

# Važnost mehaničkog stresa kod prevencije osteoporoze

---

Mijoč, Roko

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:139963>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-07**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. /FIZ/2023**

## **Važnost mehaničkog stresa kod prevencije osteoporoze**

**Roko Mijoč, 3941 /336**

Varaždin, rujan 2023. godine



# Sveučilište Sjever

**Fizioterapija**

**Završni rad br.**

## **Važnost mehaničkog stresa kod prevencije osteoporoze**

**Student**

Roko Mijoč, 3941/336

**Mentor**

izv. prof. dr. sc. Marijana Neuberg

Varaždin, rujan 2023. godine

## Sažetak

Starenje je fiziološki, ireverzibilan proces kojim dolazi do promjenama u svim organskim sustavima. Promjene koje nastaju dijele se na psihološke, biološke i socijalne. Za ovaj završni rad najvažnije su promjene u koštanom i mišićnom sustavu. Koštane promjene koje se javljaju su smanjena gustoća kostiju te sklonost prijelomima. U mišićnom sustavu uviđa se sarkopenija, odnosno gubitak mišićne mase prvenstveno skeletnih mišića. Zbog navedenih promjena kod starijih osoba česta je pojava osteoporoze. Osteoporoza je sustavna bolest čija je glavna karakteristika smanjenja mineralna gustoća kostiju te poremećaj u mikroarhitekturno oštećenje kostiju. Posljedično tome javlja se krhkost kostiju te je povećan rizik za nastanak prijeloma. Za razvoj osteoporoze važna je najveća koštana masa u mlađoj životnoj dobi. Od osteoporoze češće obolijevaju žene. Čimbenici rizika mogu biti dob, spol, genetski čimbenici, prehrana te tjelesna aktivnost, odnosno neaktivnost. Osteoporoza nema specifične simptome, javlja bol, no čest je prijelom vrata bedrene kosti te prijelom distalnog dijela podlaktice. Dijagnostika se zasniva na anamnezi te kompletnoj krvnoj slici. Uz to potrebno je napraviti biopsiju kosti te rendgensku snimku. Liječenje osteoporoze je individualno, a zasniva se na farmakološkim proizvodima. Uz liječenje vrlo je važno provođenje fizioterapije te održavanje funkcionalne sposobnosti osobe. Kod prevencije osteoporoze vrlo je važan trening s opterećenjem zasnovan na principu mehaničkog stresa. Tjelesna aktivnost, odnosno vježbe s opterećenjem djelovanjem mehaničkog stresa potiču stvaranje osteoblasta. Time se povećava gustoća kostiju te se prevenira osteoporoza i prijelomi koji su posljedica osteoporoze. Osobama svih dobnih skupina preporuča se tjelesna aktivnost, odnosno vježbe s opterećenjem. Fizioterapeut provodi individualan plan vježbi prema dobi i fizičkoj sposobnosti osobe. Vježbe trebaju biti usmjerene na postizanje jakosti i snage te samim time i povećanje koštane mase. Važno je da se provode postepeno kako ne bi došlo do ozljeda. Uz navedeno fizioterapeut provodi i edukaciju koja je vrlo važna kod načina izvođenja vježbi te obavljanju aktivnosti svakodnevnog života.

**Ključne riječi:** osteoporoza, mehanički stres, trening s opterećenjem, fizioterapeut

## Abstract

Aging is a physiological, irreversible process that causes changes in all organ systems. The changes that occur are divided into psychological, biological and social. Changes in the bone and muscle system are the most important for this final work. Bone changes that occur are reduced bone density and a tendency to fractures. In the muscular system, sarcopenia is seen, i.e. loss of muscle mass primarily of skeletal muscles. Due to the aforementioned changes, osteoporosis often occurs in the elderly. Osteoporosis is a systemic disease whose main characteristic is a decrease in bone mineral density and a disorder in the microarchitectural damage of bones. As a result, bone fragility occurs and the risk of fracture is increased. The greatest bone mass at a young age is important for the development of osteoporosis. Women suffer from osteoporosis more often. Risk factors can be age, gender, genetic factors, diet, and physical activity or inactivity. Osteoporosis has no specific symptoms, there is pain, but it is often a fracture of the neck of the femur and a fracture of the distal part of the forearm. Diagnosis is based on history and a complete blood count. In addition, a bone biopsy and an X-ray should be taken. Osteoporosis treatment is individual and based on pharmacological products. In addition to treatment, it is very important to carry out physiotherapy and maintain the person's functional ability. In the prevention of osteoporosis, weight training based on the principle of mechanical stress is very important. Physical activity, i.e. exercises with mechanical stress, stimulating the formation of osteoblasts. This increases bone density and prevents osteoporosis and fractures that are a consequence of osteoporosis. Physical activity, i.e. weight-bearing exercises, is recommended for people of all age groups. The physiotherapist implements an individual exercise plan according to the person's age and physical ability. Exercises should be aimed at achieving strength and power as well as time itself and increasing bone mass. It is important that they are carried out gradually so as not to cause injuries. In addition to the above, the physiotherapist also carries out education, which is very important in the way of performing exercises and performing activities of daily life.

**Key words:** osteoporosis, mechanical stress, weight training, physiotherapist

## **Popis korištenih kratica**

**SZO** Svjetska zdravstvena organizacija

**T vrijednost** broj standardnih odstupanja iznad ili ispod srednjeg BMD-a normalne mlade populacije istog spola

**BMD** Bone mineral density

mineralna gustoća kostiju

**HKF** Hrvatska komora fizioterapeuta

# Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>2. Starenje i starija dob</b> .....	3
<b>2.1. Teorije starenja</b> .....	3
<b>2.2. Endokrinološki sustav</b> .....	4
<b>2.3. Koštani sustav</b> .....	5
<b>2.4. Mišićni sustav</b> .....	6
<b>3. Osteoporoza</b> .....	7
<b>3.1. Etiologija osteoporoze</b> .....	7
<b>3.1.1. Čimbenici rizika na koje se može utjecati</b> .....	7
<b>3.1.2. Čimbenici rizika na koje se može utjecati</b> .....	8
<b>3.2. Patofiziologija osteoporoze</b> .....	8
<b>3.3. Klinička slika osteoporoze</b> .....	10
<b>3.4. Dijagnoza osteoporoze</b> .....	10
<b>3.5. Liječenje osteoporoze</b> .....	12
<b>3.6. Prevencija osteoporoze</b> .....	12
<b>3.7. Fizioterapijski pristup u liječenju osteoporoze</b> .....	13
<b>4. Mehanički stres</b> .....	16
<b>4.1. Utjecaj mehaničkog stresa na koštano tkivo</b> .....	16
<b>4.2. Utjecaj mehaničkog stresa na mišićno tkivo</b> .....	17
<b>5. Trening s opterećenjem</b> .....	19
<b>5.1. Trening s opterećenjem kod starijih osoba</b> .....	24
<b>6. Važnost prvostupnika fizioterapije u očuvanju zdravlja osoba starije životne dobi</b> .....	25
<b>7. Zaključak</b> .....	29
<b>8. Literatura</b> .....	30
<b>Prilozi</b> .....	33
<b>Popis fotografija</b> .....	33
<b>Popis tablica</b> .....	33

# 1. Uvod

Prema nedavnom popisu stanovništva, u Hrvatskoj je sve više osoba starije životne dobi što znači da sve više njih treba adekvatnu skrb koju im pruža grana gerijatrije. Gerijatrija se definira kao grana medicine koja se bavi dijagnostikom, liječenjem i rehabilitacijom osoba starije životne dobi te sprječavanjem nastanka bolesti u osoba starije životne dobi [1]. Začetnikom moderne gerijatrije smatra se Ignaz L. Nascher jer je prvi objavio naziv gerijatrija u članku „Geriatrics“ u New York Journalu 1909. godine [1]. Gerijatrija se razvila kao odgovor na povećanje postotka starijeg stanovništva u svijetu. Gerijatrija se temelji na interdisciplinarnom pristupom liječenju osoba starije životne dobi. Uloga gerijatrije leži u prevenciji, procjeni i upravljanju specifičnim zdravstvenim problemima osoba starije životne dobi, a osim fizičkog zdravlja, usmjerena je i njihovo na mentalno zdravlje i socijalizaciju [2]. Glavni ciljevi gerijatrije usmjereni su na održavanje i obnovu funkcionalnih sposobnosti kako bi se poboljšala kvaliteta života osoba starije životne dobi. Svjetska zdravstvena organizacija starost dijeli na 3 stadija, ranu, srednju i duboku starost. Ranom se starosti označava razdoblje od 65.- te do 74.- te godine, srednjom razdoblje od 75.- te do 84.- te godine, dok razdoblje duboke starosti počinje navršavanje 85.- te godine života. Prema organizaciji Europske unije specijalista medicine, gerijatrija je zasebna medicinska specijalizacija, koja je u Hrvatskoj pod vodstvom Hrvatskog društva za gerontologiju i gerijatriju Hrvatskog liječničkog zbora te Referentnog centara Ministarstva zdravstva Republike Hrvatske za zaštitu zdravlja starijih osoba - Služba za javnozdravstvenu gerontologiju Nastavnog zavoda za javno zdravstvo (NZJZ) "Dr. Andrija Štampar" koji su 2008. godine izradili program navedene medicinske specijalizacije. Osobe starije životne dobi, podložnije su nastanku različitih bolesti, kardiovaskularnih, neuroloških, ali i bolesti lokomotornog aparata kao što je osteoporoza, koja je opisana u ovom završnom radu. Fizioterapija je grana medicine koja se temelji na prevenciji i liječenju bolesti lokomotornog aparata, ali ujedno i na održavanju i poboljšanju pokretljivosti svakog pojedinca. Osteoporoza se javlja kao posljedica prekomjerne resorpcije koštanih stanica i nemogućnosti brzog remodeliranja, koji je odgovor na proces resorpcije. Zbog smanjenja mineralne gustoće kostiju, povećava se rizik od prijeloma kosti kao posljedica pada. Za sada ne postoji lijek koji bi osobe oboljele od osteoporoze izliječio, ali se preporuča konzumiranje što više hrane bogate vitaminima i mineralima, posebice vitaminom D i kalcijem koji su sastavni dio koštanih stanica. Važna je edukacija pacijenta o bolesti koja mu je dijagnosticirana i o mogućim posljedicama bolesti. Prijelomi karakteristični za ovu bolest su prijelom vrata bedrene



kosti, prijelom kralješka te prijelom kostiju podlaktice. Kroz rad će se opisati proces starenja, njegov utjecaj na endokrinološki sustav, koštani i mišićni sustav, kao i teorije starenja. Osim starenja, opisan će se etiologija, patofiziologija klinička slika osteoporoze te uloga fizioterapeuta u prevenciji i liječenju osteoporoze. Koristeći se smjernicama Hrvatske komore fizioterapeuta prikazat će se važnost uzimanja detaljne anamneze te mjerenja opsega ekstremiteta i snage mišića kako bi se odredio pravila i individualan plan fizioterapije s ciljem poboljšanja pokretljivosti pacijenta i kvalitete života. Osim osteoporoze, rad se temelji i na utjecaju mehaničkog stresa na mišićno-koštani sustav s ciljem dokazivanja utjecaja mehaničkog stresa pozitivno ili negativno na navedeni sustav.

