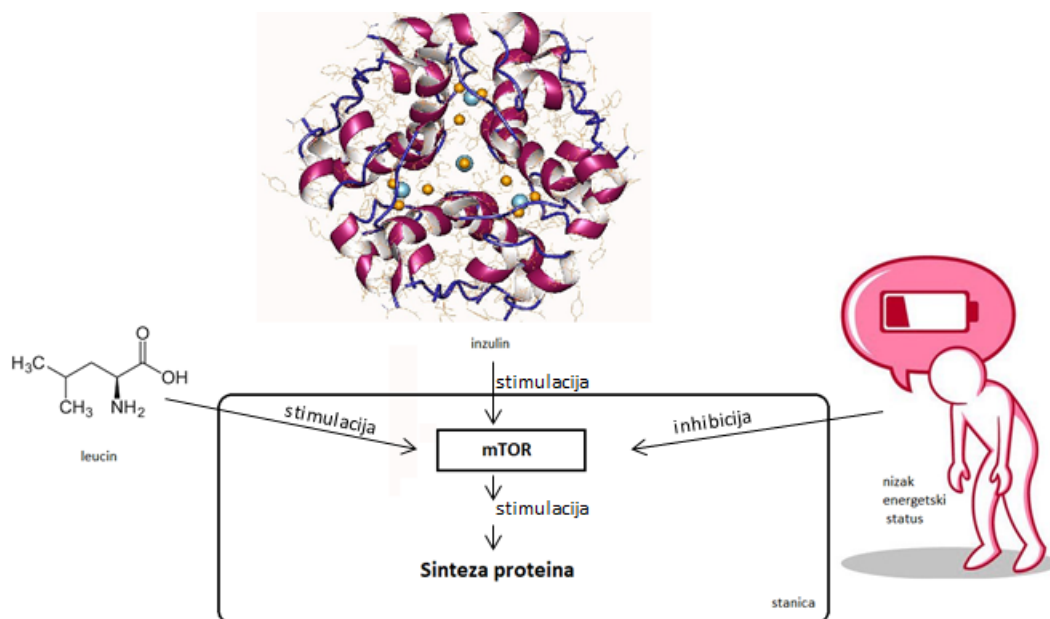
Proteini skeletnih mišića prolaze kroz stanje tzv. pozitivne ravnoteže u kojemu sinteza mišićnih proteina nadvladava razgradnju mišićnih proteina te kroz stanje tzv. negativne ravnoteže u kojoj je razgradnja veća od sinteze mišićnih proteina (Carbone i Pasiakos, 2019).

Skeletni mišići su primarni rezervoar aminokiselina. Kad dođe do pada glukoze u krvi, aminokiseline postaju primarni glukoneogeni supstrat jetre (Weinert, 2009). Također, ograničeni unos prehrane inducira mišićni katabolizam proteina, a slobodne aminokiseline dobivene razgradnjom mišićnih proteina koriste se za sintezu komponenata imunskog sustava, proteina plazme, peptidnih hormona te unutarstaničnih i izvanstaničnih enzima, što je prikazano na slici 1 (Carbone i Pasiakos, 2019).



Slika 1. Slobodne aminokiseline dostupne za proizvodnju energije, sintezu hormona, proteina plazme, komponenata imunskog sustava i enzima (Carbone i Pasiakos, 2019)

Ključnim signalizacijskim komponentama sinteze mišićnih proteina smatraju se energetska stanica, inzulin te aminokiselina leucin, prikazani na slici 2. Jetri nedostaju aminotransferaze za razgradnju aminokiselina razgranatog lanca, stoga konzumacijom leucina dolazi do povišenja njegove razine u krvi te aminokiselina odlazi u periferna tkiva, uključujući skeletne mišiće. Konzumacijom proteina sirutke povećava se razina leucina u organizmu koji izravno i neizravno (promoviranjem kaskade inzulina) stimulira mTOR te tako potiče sintezu proteina (Weinert, 2009).



Slika 2. Ključne komponente unutarstanične signalizacije sinteze proteina (modificirano po Weinert, 2009).

