

# Utjecaj promjene nagiba podloge s 25 na 17 stupnjeva na ishod liječenja skakačkoga koljena specifičnim rehabilitacijskim protokolom

---

**Knež, Vladimir**

**Doctoral thesis / Disertacija**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:109942>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-06-30**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)





Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Vladimir Knež

**UTJECAJ PROMJENE NAGIBA PODLOGE S  
25 NA 17 STUPNJEVA NA ISHOD  
LIJEČENJA SKAKAČKOGA KOLJENA  
SPECIFIČNIM REHABILITACIJSKIM  
PROTOKOLOM**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Vladimir Knež

**THE INFLUENCE OF CHANGES OF  
INCLINATION OF DECLINE BOARDS FROM  
25 TO 17 DEGREES ON THE OUTCOME OF  
TREATMENT OF JUMPER'S KNEE BY  
SPECIFIC REHABILITATION PROTOCOL**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Vladimir Knež

**UTJECAJ PROMJENE NAGIBA PODLOGE S  
25 NA 17 STUPNJEVA NA ISHOD  
LIJEČENJA SKAKAČKOGA KOLJENA  
SPECIFIČNIM REHABILITACIJSKIM  
PROTOKOLOM**

DOKTORSKI RAD

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Damir Hudetz

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Vladimir Knež

**THE INFLUENCE OF CHANGES OF  
INCLINATION OF DECLINE BOARDS FROM  
25 TO 17 DEGREES ON THE OUTCOME OF  
TREATMENT OF JUMPER'S KNEE BY  
SPECIFIC REHABILITATION PROTOCOL**

DOCTORAL THESIS

Supervisor: Izv. prof. dr. sc. Damir Hudetz

Zagreb, 2024.

## INFORMACIJE O MENTORU

Doktorska disertacija izrađena je na Odjelu za rehabilitaciju traumatoloških i ortopedskih bolesnika Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju "Varaždinske Toplice", Zavodu za ortopediju i traumatologiju KB Sveti Duh i Kineziološkom Fakultetu Sveučilište u Zagrebu.

Mentor rada: Izv. prof. dr. sc. Damir Hudetz, specijalist ortopedije, Pročelnik Zavoda za ortopediju i traumatologiju Klinička bolnica Dubrava Zagreb

Izv. prof. dr. sc. Hudetz specijalist ortopedije, Pročelnik Zavoda za ortopediju i traumatologiju Klinička bolnica Dubrava Zagreb je ortoped s bogatim međunarodnim iskustvom iz područja sportske i ortopedske traumatologije. Nakon diplomiranja na medicinskom fakultetu u Zagrebu, svoj pripravnički staž odrađuje u Klinici za traumatologiju, na kojoj 2005. završava specijalizaciju iz ortopedije. Potom radi kao ortoped i sudjeluje u kliničkim istraživanjima na Zavodu za ortopediju i traumatologiju KB Sveti Duh Zagreb i Specijalnoj bolnici Sv. Katarina. Kao dobitnik stipendije švicarske vlade, odlazi u Basel na 6 mjeseci gdje nastavlja specijalizaciju iz ortopedije i istovremeno biva uključen u znanstveni rad (2002.-2003.).

2009. dr. Hudetz brani znanstveni doktorat pod naslovom „Utjecaj biofilma kod stafilokokne infekcije oko čeličnih i titanijskih implantata“ na doktorskom poslijediplomskom studiju Biomedicina i zdravstvo pri Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Kao stipendist u organizaciji Promotio je istraživač biomehaničkih svojstva hrskavice u Laboratoriju za ortopedsku biomehaniku Sveučilišta u Baselu, a dodatno iskustvo stječe radom na sveučilišnim klinikama za ortopediju u San Antoniju u Teksasu i Heidelbergu u Njemačkoj. Dr. Hudetz je bio član grupe prof. Regine Landmann pri Znanstveno-istraživačkom centru Sveučilišta u Baselu, gdje su se provodila istraživanja osjetljivosti različitih materijala za izradu ortopedskih implantata prema stafilokoknoj infekciji. U Klinici za ortopediju Bruderholz u Baselu radi kao ortoped i sudjeluje u kliničkom istraživanju dugoročnih rezultata kirurškog liječenja luksacija koljena. Od 2011. preko Sveučilišta u Zagrebu sudjeluje u projektu FP-7 Europske unije „BIO-COMET“ na regeneraciji hrskavice.

Izv. prof. dr. sc. Hudetz danas predaje na medicinskim fakultetima sveučilišta u Zagrebu, Splitu i Osijeku te na Biotehnološkom fakultetu u Rijeci.

Autor je brojnih znanstvenih radova objavljenih u međunarodno indeksiranim časopisima, kao i nekoliko poglavlja u stručnim knjigama.

Dr. Hudetz je član Hrvatskog liječničkog zbora, Hrvatskog ortopedskog društva, Hrvatskog traumatološkog društva, Hrvatskog udruženja ortopeda i traumatologa, Europskog udruženja za kirurgiju koljena i sportsku traumatologiju (ESSKA). Pridruženi je član svjetske ekspertne grupe za prednji križni ligament (ACL study group) te član Europskog udruženja ortopeda i traumatologa (EFORT). 2007. godine, zbog stručnog i znanstvenog doprinosa, proglašen je najmlađim počasnim članom Klinike za ortopediju Bruderholz u Baselu u Švicarskoj.