## **2. Starenje i starija dob**

Starenje se definira kao progresivni gubitak stanične regulacije zbog kojeg se smanjuje interakcija između tkiva i organa [3]. Navedena definicija zapravo označuje starenje kao normalan, fiziološki, ireverzibilan proces kod kojeg nastaju promjene koje obuhvaćaju sve organske sustave čovjeka, od neurološkog pa sve do sustava za kretanje. U najširem smislu, starenje se odnosi na promjene koje se događaju tijekom cijelog života, iako brzina njihovog odvijanja variraju kod svakog pojedinca [4]. Iz navedene tvrdnje, može se zaključiti da se promjene organizma odvijaju kroz cijeli životni vijek i da nisu nužno patološke, iako postoje razne bolesti koje se javljaju u starijoj životnoj dobi. Navedene se promjene organizma mogu se podijeliti u tri skupine, psihološke, biološke, i socijalne [4]. U biološke promjene spada usporavanje i opadanje u funkcijama organizma tijekom vremena, u psihološke spadaju promjene vezane uz psihičke funkcije i prilagodbe ličnosti na proces starenja, dok u socijalne spadaju promjene vezane uz odnose društva u kojem pojedinac živi i samog pojedinca. Proces starenja odvijaju se kako na staničnoj i molekularnoj razini, tako i na organima i tkivu. Važno je razlikovati pojam starost od starenja, starost je definirana kao određeno razdoblje u životu povezano s kronološkom dobi koje prema nekim autorima počinje od 65.- te godine života, dok prema drugima počinje puno ranije, odnosno, kada organizam prijeđe svoje najviše aktivnosti [3]. SZO starost dijeli na 3 stadija, ranu, srednju i duboku starost. Ranom se starosti označava razdoblje od 65.- te do 74.- te godine, srednjom razdoblje od 75.- te do 84.- te godine, dok razdoblje duboke starosti počinje navršavanje 85.- te godine života.

### **2.1. Teorije starenja**

Postoji nekoliko teorija o starenju kroz koje se pokušava shvatiti i pobliže objasniti proces starenja. Iako se one međusobno isprepliću, odnosno imaju zajedničke pretpostavke, ni jedna od njih ne daje točno objašnjenje kako sami proces starenja nastaje. Tri su kategorije teorija starenja, skupina genetski teorija, skupina fizioloških teorija i skupina promjena funkcija organa [3]. Genetske teorije starenja, kao što im i samo ime govori, proces starenja povezuju s genetikom. U ovu skupinu spadaju teorija pogriješke, teorija somatske mutacije i teorija programiranog starenja [3]. Teorija pogriješke smatra da se u molekulama DNA i RNA prilikom transkripcije javlja pogreška zbog koje se ubrzava proces mijene tvari što rezultira bržim starenjem. Teorija somatske mutacije govori da zbog se mutacija koje se događaju u organizmu javljaju promjene koje se definiraju kao starenje. Teorija programiranog starenja također u prvi

plan stavlja genetiku, odnosno, smatra da je starenje genetski programiran proces koji nastaje zbog postojanja specifičnih gena koji uzrokuju nagle promjene u stanicama koje zatim dovode do starenja organizma [3]. Druga skupina teorija starenja je skupina fizioloških teorija koja se također grana na tri teorije, teorija slobodnih radikala, teorija unakrižene povezanosti i teorija nakupljanja otpadnih tvari [3]. Teorija slobodnih radikala smatra da su slobodni radikali koji su definirani kao molekule i atomi koji sadržavaju jedan neparni elektron koji ima tendenciju sparivanja i stvaranja parnog elektrona, odgovorni za promjene koje se događaju kroz proces starenja [5]. Teorija unakrižene povezanosti temelji se na promjenama molekula DNA i RNA, tom je pretpostavkom slična teoriji pogriješke, iako ona za razliku od teorije pogriješke smatra da proces starenja nastaje kao posljedica stvaranja agregata molekula zbog kojih iste gube funkciju [3]. Zadnja teorija ove skupine, teorija nakupljanja otpadnih tvari, smatra da se zbog gomilanja lipofuscina, koji se još naziva i pigmentom starenja, usporava funkcija organa koja se događa kroz proces starenja. Zadnja skupina teorija starenja naziva se teorija promjene funkcija organa. Ona uključuje imunološku i neuroendokrinološku teoriju. Imunološka teorija starenja temelji se na činjenici da kroz starenje slabi imunološki sustav te smatra da je timus glavni genetski sustav u procesu starenja [3]. Neuroendokrinološka teorija starenja smatra da su imunološki i endokrinološki sustav osnova regulacije procesa u organizmu u koji se ujedno ubraja i proces starenja. U novije vrijeme, općeprihvaćena je teorija koja obuhvaća gene, performanse sustava genetskog održavanja i popravljavanja, ističući potrebu za sustavnom i integrativnom analizom procesa starenja [4]. Usprkos mnogim teorijama starenja kojima se pokušao naći odgovor na pitanje „Koji je uzrok starenja?“, izvedeni je zaključak da ne postoji jedan uzrok starenja i da vrlo vjerojatno ne postoji univerzalni uzrok ovog procesa za svaki organizam [4].

## **2.2. Endokrinološki sustav**

Dokazano je da hormoni imaju veliku ulogu u procesu starenja. Naime, smatra se da su hormoni glavi u određivanju ritma i brzine starenja [5]. Neuroendokrina teorija Dilmana i Deana iz 1992. godine, kao osnovnu hipotezu postavlja središnju ulogu hipotalamusa u procesu starenja uz smanjenje osjetljivosti na hormone i druge signalne peptide koji su dokazani [5]. Iz navedene teorije proizlazi da proces starenja reguliraju hipotalamus i hipofiza koji reguliraju fiziološke promjene kroz vrijeme. Hipotalamus gubi osjetljivost što dovodi do progresivnog narušavanja homeostaze. Sukladno tome, dolazi do promjena u koncentraciji hormona te smanjenja neurotransmitera u signalnih molekula [5]. Gubitak osjetljivosti hipotalamusa

dovodi i do disbalansa energije, smanjenja imuniteta i reproduktivne sposobnosti te dovodi do neprilagodljivosti imuniteta na različite uzročnike bolesti. Smanjuje se tolerancija glukoze i hiperinzulinemija, hiperlipidemija i smanjenje HDL kolesterola koji dovodi do progresivnog pogoršanja zdravlja, a u konačnici, može imati i smrtni ishod [5]. Također, kortizol, hormon stresa, javlja se u većoj koncentraciji kod starijih osoba, a povezuje se s nedostatkom sna, smanjenjem kognitivnih sposobnosti i ostalih posljedica starenja [5].

### **2.3. Koštani sustav**

Koštani sustav odrasle osobe čini 206 kostiju uz mrežu tetiva, ligamenata i hrskavice koje ih povezuju [6]. Kost se može definirati kao dinamičan organ koji ima ulogu u mehaničkim i homeostatskim funkcijama [7]. Kost imaju vlastiti proces samoregeneracije, odnosno, uklanjanja starih koštanih stanica i formiranje novih koštanih stanica na tom mjestu. Stare se koštane stanice resorbiraju. Formiranje i resorpcija kosti čvrsto su povezani te su uravnoteženi kako bi se održala koštana masa i čvrstoća [7]. Starenjem dolazi do negativnog uravnoteženja što rezultira resorpcijom koštanih stanica i nemogućnosti stvaranja novih zbog čega dolazi do gubitka mineralne gustoće kostiju [7]. Osteoklasti su stanice odgovorne resorpciju kosti, a u procesu starenja može doći do njihovog pretjeranog djelovanja zbog čega kosti slabe [7]. Postoje čimbenici rizika koji uzrokuju pretjeranu resorpciju koštanih stanica [7]. Čimbenici rizika uključuju genetiku, hormonski, biokemijski i vaskularni status, promjene u staničnim komponentama, osobe starije od 50 godina, sarkopenija i mnogi drugi [7]. Koštani sustav ima važnu ulogu u stabilnosti, obliku i pružanju podrške organima. U kombinaciji s mišićima koji se tetivama vežu za kosti, omogućuju kretanje. Temeljem navedenih tvrdnji, može se zaključiti da će svaka promjena koštanog sustava utjecati na posturu i kretanje pojedinca. Procesom starenja dolazi do smanjenja mineralne gustoće kostiju koji dovodi do pojave osteopenije koja progresivno prelazi u osteoporozu. Preporučuje se uzimanje vitamina za nadomjestak kalcija kako bi se spriječilo daljnje smanjenje gustoće kosti, a posljedično i prevencija prijeloma koji su česti kod osoba starije životne dobi. Postoji uzročno-posljedična veza u promjenama koštanog i mišićnog sustava. Naime, smanjenjem koštane mase i različitim promjenama na zglobovima, poput osteoartritisa, dolazi do promjena mišićnog sustava koje će se objasniti u slijedećem poglavlju.