Starenjem dolazi do opadanja mišićne mase i snage, osobito kod fizički neaktivnih osoba. Gubitak mišićne snage je u početku spor proces te se počevši od dvadesetih godina, mišićna snaga svakih deset godina smanji za otprilike 10%. Proces se dodatno ubrzava nakon 60-te godine života (Franzke i sur., 2018). Smanjenje mišićne mase, odnosno smanjenje snage i funkcije mišića ima iscrpljujuće posljedice za starije odrasle osobe.

Skeletni mišići neprestano sintetiziraju i razgrađuju proteine. Kako bi mišići održali svoju masu, neto razina ravoteže proteina mora biti jednaka nuli. Ukoliko se želi povećati masa mišića, sinteza mišićnih proteina mora prevladati njihovu razgradnju (Weinert, 2009).

Redovna odgovarajuća konzumacija proteina ključna je za poticanje sinteze mišićnih proteina. Trenutne preporuke za unos proteina kod starijih osoba variraju između 0,8 i 1,2 g/kg tjelesne mase. Desetotjedno ispitivanje u kojemu je sudjelovalo 29 muškaraca starijih od 70 godina života, pokazalo je kako uzimanje prehrane s 1,6 g proteina/kg tjelesne mase dovodi do znatnijeg povećanja mase cijelog tijela te snage mišića nogu u usporedbi s prehranom koja sadrži 0,8 g proteina/kg tjelesne mase. Također, konzumacija proteina u obliku tekućeg obroka, poput mlijeka i jogurta, dovodi do bržeg povećanja koncentracije aminokiselina u plazmi u usporedbi s obrokom čvrste strukture istog makronutijentskog sastava (Franzke i sur., 2018).

#### **4.1. Proteini sirutke**

Mliječni proteini poboljšavaju rast i funkciju skeletnih mišića kroz anaboličke učinke aminokiselina razgranatog lanca. Sastav i prerada mliječnih proteina utječu na probavu, apsorpciju i djelovanje tih aminokiselina, stoga se pravilnom obradom proteinskih komponenata mlijeka može maksimizirati korist za metaboličko zdravlje (McGregor i Poppitt, 2013).

Sirutka je, uz kazein, glavna proteinska komponenta kravljeg mlijeka. Radi se o mliječnom serumu koji nastaje nakon izdvajanja kazeina i masti iz mlijeka u procesu sirenja. Najveći dio sirutke čini laktoza, zatim proteini sirutke (navedeni u tablici 7.), mliječna mast, minerali te vitamini B skupine (Mamić, 2017).

Proteini sirutke klasificirani su kao visokokvalitetni temeljem njihova aminokiselinskog sastava, probavljivosti i bioraspoloživosti (McGregor i Poppitt, 2013). Sadrže sve esencijalne aminokiseline, od kojih su posebno zastupljene aminokiseline razgranatog lanca, odnosno leucin koji je važan u regulaciji sinteze proteina skeletnih mišića. Također, važan su izvor aminokiseline cisteina koja je prekursor glutationa, unutarstaničnog oksidansa koji štiti stanice od oksidativnog stresa (Flavo i Hoffman, 2004). Bogati su i aminokiselinama argininom i lizinom koje mogu povećati oslobađanje hormona rasta, stimulatora rasta mišića (Akin i Bulut Solak, 2011).

Tablica 7. Proteini sirutke (Herceg i Režek, 2006)

Proteini sirutke	% od ukupnih proteina
$\beta$ – laktoglobulin	50
$\alpha$ – laktalbumin	22
Imunoglobulini	12
Proteaze – peptoni	10
Albumini krvnog seruma	5
Ostali	1

Proteini sirutke učinkovitije stimuliraju nakupljanje proteina u mišićima starijih osoba nakon obroka nego unos kazeina. Kao razlog tome navodi se kombinacija brže apsorpcije i probave sirutke te veći sadržaj leucina (Boirie i sur., 2015).