## 2.4. Mišićni sustav

Mišićni sustav sastoji se od glatkih, poprečno-prugastih i skeletnih mišića. Skeletnih mišića ima više od 500, a kontrolira ih živčani sustav koji povezuje i podržava skeletni sustav [6]. Skeletni mišići građeni su od mišićnih vlakana koje sadrže sarkomere, odnosno, najmanje ponavljajuće funkcionalne jedinice u mišićima [6]. Sarkomere su odgovorne za kontrakciju i relaksaciju skeletnih mišića, što znači da one upravljaju mišićima na način da omogućuju tijelu obavljanje širokog raspona pokreta [6]. Starenjem dolazi do progresivnih promjena mišića, odnosno, promjena u njihovoj snazi i masi [8]. Gubitak mišićne mase kroz proces starenja ima veliki utjecaj na aktivnosti svakodnevnog života jer dolazi do smanjenja mišićne snage [8]. Važnost se stavlja na primjenjivanje fizioterapijskih vježbi, koje će se kasnije kroz završni rad opisati, kako bi se mišićna snaga i izdržljivost povećala i održala. Atrofija mišića često se javlja kod osoba starije životne dobi te je povezana sa značajnim oštećenjem funkcije mišića [9]. Oštećenje mišićne funkcije povezane sa starenjem uključuje kvalitativne i kvantitativne promjene u strukturi i funkciji skeletnih mišića [9]. Navedene su promjene uključene u patogenezu nasljednih i stečenih neuromuskularnih poremećaja [9]. Oštećenje funkcije mišića odvija sporo te varira kod svakog čovjeka. Gubitak mišićne mase i oštećenje mišićne funkcije definicija je sarkopenije [9]. Sarkopenija je vrlo složen proces pada mišićne tjelesne mase koja se događa prvenstveno kao posljedica gubitka mase skeletnih mišića [9]. Sarkopenija pokazuje svoje djelovanje na sve funkcije svakodnevnog života, uključujući probleme s ravnotežom, reducirane brzine hoda, prijelomi i učestalost padova. Može se javiti i u kombinaciji s osteoporozom. Međutim, važno je napomenuti da gubitak skeletnog mišića nije uvijek povezan sa sarkopenijom, već se može pojaviti i u kontekstu kroničnih sistemskih bolesti poput zatajenja srca, raka, kao znak kaheksije, odnosno, prekomjernog gubitka težine u okruženju tekuće bolesti, obično s nerazmjernim gubitkom mišića i slično [6,9]. Gubitak mišićne mase u procesu starenja, smatra se posljedicom progresivnog gubitka motoneurona koji je povezan sa smanjenjem broja i veličine mišićnih vlakana [9]. Mišićna se funkcija, također, smanjuje kao posljedica gubitka motoneurona [9].

### **3. Osteoporoza**

Osteoporoza se definira kao kronična progresivna bolest s karakterističnim smanjenjem koštane mase i gubitkom koštane strukture te dolazi do pojave takozvanih krhkih kostiju i povećanim rizikom prijeloma istih [10]. SZO postavila je smjernice za dijagnostiku osteoporoze koje će se navesti kasnije kroz završni rad. Normalna koštana masa, BMD, naziv je za mineralnu gustoću kosti koja je maksimalno jednu standardnu devijaciju, T, niža od prosječne gustoće kod mlađe populacije [10]. S druge strane, Durgil definira osteoporozu kao smanjeni sadržaj minerala, kalcijevih soli, i temeljene koštane tvari u volumnoj jedinici kosti [11]. Zbog toga kost postaje „šupljikava“, mekša i sklonija lomu. Važno je razlikovati 2 pojma, osteopenija i osteoporoza. Osteopenija se smatra početkom osteoporoze. To znači da je osteopenija stanje kod koje pacijent ima smanjenu mineralnu gustoću kosti, između 1 i 2.5 standardne devijacije, niža od prosječne gustoće mlađe populacije. Osteoporoza se dijagnosticira kada je mineralna gustoća kostiju više od 2.5 standardne devijacije niža od prosječne gustoće kostiju kod mlađe populacije [10]. Iako navedene vrijednosti za sada vrijede samo za ženski spol, smatra se da se mogu koristiti i u dijagnostici osteoporoze kod muškog spola.

#### **3.1. Etiologija osteoporoze**

Osteoporoza je, kao što je prije navedeno, kronična sustavna bolest kostiju kod koje dolazi do smanjenja koštane gustoće kao posljedica prekomjernog rada osteklasta i izostanka stvaranja novih koštanih stanica. Javlja se češće u žena, ali se isto tak javlja i kod muškog spola. Postoji niz čimbenika rizika za nastanak osteoporoze, a u ovom će se poglavlju detaljno opisati.

##### **3.1.1. Čimbenici rizika na koje se može utjecati**

Dob, spol i genetski čimbenici, prema Hrvatskoj komori fizioterapeuta, mogu se uvrstiti u skupinu čimbenika rizika na koji se ne može utjecati [11]. Prvi čimbenik rizika je spol. Žene obolijevaju češće jer imaju sitniju građu, a samim time i manju koštanu masu od muškaraca. Također, gubitak koštane mase se povećava kod početka razdoblja predmenopauze, a vrhunac doseže u razdoblju postmenopauze zbog smanjenja lučenja ženskih spolnih hormona, estrogena i progesterona [12]. Muški spol, dokazano, ima veću građu od žena i samim time veću koštanu masu pa samim time dolazi do sporijeg gubitka koštane mase.

Drugi čimbenik rizika je dob. Osobe starije životne dobi imaju manju koštanu masu te su zbog toga sklonije i prijelomu [12]. Također, važna je i uloga genetike. Naime, ako postoji pozitivna obiteljska anamneza, velika je vjerojatnost da će osoba oboljeti od osteoporoze. Geni imaju veliku važnost u pregradnji koštanih stanica, njihovoj resorpciji i nastanku novih koštanih stanica [12]. Također, mnoga istraživanja, primjerice, istraživanje Yang C. i suradnika pod nazivom „Identifikacija genskih biomarkera u bolesnika s postmenopauzalnom osteoporozom“. objavljenom na internetskoj stranici PubMed iz 2019. godine, pokazuje da geni imaju veliku ulogu u nastanku postmenopauzne osteoporoze jer utječu na vrijeme ulaska u razdoblje predmenopauze te na lučenje hormona.

### **3.1.2. Čimbenici rizika na koje se može utjecati**

S druge strane postoje i čimbenici rizika na koje se može utjecati. U ovu skupinu može se ubrojiti prehrana, pretilost, pušenje i konzumacija alkohola te tjelesna aktivnost [12]. Važno je da je prehrana bogata vitaminima kako bi se smanjio rizik od nastanka ostalih bolesti, a ujedno i osteoporoze. Osobama odrasle životne dobi preporučuje se uz prehranu uzimati nadomjestak vitamina D i kalcija kako bi se povećala koštanu masa i smanjila incidencija osteopenije i kasnije osteoporoze [12]. Pušenje i konzumacija alkohola također negativno utječu na organizam. Brojnim istraživanjima dokazalo se da žene pušači imaju povećanu incidenciju od prijeloma kuka, što je karakterističan prijelom kod osteoporoze, od žena ne pušača [12]. Temeljem navedenih dokaza, postavlja se pitanje utječe li pušenje na smanjenje koštane mase što još uvijek nije potvrđeno dokazima. Alkohol, s druge strane ne utječe toliko na smanjenje koštane gustoće, ali ima veliki utjecaj na nastanak prijeloma koji se javljaju kao posljedica osteoporoze [12]. Tjelesna neaktivnost sve je veći problem današnjice. Istraživanja su dokazala da osobe koje su se od adolescencije počele baviti nekom vrstom tjelesne aktivnosti imaju smanjeni rizik od nastanka osteoporoze i da u starijoj dobi imaju veću koštanu masu, od osoba koje se nisu bavile sportom ili nekom drugom vrstom tjelesne aktivnosti [12].

## **3.2. Patofiziologija osteoporoze**

Smatra se da osteoporoza nastaje kao posljedica neuspjeha u stvaranju optimalne ase i čvrstoće kostura tijekom rasta, prekomjerna resorpcija kosti što rezultira smanjenom koštanom masom i mikrorahitektonskim propadanjem kostura te neadekvatnim odgovorom formiranja novih koštanih stanica tijekom remodeliranja kostiju [13]. Pregradnja kosti glavni je proces koštanih stanica u kosturu odraslih osoba. Zasnovana je na ujednačenju osteoklasta i

osteoblasta. Osteoklasti su stanice koje pregrađuju kost, odnosno, razgrađuju koštane stanice, a osteoblasti izgrađuju nove koštane stanice na mjestima na kojima ih osteoklasti uklone. Budući da su faze resorpcije/razgradnje i remodeliranja koštanih stanica kratke, a razdoblje potrebno za osteoblastičnu zamjenu kosti je dugo, svako povećanje brzine preuređenja kostiju rezultirat će gubitkom koštane mase [13]. Prevelika resorpcija može rezultirati potpunim gubitkom trabekularnih struktura, tako da ne postoji predložak za stvaranje kostiju [13]. Faza razgradnje kostiju odvija se prije faze remodeliranja. U ovoj fazi glavnu ulogu imaju stanice koje se nazivaju osteoklasti. Osteoklasti se definiraju kao stanice koji se aktiviraju na površini kosti gdje otpuštaju enzime koji započinju razgradnju koštanih stanica [13]. Rezultat njihovog djelovanja su praznine u kosti koje zatim nadopunjavaju osteoblasti u fazi remodeliranja. Faznu remodeliranja kosti rade osteoblasti, odnosno, stanice koje stvaraju nove koštane stanice, kolagenska vlakna, koja nakon ispunjavanja praznine u kosti mineraliziraju, s kojim završava proces pregradnje kosti [13]. Ovaj se proces odvija kroz cijeli životni vijek osobe, a završetak samog procesa ovisi o dobi osobe [13]. Kod osoba starije životne dobi, proces završava nakon više od godine dana, što dovodi do povećane sklonosti prijelomu kod nekog pada, koji kod mlađih osoba ne bi doveo do prijeloma [13]. Ako faza resorpcije i remodeliranja kosti nisu u homeostazi, dolazi do poremećaja kod oba procesa jer osteoklasti i osteoblasti nisu usklađeni [13]. Navedeni proces dovodi do pretjerane razgradnje koštanih stanica, dok, istovremeno, osteoblasti proizvode premalo novih koštanih stanica što rezultira smanjenjem gustoće kostiju, odnosno, nastaje osteoporozna [13]. Na slici 3.2.1. prikazana je zdrava kost, odnosno, kost koja ima uravnoteženi odnos osteoklasta i osteoblasta, dok je na drugoj strani prikazana kost koja ima nalik spužve, što je karakteristično za kost zahvaćenu osteoporozom.

### Osteoporosis



Slika 3.2.1. Zdrava kost i osteoporotična kost

(Izvor: <https://www.healthcentral.com/condition/osteoporosis/osteoporosis-silent-thief> )

Hormon estrogen ima središnju ulogu u razvoju patogeneze osteoporoze kod žena u menopauzi jer dolazi do pada njegove fiziološke razine [13]. Također, važno je istaknuti da je



estrogen kritičan za stvaranje epifize u pubertetu u oba spola pri čemu regulira promet koštanih stanica u kosti. Iz navedenog, može se zaključiti da estrogen ima važnu ulogu u nastanku osteoporoze i kod muškog spola jer se smatra da je važan u stjecanju vršne koštane mase kod muškog spola [13].

### 3.3. Klinička slika osteoporoze

Osteoporoza se naziva „tihim kradljivcem“ jer nema specifično definiranih simptoma kao što imaju neke druge degenerativne bolesti [14]. Općeprisutan simptom je bol u kralježnici, a javlja se i uz prijelom vrata bedrene kosti ili distalnog dijela podlaktice [14]. Uočava se i promjena u visini osobe pa tako osobe starije životne dobi navode da se s godinama „smanjuju“ u smislu tjelesne visine. Također, javljaju se promjene u posturi što je prikazano na slici 3.3.1.. Osobe starije životne dobi razvijaju kifoza cervikalne i torakalne kralježnice [14].



*Slika 3.3.1. Osteoporotična postura*

(Izvor: <https://www.verywellhealth.com/osteoporosis-4012671> )

### 3.4. Dijagnoza osteoporoze

Postavljanje dijagnoze kod osteoporoze započinje uzimanjem detaljne anamneze kako bi se isključila neka druga bolest sa sličnim simptomima. Nakon uzimanja anamneze u kojoj pacijent navodi sve simptome i trajanje istih prelazi se na krvne pretrage u kojima se radi kompletna krvna slika kako bi se utvrdilo radi li se zaista o osteoporozi [13]. Dodatni testovi uključuju koštanu biopsiju i testovi za isključivanje endokrinih i neoplastičnih uzroka [13]. Navedeni se testovi provode kod osoba s progresivnim gubitkom kosti, a kod kojih je manje

vjerojatno postojanje osteoporoze, kao što su djeca, žene prije menopauze te muškarci mlađi od 60 godina [15]. Velika se važnost u dijagnostici stavlja i na mjerenje tjelesne visine i težine uz pregled lokomotornog sustava [15]. Također je važno istaknuti da se dijagnostika osteoporoze ne provodi ciljano kao kod nekih drugih bolesti, već se provodi posljedično kada dođe do prijeloma koji je karakterističan za osteoporozu [15]. Standardne rendgenske snimke korisne su kod početne procjene osteoporoze jer je ova metoda najmanje osjetljiva zato što se gubitak koštane mase uočava tek kad je ona smanjena za 30– 50% [15]. Rendgenske se snimke u dijagnostici osteoporoze danas upotrebljavaju rijetko, veći značaj se stavlja na denzitometriju. Denzitometrija se definira kao metoda kojom se procjenjuje koštana masa pomoću koštane denzitometrije [16]. Denzitometrija se koristi kao dijagnostički kriterij koji se primjenjuje kod osoba odrasle i starije životne dobi kako bi se utvrdila koštana masa i procijenio rizik od nastanka osteoporoze i osteoporotičnih lomova u budućnosti. Denzitometrija se smatra zlatnim standardom u dijagnostici i kontroli osteoporoze [16]. SZO temeljem rezultata dobivenih denzitometrijom postavila je dijagnostički kriterij koji se koristi kod dijagnosticiranja osteoporoze, koji je prikazan dolje u tablici 3.4.1.. Iz tablice se isčituje da je osteopenija stanje kod koje pacijent ima smanjenu mineralnu gustoću kosti, između 1 i 2.5 standardne devijacije, T, niža od prosječne gustoće mlađe populacije. Osteoporoza se dijagnosticira kada je mineralna gustoća kostiju više od 2.5 standardne devijacije niža od prosječne gustoće kostiju kod mlađe populacije. Osjetljivost i specifičnost ovog kriterija iznose oko 90% te se smatra da preventivno provođenje ove metode može uvelike utjecati na rano otkrivanje smanjene gustoće kosti i samim time na prevenciju nastanka osteoporoze. Dokazano je da se osteoporoza prvo javlja na bedrenoj kosti, kralješcima ili podlaktici, te SZO stavlja naglaska na denzitometrijsko snimanje tih dijelova tijela [16].

Tablica 3.4.1. Denzitometrijske vrijednosti

(Izvor: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9408932/> )

<b>Vrijednosti dobivene denzitometrijom (T- vrijednost)</b>	
<b>Normalna koštana masa</b>	T > 1
<b>Osteopenija</b>	Između T -1 i -2,5
<b>Osteoporoza</b>	T < - 2,5

Denzitometrijsko mjerenje mineralne gustoće kosti emitira visoku razinu zračenja pa nije preporučljivo provoditi ovu pretragu često, što isto tako ima negativan utjecaj na rano otkrivanje smanjenja koštane mase prije nego ono prijeđe u osteoporozu [16]. SZO zbog toga stavlja važnost na provođenje denzitometrije kod ženskog spola s navršениh 65 godina života, dok se kod muškog spola preporuča provođenje preventivne denzitometrije s navršениh 70 godina života [16].

### **3.5. Liječenje osteoporoze**

Liječenje osteoporoze zasniva se na primjeni farmakoloških preparata i konzervativnom liječenju nakon prijeloma. Svaki pacijent se razlikuje i potrebno je pristupiti liječenju osteoporoze individualno te primijeniti različite lijekove ako pacijentu lijek ne odgovara. Trenutno odobreni lijekovi od strane Američke uprave za hranu i lijekove, FDA, uključuju bisfosfonate, estrogene, estrogenski agonist/antagonist, estrogenski kompleks selektivan u tkivu, inhibitor RANKL, kalcitonin, paratireoidni hormon te romozozumab [17]. Osim primjene lijekova, važnost u procesu liječenja stavlja se i na prevenciju prijeloma, stabilizacija i povećanje koštane mase, uklanjanje simptoma prijeloma i deformiteta kosti te očuvanje i unaprjeđenje funkcionalne sposobnosti [18].

### **3.6. Prevencija osteoporoze**

Prevencija je sastavni dio liječničkog pristupa koji se temelji na sprječavanju nastanka raznih bolesti. Kod osteoporoze, u prevenciju bi se mogle uključiti preporuke za očuvanje koštane čvrstoće [17]. Preporuke uključuju odgovarajući unos kalcija i vitamina D, prestanak upotrebe alkohola i duhana, redovito vježbanje s ciljem povećanja snage mišića te sanacije uvjeta vezanih uz oštećenja vida i upotrebe sedativa [17]. Važno je educirati osobe o važnosti unošenja hrane bogate vitaminima i mineralima. Kalcij je potrebo unositi prehranom bogatom kalcijem, kao što su mlijeko, sir i ostali mliječni proizvodi, morski proizvodi, voće i povrće. Uz to, preporučljivo je konzumirati nadomjestak kalcija u obliku dodatka prehrani koji povećavaju razine kalcija [17]. Vitamin D olakšava apsorpciju kalcija koja je potrebna za mineralizaciju kostiju [17]. Dnevni unos koji se preporuča je od 800 do 1000 jedinica vitamina D za osobe od 50 godine života [15]. Vitamin D se, osim u obliku nadomjeska, konzumira svakodnevno kroz hranu. Hrana bogata vitaminom D u žitarice, slana riba i obogaćeno mlijeko [17]. Redovita tjelesna aktivnost važna je kako bi se mišići ojačali i bili izdržljiviji. Također, pozitivno utječe na prevenciju loma jer se smanjuje rizik od pada [17]. Uz to, povećava se i kondicija osobe što

je važno i za obavljanje svakodnevnih aktivnosti. Važno je motivirati pacijenta jer svaka osoba brzo odustane od svakodnevne tjelesne aktivnosti i tu ulogu imaju fizioterapeuti, a o tome će se više govoriti dalje kroz obradu teme završnog rada.

### **3.7. Fizioterapijski pristup u liječenju osteoporoze**

Prema smjernicama Hrvatske komore fizioterapeuta, uloga fizioterapije u osteoporozi temelji se na prevenciji nastanka novih fraktura i smanjenjem rizika od padova te prevencija razvoja mišićno koštanih poremećaja povezanih s osteoporozom [10]. Kao glavni problem oboljelih od osteoporoze, HKF navodi nepokretnost ili tendencije nastanka iste što dovodi do povećanja rizika od prijeloma jer se smanjenom pokretljivosti dodatno gubi mineralna gustoća kostiju [10]. Posljedično tome, dolazi do pogoršanja kvalitete života pacijenta jer izbjegava kretanje kako ne bi došlo do prijeloma. Zbog svega navedenog, potrebno je uzeti detaljnu anamnezu kod pacijenata oboljelih od osteoporoze kako bi se osim simptoma zabilježili prijelomi ako su se dogodili. Također, važno je napraviti detaljan pregled koji uključuje mjerenje dužine ekstremiteta, opsega pokreta i manualni mišićni test kako bi se odredio plan fizioterapije. Najvažniji cilj fizioterapije kod osoba s osteoporozom je prevencija padova koja se temelji na primjeni fizioterapijskih vježbi [10]. Kao što je već prije navedeno, važno je provoditi vježbe s ciljem jačanja muskulature kako bi osoba bila stabilnija i kako bi se spriječio rizik od pada što rezultira prijelomom [10]. Kako se kod osteoporoze prijelomi javljaju u području vrata bedrene kosti, kralježaka i podlaktice, važno je jačati mišićne skupine navedenih regija tijela [10]. Također, jačanje trbušnog zida i leđnih mišića važno je za održavanje pravilne posture i prevenciju nastanka kifotičnog držanja [10]. Primjer vježbe jačanja trbušnog zida. Pacijent je u supiniranom položaju. Ruke su uz tijelo. Pacijent zategne stopala i podiže lijevu nogu dok istovremeno zatvara šaku suprotne ruke i lagano dignu glavu i vrat s podloge kako bi pokušao spojiti suprotnu ruku sa suprotnom nogom [10]. Položaj zadrži nekoliko sekundi nakon čega se vraća u početni položaj i opušta mišić. Vježbu ponavlja 10 puta i zatim podiže desnu nogu i lijevu ruku. Primjer vježbe za jačanje muskulature leđa. Pacijent se nalazi u proniranom položaju s rukama flektiranim u laktu i dlanovima na podlozi u razini ramena. Od pacijenta se traži da se polako podigne na podlaktice, kratko zadrži i opusti mišiće [10]. Također se može podići skorz na dlanove, ovisno o mogućnosti pacijenta. Vježbu ponavlja 10 puta. Ova je vježba prikazana na slici 3.7.1.