Unos relativno malih količina proteina ne može potaknuti odgovarajuću sintezu proteina u mišićima osoba starije životne dobi. Navedeno se može pripisati promjenama u osjetljivosti skeletnih mišića na leucin. Oslabljeni odgovor mišićne sinteze proteina na male unesene količine proteina potencijalno pridonosi etiologiji sarkopenije. No, pokazano je kako unos 25 – 30 g visokokvalitetnih proteina ili više od 2 g leucina može prevladati oštećenu osjetljivost na aminokiseline i potaknuti sintezu proteina u skeletnim mišićima starijih osoba u sličnom stupnju kao i kod mlade osobe (Dickinson i sur., 2014).

#### **4.2.Uloga proteina u očuvanju zdravlja kostiju**

Deficitan unos proteina može smanjiti snagu kosti kroz neželjenje promjene u koštanoj mikrograđi (Obrovac Glišić, 2017). Osteoporoza je bolest koja se javlja kao posljedica smanjene koštane mase i oštećenja kosti, a dovodi do povećanja rizika od lomova, poglavice kuka, kralježnice, bedrene kosti i zapešća. Navedeni rizik od lomova raste s dobi te najviše zahvaća osobe starije od 75 godina (Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske, 2020).

Postoji pozitivna korelacija između unosa proteina i očuvanja mišićne mase, ali i koštane mase. Preporučeni unos proteina za starije osobe koji će osigurati normalan metabolizam kalcija i neće ometati bubrežnu funkciju jest 1,0 – 1,2 g/kg tjelesne mase. Proteini biljnog porijekla sadržavaju estrogen koji pomaže u očuvanju kostiju (Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske, 2020).

Mlijeko se smatra važnom namirnicom za očuvanje zdravlja kostiju. Osnovni protein mlijeka potiče stvaranje i suzbija resorpciju kostiju kod zdravih odraslih muškaraca. Glikomakropeptid ima inhibitorno djelovanje na demineralizaciju cakline te potiče njenu remineralizaciju. Također, komponente sirutke kao što su proteaza – peptoni štite caklinu od demineralizacije (Akin i Bulut Solak, 2011).

## **5.EFEKT TJELESNE AKTIVNOSTI NA SINTEZU PROTEINA U MIŠIĆIMA OVISNO O UNOSU PROTEINA**

Do hipertrofije mišića dolazi kada sinteza proteina nadmašuje razgradnju proteina. Vježbanje ima učinak na metabolizam proteina u mišićima, odnosno ono može rezultirati poboljšanom mišićnom ravnotežom, ali u nedostatku unosa proteina ta ravnoteža ostaje negativna. Iz navedenog razloga utjecaj vježbanja na rast i funkciju mišića potrebno je razmatrati uz učinak unosa bjelancevina (Franzke i sur., 2018). Tjelesna neaktivnost kod starijih osoba značajno smanjuje stimulans esencijalnih aminokiselina na sintezu proteina u skeletnim mišićima. Također, potreban je veći unos proteina kod osoba starije životne dobi kako bi se uz vježbe otpora dobio što veći stimulans za sintezu proteina u skeletnim mišićima (Dickinson i sur., 2014).

Vježbe otpora potiču sintezu proteina u skeletnim mišićima mladih osoba, dok se kod starijih osoba ne dobiva isti rezultat. Naime, oštećeni odgovor vježbanja na sintezu proteina može biti povezan s nemogućnošću vježbi otpora da značajno povećaju signal mTORC1, ključne komponente koja regulira povećanje sinteze proteina skeletnih mišića nakon vježbanja (Dickinson i sur., 2014).

Strategija za poboljšanje sinteze proteina u mišićima starijih osoba jest izvođenje vježbi u neposrednoj vremenskoj blizini s unosom visokokvalitetnih proteina (Franzke i sur., 2018). Pokazano je kako, i kod mlađih i kod starijih osoba, vježbanje uz unos 20 g esencijalnih aminokiselina u većoj mjeri stimulira sintezu proteina u skeletnim mišićima od vježbi otpora koje se izvode u odsutnosti uzimanja esencijalnih aminokiselina. Poboljšani odgovor na sintezu proteina u mišićima rezultat je zajedničkog učinka vježbi otpora i unosa esencijalnih aminokiselina na stimulaciju mTORC1 (Dickinson i sur., 2014). Smatra se kako čak i umjerena tjelovježba povećava anabolički odgovor mišića na unos proteina kod starijih osoba (Franzke i sur., 2018).

Pravilna prehrana i vježbanje smatraju se svojevrsnim katalizatorima anabolizma mišićnih proteina kod osoba starije životne dobi te mogu poslužiti za očuvanje i/ili poboljšanje mišićne mase i funkcije (Dickinson i sur., 2014). Kao potencijalne prepreke vježbanju u starijoj dobi javljaju se strah od ozljeda, bol prilikom vježbanja, financijska ograničenja, nedostatak vremena te dugoročno pridržavanje programa vježbanja. Također, sposobnost tjelovježbe može biti ugrožena invaliditetom ili bolešću (Franzke i sur., 2018).



## **6.ZAKLJUČAK**

Održavanje mišićno – koštanog sustava od izuzetne je važnosti za kvalitetan život u podmakloj životnoj dobi. Unos proteina potiče sintezu proteina u mišićima i predstavlja glavnu nutritivnu komponentu za održavanje mišićne mase. Strategije kojima je cilj očuvanje mišićne mase, snage i funkcije kod osoba starije životne dobi uključuju opskrbu organizma visokokvalitetnim proteinima s visokim udjelom leucina, jednoliko raspoređenim na više obroka te tjelesnu aktivnost, odnosno vježbanje. Obzirom na prepreke koje starija osoba može stvarati ka vježbanju, potreban je individualan pristup kojim bi se stariju osobu upoznalo s blagodatima koje tjelesna aktivnost ima na zdravlje. Također, plan vježbanja je potrebno napraviti prema tjelesnim sposobnostima pojedinca. Trenutne preporuke za unos proteina kod starijih osoba variraju između 0,8 – 1,2 g/kg tjelesne mase. Postoji i pozitivna korelacija unosa proteina i očuvanja koštane mase. Unos proteina koji će osigurati normalan metabolizam kalcija i neće ometati bubrežnu funkciju je 1,0 – 1,2 g/kg tjelesne mase.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Abeyrathne, E. D., Lee, H. Y. i Ahn, D. U. (2013). Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents--a review. *Poultry science*, 92(12), 3292–3299.
2. Akin, N. i Bulut Solak, B. (2012). Health Benefits of Whey Protein: A Review. *Journal of Food Science and Engineering*. 2. 129-137.
3. Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., Phillips, S., Sieber, C., Stehle, P., Teta, D., Visvanathan, R., Volpi, E. i Boirie, Y. (2013). Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 542–559
4. Binnie, M. A., Barlow, K., Johnson, V. i Harrison, C. (2014). Red meats: time for a paradigm shift in dietary advice. *Meat science*, 98(3), 445–451.
5. Bogut, I., Opačak, A., Stević, I. i Bogut, S. (1996). NUTRITIVNA I PROTEKTIVNA VRIJEDNOST RIBA S OSVRTOM NA OMEGA-3 MASNE KISELINE. *Croatian Journal of Fisheries*, 54 (1), 21-37.M
6. Burd, N. A., van Vliet, S. i van Loon, L. J. (2015). The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption. *The Journal of nutrition*, 145(9), 1981–1991.
7. Carbone, J. W. i Pasiakos, S. M. (2019). Dietary Protein and Muscle Mass: Translating Science to Application and Health Benefit. *Nutrients*, 11(5), 1136.
8. Dahl, W. J. i Ford, A. L. (2017). Protein and the older adult preuzeto 7.5. 2021. s <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FS290>
9. Dickinson, J. M., Volpi, E. i Rasmussen, B. B. (2013). Exercise and nutrition to target protein synthesis impairments in aging skeletal muscle. *Exercise and sport sciences reviews*, 41(4), 216–223.
10. Falvo, M. J. i Hoffman, J. R., (2004). Protein - Which is Best?. *Journal of sports science & medicine*, 3(3), 118–130.
11. Franzke, B., Neubauer, O., Cameron-Smith, D. i Wagner, K. H. (2018). Dietary Protein, Muscle and Physical Function in the Very Old. *Nutrients*, 10(7), 935.
12. González-Torres, L., Téllez-Valencia, A., G. Sampedro, J. i Nájera, H. (2007). Las proteínas en la nutrición. *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, 8(2).