*Slika 3.7.1.. Vježbe jačanja muskulature leđa*

(Izvor: <https://theswiftinstitute.com/back-exercises/>)

Primjer vježbe za jačanje muskulature nogu. Pacijent leži na boku s jednom rukom položenom ispod glave. Pacijent zategne stopala prema sebi i podigne nogu na kojoj ne leži, zadrži taj položaj nekoliko sekundi i zatim opusti mišiće. Vježbu je potrebno ponoviti i za lijevu i desnu nogu. Vježba je prikazana na slici 3.7.2.



*Slika 3.7.2. Vježbe jačanja muskulature nogu*

(Izvor: <https://knocked-upfitness.com/side-lying-leg-lifts/>)

Primjer vježbe za jačanje muskulature podlaktice. Pacijent je u sjedećem položaju. Dlanovi su spojeni ispred prsa u položaju „molitve“. Pacijent stisne dlan o dlan, kratko zadrži i opusti. Vježbu ponovi 10 puta. Osim vježbi za jačanje muskulature, potrebno je raditi i na vježbama ravnoteže kako bi se spriječili prijelomi nastali kao posljedica pada zbog poremećaja ravnoteže. Vježbe se mogu provoditi na neravnoj podlozi, balansnoj ploči i slično. Primjer

vježbe balansa je stajanje na jednoj nozi dok drugu nogu flektira u koljenu. Preporučljivo je da je ispred pacijenta stolac kako bi se mogao uhvatiti za nešto ako bi došlo do gubitka ravnoteže. Također, važno je educirati pacijenta o bolesti i vježbama koje se provode te osmisliti program vježbi kako bi pacijent imao više motivacije za nastavak vježbi nakon prestanka ciklusa fizioterapijskog liječenja.

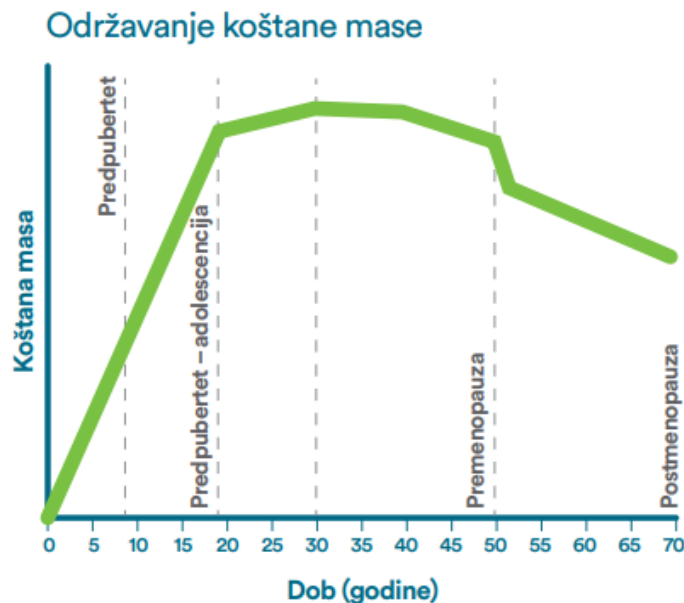
## 4. Mehanički stres

Osteoporoza je, kao što je već ranije navedeno, sistemska bolest kostiju čija je karakteristika smanjena gustoća kostiju. Posljedično tome kosti postaju krhke te je povećan rizik za nastanak prijeloma. Kod osteoporoze preporučuje se mehanizam mehaničkog stresa kao prevencija osteoporotskih prijeloma te kao prevencija same pojave bolesti. Mehanizam mehaničkog stresa zapravo podrazumijeva opterećenje koje nastaje prilikom tjelesne aktivnosti [19].

### 4.1. Utjecaj mehaničkog stresa na koštano tkivo

Tijekom života neprestano se događa proces osteoprodukcije i osteoresorpcije. Navedeni procesi su istodobni te održavaju homeostazu koštanog tkiva. Važnost procesa očituje se kod cijeljenja kosti nakon prijeloma. Samim time, povećanjem mehaničkog stresa dolazi do izgradnje kosti. Navedena tvrdnja dokazana je Wolfovim zakonom 1892. godine, odnosno „zakonom transformacije kostiju“. Wolfov zakon dokazuje da svaka sila koja duže vrijeme i često djeluje na kost dovodi do povećanja gustoće kostiju. Provedenim istraživanjima dokazano je da se primjenom mehaničkog stresa kost obnavlja na mjestima većeg, a propada na mjestima djelovanja slabijeg mehaničkog stresa. Zbog toga mehanički stres pozitivno djeluje na koštani sustav. Primjerice, kod trkača vidljiva je manja mineralna gustoća kosti, nego kod dizača utega jer je kod trkača potrebna mišićna izdržljivost, dok je kod dizača utega važnija mišićna snaga . [19]. Prilikom dinamičkog opterećenja na kost javlja se privremena deformacija kosti te nakon toga dolazi do povećanog protoka tekućine u mreži koja se nalazi oko osteocita. Posljedično tome povećava se razina kalcija. Učinak je veći s povećanjem opterećenja, no opterećenje mora biti unutar granice koju koštano tkivo može podnijeti kako bi se spriječila trauma. Koštano tkivo prilikom opterećenja proizvodi veću količinu osteoblasta te čimbenike rasta što dovodi do obnove kosti [19,20]. Tjelesna aktivnost, ponajprije vježbe s opterećenjem, odnosno sam mehanički stres ima vrlo važnu ulogu u prevenciji osteoporoze te osteoporotskih prijeloma. Studije su pokazale da osobe sa smanjenom tjelesnom aktivnosti imaju smanjen BMD što može dovesti do pojave osteoporoze. Dokazano je da se imobilizacijom gubi koštana masa, tjedan dana potpune imobilizacije dovodi do gubitka koštane mase koji bi se kod pokretnih osoba izgubio tijekom godine dana. Čimbenik rizika koji potiče razvoj osteoporoze je najviša koštana

masa koja je postignuta u mladosti. Koštana masa svoju najveću razinu postiže do 30-e godine života, kao što je prikazano na grafikonu 4.1.1., dok s porastom dobi koštana masa pada. [19].



Slika 4.1.1. Prikaz koštane mase tijekom dobi

(Izvor: <https://hrcak.srce.hr/file/330756> )

Dokazano je da se vježbe s opterećenjem kod starijih osoba trebaju primjenjivati s malim brojem ponavljanja te većim opterećenjem, samim time vježbanje s većim opterećenjem i manjim brojem ponavljanja dovodi do većeg poboljšanja mineralne gustoće kostiju, nego vježbanje s manjim otporom, a većim brojem ponavljanja [19,20,21].

## 4.2. Utjecaj mehaničkog stresa na mišićno tkivo

Mehanički stres, odnosno vježbe s opterećenjem djeluju pozitivno na mišićnu snagu i jakost. Dokazano je da vježbe s opterećenjem stimuliraju žičani sustav da isti učinkovitije upotrebljava mišiće. Mišićna vlakna koja nisu u treningu pod opterećenjem, nisu u cijelosti uključena u mišićnoj kontrakciji. Sukladno tome, treningom s opterećenjem postiže se uključivanje više mišićnih vlakana prilikom mišićne kontrakcije. Zbog toga osoba postaje snažnija jer je kod pokreta ili vježbanja uključeno više mišićnih vlakana [22]. Vježbe s opterećenjem, osim na mišićnu snagu djeluju i na mišićnu jakost, odnosno povećanje mišićne mase. Pozitivni učinci vježbi koje utječu na mišićnu jakost su bolji rad živčanog sustava, već navedena mišićna hipertrofija, jakost koštanog i vezivnog tkiva te krvožilnog sustava [22]. Mehanički stres pozitivno djeluje i na sarkopeniju, odnosno gubitak mišićne mase koji se javlja kod starijih osoba. Istraživanje pokazuje da se sa starenjem gubi mišićna masa, oko 1%



godišnje. Navedeni proces ne može se zaustaviti, no može se usporiti i to upravo vježbama s opterećenjem. Snaga i jakost mišićnog sustava važna je u svakodnevnom životu te kod prevencije bolesti te se samim time osobama preporuča mehanički stres, odnosno trening s opterećenjem [22].

## 5. Trening s opterećenjem

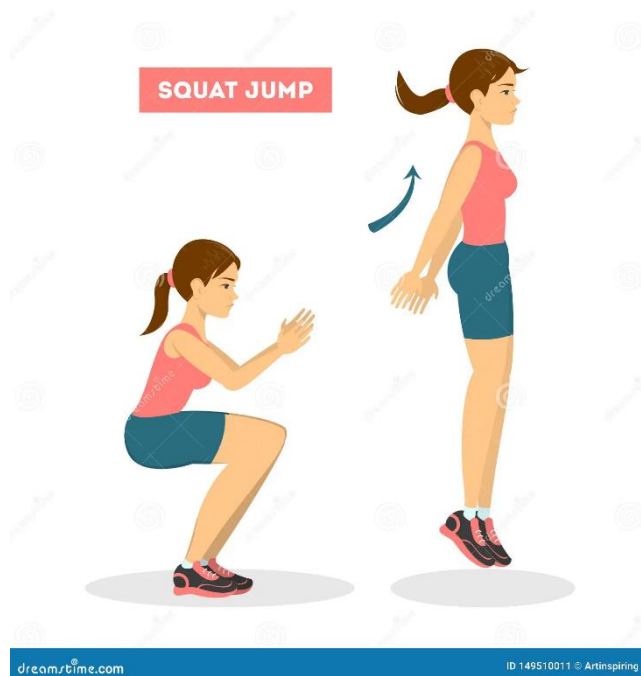
Trening s opterećenjem dokazuju istraživanja sve je popularniji među rekreacijskom populacijom. Razlog tomu smatra se dokaz o poboljšanju zdravlja te važnosti treninga s opterećenjem. Osim što pozitivno djeluje na mišićni i koštani sustav trening s opterećenjem djeluje na smanjenje krvnog tlaka, ubrzava metabolizam čime dolazi do gubitka masnog tkiva te stvaranja mišićne mase, pospješuje držanje te kao što je već ranije navedeno povećava gustoću kostiju [23]. Pod pojmom trening s otporom smatra se vježbanje uz pomoć rekvizita kao što su utezi, elastične trake, medicinke, bučice i slično, vježbanje pri kojem osoba koristi teret vlastite težine tijela te vježbanje suprotno sili gravitacije. Vježbe s otporom usmjerene su na kontrakciju mišića djelovanjem sile suprotno od smjera kontrakcije te aktivaciju okolnih struktura [23]. Trening s otporom prema klasifikaciji motoričkih sposobnosti spada u trening snage ili jakosti. Vrlo je važno poznavati razliku između snage i jakosti. Jakost je najveća sila mišića koja je pod utjecajem slobodne volje koju osoba može proizvesti u dinamičkoj ili statičnoj vježbi. Dinamička jakost je, primjerice kod dizanja utega, dizanje utega velike težine, dok se kod statičke jakosti upotrebljava maksimalna sila, ali bez podizanja utega. Snaga je, za razliku od jakosti, uvjetovana vremenom, što drugim riječima znači da je osoba snažnija ukoliko u kraćem vremenu postigne maksimalnu silu. Vježbe jakosti glavni su cilj svakog treninga pa tako i kod prevencije osteoporoze [23,24]. Milanović, D. u knjizi Teorija i metodika treninga dokazuje da svaki trening mora sadržavati osam kategorija vježbi: Vježbe za razvoj trupa, vježbe za razvoj eksplozivne snage, vježbe za prednju stranu natkoljenice, vježbe za stražnju stranu natkoljenice, vježbe horizontalnog potiska, vježbe vertikalnog potiska, vježbe horizontalnog povlačenja, vježbe vertikalnog povlačenja. Kao primjer vježbe za razvoj trupa navode se „trbušnjaci“. Njima se jačaju mišići m. rectus abdominis te m. obliquus externus abdominis, no dva unutarnja mišića m. obliquus internus abdominis te m. transversus abdominis. Zbog toga je potrebno modificirati klasične trbušnjake. Primjerice, uz podizanje trupa može se dodati i rotacija trupa, odnosno osoba laktom pokuša dotaknuti suprotno koljeno, što prikazuje slika 5.1. Uz trbušnjake, vježbe za razvoj trupa su plank, bočni plank, bočni potisak s elastičnom trakom i slično [23].



*Slika Pogreška! U dokumentu nema teksta navedenog stila. Vježba za jačanje trbušnih mišića (trbušnjaci)*

(Izvor: <https://fitwithme.org/2015/05/26/bocni-trbusnjaci-external-abdominal-oblique/> )

Vježbe za razvoj eksplozivne snage osobi daje sposobnost maksimalnog ubrzanja tijela ili predmeta. Primjenjuju se vježbe bacanja, skokova te udaraca. Kod prevencije osteoporoze najefikasniji su skokovi iz čučnja kao što je prikazano na slici 5.2. te doskoci [23,24].



*Slika 5.2. Vježba za razvoj eksplozivne snage (skok iz čučnja)*

(Izvor: <https://www.fitness.com.hr/vjezbe/programi-treninga/Trening-oblikovanja-tezina-tijela.aspx> )

Kod vježbi za prednju stranu natkoljenice nastojimo zahvatiti mišiće prednje skupine natkoljenice (m. quadriceps femoris), vanjske mišiće zdjelice (m. gluteus maximus), medijalnu skupinu mišića natkoljenice (m. adductor longus) te stražnju skupinu mišića natkoljenice (m. biceps femoris). Navedene vježbe izvode se, odnosno uključuju zglob koljena. Najčešće vježbe su čučanj, penjanje, iskorak koji je prikazan na slici 5.3. i slično[24].



*Slika 5.3. Vježba za prednju stranu natkoljenice (iskorak)*

(Izvor: <https://gymbeam.hr/blog/kako-ispravno-raditi-cucnjeve-i-iskorake/> )

Vježbe za stražnju stranu natkoljenice baziraju se na mišiće donjih leđa, stražnjice te stražnje lože. Mišići koji su uključeni prilikom izvođenja navedenih vježbi su mišići donjih leđa (m. erector spinae), vanjski mišići zdjelice (m. gluteus maximus) te stražnja loža (m. biceps femoris). Kod ove kategorije vježbi izvode se mrtvo dizanje, pretklon, zamah girjom, prikazano na slici 5.4. te njihove modifikacije (slika 5.4.) [24].



*Slika 5.4. Vježba za stražnju stranu natkoljenice (zamac girjom)*

(Izvor: <https://www.fitness.com.hr/vjezbe/savjeti-za-vjezbanje/Trening-rutina-funkcionalne-vjezbe-cijelo-tijelo.aspx> )

Mišići gornjeg dijela tijela, odnosno prednje strane trupa uključeni su u vježbe horizontalnog potiska, točnije m. pectoralis major, uz njih uključeni su i stabilizatori trupa. Vježbe koje se primjenjuju su horizontalni potisak s klupe, sklekovi, vidljivo na slici 5.5. te modifikacije istih (slika 5.5.) [24].



*Slika 5.5. Vježba horizontalnog potiska (sklek)*

(Izvor: <https://www.nin-99.top/products.aspx?cname=how+to+do+the+correct+push+up&cid=37> )

U vježbe vertikalnog potiska ubrajaju se uglavnom potisci iznad glave, prikazano na slici 5.6. Mišići koji sudjeluju u vježbi su m. deltoideus te mišići ruke i stabilizatori [24].



*Slika 5.6. Vježba vertikalnog potiska (potisci iznad glave)*

(Izvor: <https://www.christinacarlyle.com/bicep-workout/> )

Kod vježbi horizontalnog povlačenja najviše sudjeluje m. latissimus dorsi. Najčešće se izvode vježbe veslanja u pretklonu koje prikazuje slika 5.7. te horizontalno veslanje (slika 5.7.) [24].



*Slika 5.7. Vježba horizontalnog povlačenja (veslanje u pretklonu)*

(Izvor: <https://www.centarzdavlja.hr/zdrav-zivot/sport-i-rekreacija/ovo-je-8-najucinkovitijih-vjezbi-za-mrsavljenje/> )

Kod vertikalnog povlačenja najaktivniji je također m. latissimus dorsi, a najčešće korištena vježba za ovu kategoriju su tzv. zgibovi prikazani na slici 5.8. [24].



*Slika 5.8. Vježba vertikalnog povlačenja (zgibovi)*

(Izvor: <https://fitness-step.hr/teretana-novosti/step/zgibovi/> )

Prikazanim vježbama zahvaća se cijelo tijelo, odnosno sve grupe mišića. Ovakva klasifikacija vježbi vrlo je korisna kod rekreativna i sportaša, no također pozitivno djeluje na prevenciju osteoporoze [24].

### **5.1. Trening s opterećenjem kod starijih osoba**

Kod starijih osoba javlja se gubitak mineralne gustoće kosti, odnosno njihove jakosti (dinapenija) te sarkopenija, odnosno gubitak mišićne mase. Navedena stanja povezuju se s preranom smrću kod starijih osoba te ograničenostima u obavljanju aktivnosti svakodnevnog života. U svrhu sprječavanja pojave dinapneje te sarkopenije kod starijih osoba trebao bi se provoditi neki oblik treninga s opterećenjem. Kao što je već ranije navedeno trening s opterećenjem najbolja je metoda povećanja mineralne gustoće kostiju i povećanja mišićne mase [25]. Vrlo je važno, kod starijih osoba, pronaći adekvatnu, minimalnu dozu treninga koji povećava jakosti i mišićnu masu. Skladno tome provedeno je istraživanje Eduarda L Cadore i suradnika: pod nazivom „Višekomponentne vježbe uključujući trening mišićne snage uz povećanje mišićne mase i snage te prikaz funkcionalnih rezultata kod starijih osoba“ kod kojeg su ispitanici (prosječne dobi od 92 godine) radili jednu seriju od 8 ponavljanja [26]. Vježbe koje su radili bile su potisak na prsa te sjedeću ekstenziju na kvadriceps. Osobe u istraživanju

trenirale su dva puta tjedno kroz vremensko razdoblje od 12 tjedana. Nakon provedenih analiza utvrđeno je da se jakost skupine koja je vježbala povećala za 20%, dok se kod grupe koja nije trenirala jakost smanjila za 13%. Mišićna masa u prosjeku povećala se za 4%, dok se kod ne trenirane skupine smanjila za 4,5%. Prosječan dnevni trening trajao je oko 20 minuta s uključenim pet minutnim prethodnim zagrijavanjem te pet minutnim završnim istezanjem [26]. Prepreke za sudjelovanja u treningu s opterećenjem koje se mogu javiti kod starijih osoba su strah od ozljeda te strah od srčanog udara. Provedbom raznih istraživanja primjerice istraživanje Elisse Burtondo i suradnika pod nazivom „Motivacije i prepreke kod starijih osoba koje sudjeluju u treningu s otporom dokazano je da prilikom treninga s opterećenjem nije bilo nikakvih negativnih događaja, osim upale mišića te bolova. Upale mišića kod starijih osoba koje su se tek uključile u trening vrlo su česte. Kad se organizam krene prilagođavati treningu upale mišića bit će sve manje. Skladno tome, trening s opterećenjem, ako se izvodi pravilno, siguran je za starije osobe [27,28]. Trening s opterećenjem preporučuje se starijim osobama, no vježbe moraju biti prilagođene dobi i fizičkim sposobnostima pojedinca. Također, intenzitet i broj ponavljanja vježbi treba biti slabiji kako ne bi došlo do neželjenih posljedica [25,27].