13. Herceg, Z. i Režek, A. (2006). Prehrambena i funkcionalna svojstva koncentrata i izolata proteina sirutke. *Mljekarstvo*, 56 (4), 379-396.
14. Lante, A., Mosca, G. i Tessari, P. (2016). Essential amino acids: master regulators of nutrition and environmental footprint?. *Scientific reports*, 6, 26074.
15. Lonnie, M., Hooker, E., Brunstrom, J. M., Corfe, B. M., Green, M. A., Watson, A. W., Williams, E. A., Stevenson, E. J., Penson, S. i Johnstone, A. M. (2018). Protein for Life: Review of Optimal Protein Intake, Sustainable Dietary Sources and the Effect on Appetite in Ageing Adults. *Nutrients*, 10(3), 360.
16. Mamerow, M. M., Mettler, J. A., English, K. L., Casperson, S. L., Arentson-Lantz, E., Sheffield-Moore, M., Layman, D. K. i Paddon-Jones, D. (2014). Dietary protein distribution positively influences 24-h muscle protein synthesis in healthy adults. *The Journal of nutrition*, 144(6), 876–880.
17. Mamić, M. (2017). Sirutka: Hranjivi nusproizvod mliječne industrije. *Hranologija. Stručni časopis za primjenjeni nutricionizam, HACPN 2 (2)*, 40 – 41.
18. Mao, X., Zeng, X., Qiao, S., Wu, G. i Li, D. (2011). Specific roles of threonine in intestinal mucosal integrity and barrier function. *Frontiers in bioscience (Elite edition)*, 3, 1192–1200.
19. Mariotti, F. i Gardner, C. D. (2019). Dietary Protein and Amino Acids in Vegetarian Diets- A Review. *Nutrients*, 11(11), 2661.
20. Matković Melki, K. (2017). Bioiskoristivost proteina životinjskog i biljnog porijekla. *Hranologija. Stručni časopis za primjenjeni nutricionizam, HACPN 2 (2)*, 8 – 10.
21. McGregor, R. A. i Poppitt, S. D. (2013). Milk protein for improved metabolic health: a review of the evidence. *Nutrition & metabolism*, 10(1), 46.
22. Mine, Y. i Yang, M. (2008): Recent advances in the understanding of egg allergens: basic, industrial and clinical perspectives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 4874-4900.
23. Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske (2020). Prehrambeno – gerontološke norme/ jelovnici u domovima za starije osobe i gerontološkim centrima, 165 – 273.
24. Morán, A. (2015). Nutrición: proteínas preuzeto 7.5.2021. s <https://www.dciencia.es/nutricion-proteinas/>
25. Obrovac Glišić, M. (2017). Proteini u očuvanju zdravlja kostiju. *Hranologija. Stručni časopis za primjenjeni nutricionizam, HACPN 2 (2)*, 31 – 32.

26. Padilla Colón, C. J., Sánchez Collado, P. i Cuevas, M. J. (2014). Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria*, 29(5), 979-988.
27. Pennings, B., Boirie, Y., Senden, J. M., Gijsen, A. P., Kuipers, H. i van Loon, L. J. (2011). Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. *The American journal of clinical nutrition*, 93(5), 997–1005.
28. Platell, C., Kong, S. E., McCauley, R. i Hall, J. C. (2000). Branched-chain amino acids. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 15(7), 706–717.
29. Tessari, P., Lante, A. i Mosca, G. (2016). Essential amino acids: master regulators of nutrition and environmental footprint?. *Scientific reports*, 6, 26074.
30. Weinert D. J. (2009). Nutrition and muscle protein synthesis: a descriptive review. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 53(3), 186–193.
31. WHO Technical Report Series no. 935 (2007) Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Genova: World Health Organization.