## **6. Važnost prvostupnika fizioterapije u očuvanju zdravlja osoba starije životne dobi**

Osobe starije životne dobi imaju različite bolesti i komorbiditete koji nastaju kao posljedica procesa starenja. Fizioterapija ima važnu ulogu u održavanju i poboljšanju zdravstvenog stanja osobe kao i prevenciju nastanka neke druge bolesti. Uz fizioterapiju, važno je napomenuti da se liječenje i očuvanje zdravlja temelji na interdisciplinarnom i holističkom pristupu pacijentu. Prvostupnik fizioterapije kroz rad s osobom starije životne dobi ima važnu ulogu u edukaciji pacijenta o planu i programu fizioterapije, važnosti redovitog vježbanja i promjeni nekih prehrambenih navika s ciljem poboljšana zdravstvenog stanja pacijenta. Prvotni cilj fizioterapije leži smanjenju nesposobnosti osobe, odnosno, povećanju iste kako bi pacijent aktivno obavljao aktivnosti svakodnevnog života poput osobne higijene, kretanja, oblačenja i slično [29]. Osim aktivnosti svakodnevnog života, važno se fokusirati i na komunikaciju te psihičke i emocionalne dijelove života u čemu pomaže interdisciplinarni pristup pacijentu. Fizioterapijski postupci kod osoba starije životne dobi temeljena su na fizioterapijskim vježbama s ciljem održavanja, očuvanja i poboljšanja mišićne snage i izdržljivosti kako bi osoba što duže bila samostalna. Početak fizioterapije temelji se na SOAP modelu koji uključuje procjenu stanja pacijenta uz njegov subjektivnu procjenu svog stanja [29]. Procjenom se vidi da je došlo do smanjenja opsega pokreta zglobova što dolazi do smanjenje pokretljivosti. Također, važna je procjena ciklusa hoda kako bi fizioterapeut dobio uvid u stanje lokomotornog sustava i samostalnosti prilikom hodanja [29]. Naravno, nisu svi pacijenti samostalni u kretanju, nekima su potrebna pomagala poput štake ili hodalice pa je uloga fizioterapeuta stavljena na važnost edukacije pravilne upotrebe pomagala za kretanje ukoliko ih osoba koristi ili fizioterapeut procjenom predloži korištenje. U anamnezi, izrazito je važno od pacijenta dobiti informacije o svim bolestima koje ima kako bi plan fizioterapije imao pozitivan i željeni učinak. Najčešće bolesti kod osoba starije životne dobi vezane su uz kardiovaskularni i neurološki sustav, poput moždanog udara, srčanog udara, arterijske hipertenzije, demencije i slično [29]. Fizioterapijske vježbe, osim prije navedenog, imaju ulogu u poboljšanju zdravstvenog stana pacijenta i smanjenja simptoma bolesti. Fizioterapijske vježbe započinju se laganim aktivno potpomognutim ili pasivnim pokretima od strane fizioterapeuta kako bi se mišići zagrijali i kako bi pacijentu bilo lakše provoditi zadane vježbe [29]. Najčešće se rade aktivno potpomognuti pokreti zgloba ramena i kuka kao i mobilizacija patele i zglobova šake i stopala. Aktivno potpomognuti pokreti najčešće se rade u ležećem i sjedećem položaju. Pokreti se ponavljaju na obje strane, otprilike 10 puta svaki pokret i nakon toga se kreće na provođenje

vježbi. Važna napomena je kod aktivno potpomognutog pokreta paziti na eventualno endoprotezu zgloba kako ne bi došlo do iščašenja zgloba što je neželjeni učinak fizioterapije. Fizioterapijske vježbe provode se polako, počevši s manjim intenzitetom i brojem ponavljanja kako bi se spriječio nastanak zamora mišića. Provode se vježbe za povećanje mišićne snage i izdržljivosti, ali i vježbe za očuvanje ravnoteže i balansa koji su u osoba starije životne dobi narušeni [30]. Važno je da je fizioterapeut uvijek prisutan kod provođenja vježbi kako bi ispravio pacijenta ako vježbu ne radi dobro, ali i kako bi pratio opće stanje pacijenta i zaustavio ili modificirao vježbe ako je potrebno [30]. Vježbe za jačanje mišića gornjih ekstremiteta mogu se raditi u sjedećem, stojećem i ležećem položaju uz upotrebu štapa i/ili lopte, li isto tako i bez njih. Kod provođenja vježbi, važno je paziti na pravilan položaj, pravilno izvođenje vježbi i na pravilno disanje pacijenta. Primjer vježbe koja se radi u stojećem položaju. Ruke su u položaju abdukcije. Od pacijenta se traži da rukama kruži prema naprijed, kratko odmori te okrene smjer [30]. Pacijentu se prije početka pokaže kako se provodi vježba. Vježba se ponovi nekoliko puta. Primjer vježbe u sjedećem položaju koristeći loptu. Pacijent sjedi na stolici s nogama flektiranim u kukovi i koljenima. Ruke su ispružene i između dlanova drži loptu. Polako udahne i stisne loptu koliko je moguće, kratko zadrži i opusti. Ova se vježba također može raditi i u stojećem položaju. Ponavlja se nekoliko puta ovisno o stanju pacijenta. Vježba u stojećem je prikazana na slici 8.1.

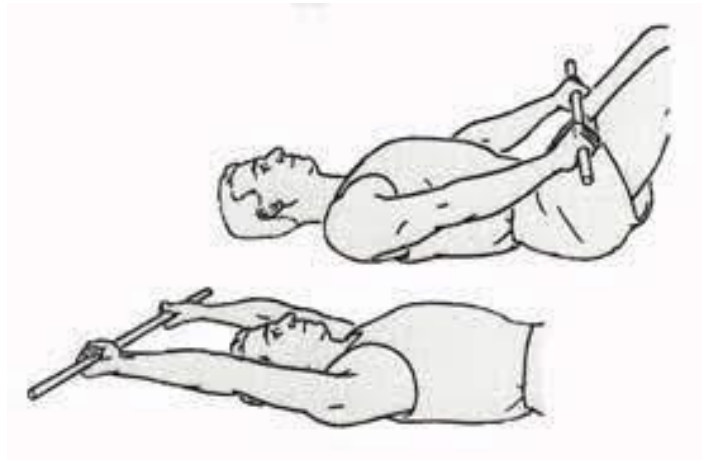


*Slika 8.1. Vježba za jačanje mišića ruku koristeći loptu*

(Izvor: <https://getthehealthy.com/exercise/medicine-ball-chest-press/> )

Primjer vježbe u ležećem položaju koristeći štap. Pacijent leži na krevetu s nogama flektiranim u kukovi i koljenima. Ruke su ispružene, dok u šakama pacijent drži štap. Polako udahne, izdahne i podigne štap o razine glave koliko je moguće, kratko zadrži i opusti i udahne.

Ova se vježba također može raditi i u stojećem položaju. Ponavlja se nekoliko puta ovisno o stanju pacijenta. Vježba je prikazana na slici 8.2.



Slika 8.2. Vježba za jačanje mišića ruku koristeći štap

(Izvor: <https://www.denvershouldersurgeon.com/pdf/routine-early-rtc-repair-protocol.pdf> )

Vježbe za jačanje mišića donjih ekstremiteta važne su za hod i za održavanje ravnoteže pacijenta. Kao i kod vježbi za gornje ekstremitete, vježbe se mogu raditi u sjedećem, stojećem i ležećem položaju, a također se mogu koristiti lopta i trake za vježbanje. Primjer vježbe u ležećem položaju na boku. Pacijent leži na boku s jednom rukom ispod glave, a drugom flektiranom ispred tijela s dlanom na podlozi. Pacijent zategne stopalo noge na kojoj ne leži i lagano je podigne prema gore do granice njegove mogućnosti, kratko zadrži i opusti. Vježba je prikazana na slici 3.5.2.1. u poglavlju osteoporoze. Primjer vježbe u ležećem položaju koristeći loptu. Pacijent je u ležećem položaju s loptom između flektiranih koljena. Od pacijenta se traži da pritisne loptu koliko može, kratko zadrži i opusti. Vježba se može također raditi primjenom jastuka ispod koljena. Vježba je prikazana na slici 8.3.



*Slika 8.3. Vježba za jačanje mišića nogu koristeći loptu*

(Izvor: <https://www.skimble.com/exercises/1568-reverse-crunch-with-ball-how-to-do-exercise> )

Osim navedenih vježbi, uloga fizioterapeuta je i u prevenciji narušavanja ravnoteže te se primjenjuju i vježbe propriocepcije i balansa. Vježbe se rade na nekoj neravnoj podlozi, balansnoj dasci ili slično kako bi pacijent pomoću proprioceptora dobio informacije o podlozi na kojoj stoji i pritom održao ravnotežu. Primjer vježbe je pacijent u sjedećem položaju s lopticom ispod jedne noge. Pacijent kotrlja lopticu jednom nogom u nekoliko strana kako bi poboljšao rad proprioceptora. Također, važna je edukacija i motivacija pacijenta kako bi s primjenom vježbi nastavio i nakon ciklusa fizikalne terapije koja s, primjerice, postiže pisanjem programa pacijentu [30]. Osim navedenog, pacijenta se uputi i na vježbanje u obliku hodanja, bicikliranja, plivanja, ako mu to njegovo zdravstveno stanje omogućava [30].

## 7. Zaključak

Starenje je fiziološki proces koji se dijeli u 3 skupine, ranu, srednju i duboku starost. Grana medicine koja se bavi dijagnostikom, liječenjem i rehabilitacijom starijih osoba te prevencijom bolesti naziva se gerijatrija. Glavni cilj gerijatrije je prevencija i poboljšanje kvalitete života starijih osoba. Osteoporoza se najčešće javlja kod starijih osoba. Glavna karakteristika osteoporoze je smanjenja gustoća kostiju te su samim time kosti postaju krhke i sklonije su prijelomima. Kod osteoporoze uz adekvatno liječenje vrlo važna i sama prevencija. Kroz završni rad prikazuje se da mehanički stres pozitivno djeluje na prevenciju osteoporoze. Mehanički stres dovodi do izgradnje, odnosno obnove kosti te uključivanja više mišićnih vlakana prilikom pokreta. Sukladno tome, trening s opterećenjem preporučuje se svim dobnim skupinama. Provođenjem redovitog treninga s opterećenjem povećava se mineralna gustoća kostiju te mišićna snaga i jakost čak i u starijoj životnoj dobi. Kod starijih osoba trening s opterećenjem prilagođava se njihovim funkcionalnim sposobnostima, odnosno reducira se intenzitet i broj ponavljanja vježbi. Osim navedenog kod prevencije osteoporoze vrlo važnu ulogu ima i fizioterapeut. Provođi fizioterapijsku procjenu te detaljan plan i program vježbi prilagođen pojedincu. Fizioterapija uz prevenciju nastoji spriječiti komplikacije te osobi olakšati obavljanje aktivnosti svakodnevnog života. Uz detaljan, individualan plan vježbi provodi i edukaciju osobe o pravilnom korištenju pomagala, pravilnom izvođenju vježbi te ispravnom obavljanju aktivnosti svakodnevnog života.

## 8. Literatura

- [1] Mrčela Tomašević N.: Značajna uloga gerijatrije u hrvatskoj medicini, Hrvatski časopis zdravstvenih znanosti, Vol. 1 No. 1., 2021., str. 37. <https://hrcak.srce.hr/clanak/374702>
- [2] Voumard R., Rubli Truchard E., Benaroyo L., Borasio D.G., Bula C., Jox J.R.: Geriatric palliative care: a view of its concept, challenges and strategies, BMC Geriatrics, 2018., str. 1-4 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30236063/>
- [3] Z. Duraković i suradnici: Gerijatrija, medicina starije dobi, Medicinska naklada, Zagreb, 2007., str. 3. – 33.;
- [4] Pinto da Costa J. i sur.: A synopsis on aging—Theories, mechanisms and future prospects, Ageing Res Rev. 2016 Aug;29:90-112, str. 2-17  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5991498/>
- [5] Zjačić-Rotkvić V., Kavur L., Cigrovski-Berković M.: Hormoni i starenje, Acta Clin Croat 2010.; 49: str. 549- 554., <https://hrcak.srce.hr/clanak/126416>
- [6] Tieland M., Trouwborst I., Clark C. B.: Skeletal muscle performance and ageing, J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2018 Feb., str: 4-7  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5803609/>
- [7] Internetska stranica: [https://www.physio-pedia.com/Effects\\_of\\_Ageing\\_on\\_Bone](https://www.physio-pedia.com/Effects_of_Ageing_on_Bone) , dostupno: 31.07.2023.
- [8] Internetska stranica: [https://www.physio-pedia.com/Muscle\\_Function:\\_Effects\\_of\\_Aging](https://www.physio-pedia.com/Muscle_Function:_Effects_of_Aging) , dostupno: 31.07.2023.
- [9] Larsson L. i sur.: Sarcopenia: Aging-Related loss of muscle mass and function, Physiological reviews, Jan 1., 2019., str. 427- 511,  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6442923/> , pristupljeno 31.07.2023.
- [10] Hrvatska komora fizioterapeuta: Kliničke smjernice u fizikalnoj terapiji., <https://www.hkf.hr/klinicke-smjernice-u-fizikalnoj-terapiji/>
- [11] Durgil T.: Reumatologija, udžbenik za fizioterapeute i radne terapeute, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu Medicinski fakultet, 1997., str. 87.-89.
- [12] Kelesy L. J., PhD: Risk factors for osteoporosis and associated fractures, Public Health Rep., 1989 Sep-Oct;104 Suppl(Suppl) str. 14-20 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2517695/>
- [13] Raisz G. L. Pathogenesis of osteoporosis: concept, conflicts and prospects, The Journal of clinical investigation, 2005 Dec 1; 115(12) str. 3318–3325,;  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16322775/>

- [14] Imamović A., Davidović Cvetko E.: Povezanost stila života i znanja o osteoporozu, Fizio info, broj 26-27, 2016./2017., str. 49
- [15] Pećina M. i sur.: Ortopedija, 3. izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Zagreb, Naklada Lijevak, 2004., str.: 77. – 80.
- [16] Aibar-Almazan A. i sur.: Current Status of the Diagnosis and Management of Osteoporosis, International journal of molecular sciences, 2022. Aug, str. 3-6  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9408932/>
- [17] Le Boff S. M. i sur.: The clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis, Osteoporosis international, 2022., Oct., str. 2050- 2051  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35478046/>
- [18] Šimić P. i sur.: Liječenje osteoporoze, Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, Vol.58 No.1, 2007., str. 55-58 <https://hrcak.srce.hr/10626>
- [19] Grazio S., Balen D.: Tjelesna aktivnost i osteoporozu, Medicus 2019;28(2), str. 247-255,  
<https://hrcak.srce.hr/file/330756>
- [20] Nomura S, Takano-Yamamoto T.: Molecular events caused by mechanical stress in bone. Matrix Biol. 2000 May;19(2), str. 91-96., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10842092/> ,
- [21] Turner CH. Three rules for bone adaptation to mechanical stimuli. Bone. 1998 Nov;23(5), str. 399-407., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9823445/>
- [22] Stupac Z: Vježbanje s opterećenjem u funkciji očuvanja i unapređenja zdravlja, diplomski rad, Zagreb 2018, <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:273541>
- [23] Milanović, D.: Teorija i metodika treninga, Kineziološku fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009.
- [24] Boyle, M.: Advances in functional training, On Target Publications, Santa Cruz, CA ,SAD, 2010.
- [25] Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. Front Physiol. 2012 Jul 11. str., 8-12  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22934016/>
- [26] Cadore EL, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F, Idoate F, Millor N, Gómez M, Rodriguez-Mañas L, Izquierdo M. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. Age (Dordr). 2014 Apr;36(2), str. 773–785  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24030238/>
- [27] Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. Sports Med. 2004;34(5), str. 329-348., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15107011/>
- [28] Burton E, Farrier K, Lewin G, Pettigrew S, Hill AM, Airey P, Bainbridge L, Hill KD. Motivators and Barriers for Older People Participating in Resistance Training: A Systematic Review. J Aging Phys Act. 2017 Apr;25(2), str. 311-324.,  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27620535/>

[29] Jurić N.: Modaliteti fizikalne terapije u gerontološkoj populaciji koja gravitira u KBC-u Split, Diplomski rad, Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel zdravstvenih studija, 2019. Split: <https://repo.ozs.unist.hr/islandora/object/ozs:734>

[30] Dughović N.: Rehabilitacija osoba starije životne dobi, Završni rad, Sveučilište Sjever, 2016. Varaždin: <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin:948>



## Prilozi

### Popis fotografija

Slika 3.2.1. Zdrava kost i osteoporotična kost.....	9
Slika 3.5.2.1 Vježbe jačanja mišićne mase leđa.....	14
Slika 3.5.2.2. Vježbe jačanja mišićne mase nogu.....	14
Slika 4.1.1. Prikaz koštane mase tijekom dobi.....	17
Slika 5.1. Vježba za jačanje trbušnih mišića (trbušnjaci).....	20
Slika 5.2. Vježba za razvoj eksplozivne snage (skok iz čučnja).....	20
Slika 5.3. Vježba za prednju stranu natkoljenice (iskorak).....	20
Slika 5.4. Vježba za stražnju stranu natkoljenice (zamac).....	20
Slika 5.5. Vježba horizontalnog potiska (sklek).....	20
Slika 5.6. Vježba vertikalnog potiska (potisci iznad glave).....	24
Slika 5.4. Vježba horizontalnog povlačenja (veslanje u pretklonu).....	24
Slika 5.8. Vježba vertikalnog povlačenja (zglobovi).....	20
Slika 8.1. Vježba za jačanje mišića ruku koristeći loptu.....	20
Slika 8.2. Vježba za jačanje mišića ruku štapa.....	20
Slika 8.3. Vježba za jačanje mišića ruku koristeći loptu.....	30

### Popis tablica

Tablica 3.4.1. Densitometrijske vrijednosti.....	<b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b>
--	--



IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Roko Mijaić (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Važnost mehaničkog stresa kod mevaničke osteoporoz (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Roko Mijaić

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Roko Mijaić (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Važnost mehaničkog stresa kod mevaničke osteoporoz (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Roko Mijaić

(vlastoručni potpis)

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za fizioterapiju

STUDIJ preddiplomski stručni studij Fizioterapije

PRISTUPNIK Roko Mijoč

MATIČNI BROJ 0135249838

DATUM 03.10.2023

KOLEGIJ Higijena i socijalna medicina

NASLOV RADA Važnost mehaničkog stresa kod prevencije osteoporoze

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU The importance of mechanic stress in prevention of osteoporosis

MENTOR dr.sc.Marijana Neuberg

ZVANJE izvanredni profesor

ČLANOVI POVJERENSTVA

- Anica Kuzmić, v.pred., predsjednik
- izv.prof.dr.sc. Marijana Neuberg, mentor
- Valentina Novak, pred., član
- Jasminka Potočnjak, v.pred., zamjenski član
- 

## Zadatak završnog rada

BROJ 290/FIZ/2023

OPIS

Starenje je fiziološki, ireverzibilan proces kojim dolazi do promjenama u svim organskim sustavima. Procesom starenja dolazi do smanjenja mineralne gustoće kostiju koji dovodi do pojave osteopenije koja progresivno prelazi u osteoporozu. Osteoporoza se definira kao kronična progresivna bolest s karakterističnim smanjenjem koštane mase i gubitkom koštane strukture te dolazi do pojave takozvanih krhkih kostiju i povećanim rizikom prijeloma istih. Tijekom života neprestano se događa proces osteoprodukcije i osteoresorpcije. Navedeni procesi su istodobni te održavaju homeostazu koštanog tkiva. Cilj ovog rada je ukazati na važnost mehaničkog stresa kod održavanja homeostaze odnosno procesa osteoprodukcije. Provedenim istraživanjima dokazano je da se primjenom mehaničkog stresa kost obnavlja na mjestima većeg, a propada na mjestima djelovanja slabijeg mehaničkog stresa. Kroz ovaj rad prikazuje se da mehanički stres pozitivno djeluje na prevenciju osteoporoze, odnosno dovodi do izgradnje i obnove kosti te uključivanja više mišićnih vlakana prilikom pokreta. Sukladno tome, provođenjem redovitog treninga s opterećenjem povećava se mineralna gustoća kostiju te mišićna snaga i jakost čak i u starijoj životnoj dobi.

ZADATAK URUČEN

04.10.2023.