## ZAHVALE I POSVETA

Neizmjereno sam zahvalan mentoru Izv. prof. dr. sc. Damiru Hudetzu na ulozi u oblikovanju teme, pomoći u razradi ideje, provođenju istraživanja, znanstvenoj, stručnoj i ljudskoj podršci i konstruktivnim kritikama koje su na poseban način pripomogle oblikovanju ove disertacije.

Posebno zahvaljujem svojoj supruzi Ivani Božić Knež dr.med., specijalist fizijatar koja me proteklih godina ohrabivala u znanstvenoj aktivnosti i pisanju znanstvenog rada te omogućila da ovaj znanstveni rad u obliku doktorske disertacije ugleda svijetlo dana.

Hvala doktorima medicine, specijalistima ortopedije, specijalistima fizikalne medicine i rehabilitacije, kineziolozima, fizioterapeutima, suradnicima, djelatnicima KB Sveti Duh Zagreb, Kineziološkog fakulteta Sveučilište u Zagrebu i Odjela za rehabilitaciju traumatoloških i ortopedskih bolesnika Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju "Varaždinske Toplice" na pomoći u provedbi istraživanja.

Zahvaljujem ravnatelju Specijalne bolnice za medicinsku rehabilitaciju "Varaždinske Toplice" dr. Denisu Kovačiću na razumijevanju, poticanju i ohrabivanju prilikom završnih faza izrade ove disertacije, kao i kolegama i svim zaposlenicima u SB Varaždinske Toplice, KB Sveti Duh Zagreb i Kineziološkom fakultetu Sveučilište u Zagrebu koji su doprinijeli završetku iste.

Najveću zahvalu upućujem svojoj voljenoj supruzi Ivani Božić Knež dr.med., spec.fizijatar i svojoj obitelji bez koje bi ovo sve bilo nemoguće. Podrška i ljubav koju mi pružate dio je ovog rada i bez vas se ne bih ni uputio na ovo putovanje koje je rezultiralo ovim važnim korakom u mojem životu.



## SAŽETAK

**CILJ:** Kronična patelarna tendinopatija ili skakačko koljeno je sindrom prenaprezanja (engl. overuse injury) koji najčešće pogađa profesionalne sportaše naročito često one koji sudjeluju u sportovima u kojima se često izvode skokovi poput primjerice odbojke, atletike i košarke. Patofiziološki bolest nastaje, kao posljedica nakupljanja mikrotrauma tijekom treninga i natjecanja, a povezana je s pojavom boli, izbjavanjem sa sportskih terena i u izostanku odgovarajućeg liječenja s preranim prestankom profesionalne karijere. U novije vrijeme sve više važniju ulogu u terapiji skakačkog koljena ima ekscentrični trening. Pokazalo se da ekscentrični trening ima jednako učinkovite rezultate kao i kirurško liječenje. U posljednja dva desetljeća ekscentrične vježbe su standardna metoda liječenja kronične patelarne tendinopatije, a provode se vježbanjem na kosoj podlozi nagiba 25°. Cilj terapije nije samo smanjenje boli nego i ojačanje i cijeljenje tetive kako bi se sportaš mogao vratiti svojim normalnim aktivnostima. Rezultati istraživanja upućuju da najveću korist od ekscentričnih vježbi možemo očekivati kada se one izvode polaganom kretnjom ekscentričnim vježbanjem na kosoj podlozi.

Iako je vježbanje na podlozi nagiba 25° standardan način provođenja terapije ne postoje čvrsti znanstveni dokazi da je to idealan nagib podloge, a rezultati biomehaničkih studija su predložili da bi se smanjenjem nagiba možda mogli postići bolji rezultati. Biomehanička istraživanja provedena na zdravim dobrovoljcima su pokazala da se opterećenje zglobova i mišića znatno mijenja s promjenom nagiba podloge od 16 do 35°. Usprkos radovima koji govore u prilog smanjenju nagiba podloge do sada nisu provedena randomizirana klinička istraživanja na bolesnicima koja bi izravno usporedila utjecaj nagiba podloge na oporavak bolesnika oboljelih od kronične patelarne tendinopatije. U našem istraživanju smo usporedili učinkovitost ekscentričnih vježbi provedenih na podlozi standardnog nagiba od 25° s ekscentričnim vježbama provedenim na podlozi nagiba 17° prateći pacijente kroz razdoblje od 12 tjedana.

**METODE:** Ukupno je u studiju bilo uključeno 70 sportaša, 35 ih je vježbe provodilo na klasičnoj podlozi s nagibom od 25°, a 35 ih je provodilo vježbe na podlozi nagiba 17°. Svi ispitanici su u trajanju od 6 tjedna koristili isti specifični rehabilitacijski protokol za liječenje skakačkog koljena pisane upute i dodatno mogućnost korištenja uz pomoć web platforme fizikalne medicina i rehabilitacija kod kuće (videoreha.com). Na početku studije svi ispitanici su ispunili upitnike o zdravlju koljena; Victorian Institute of Sport Assessment Patella (VISA-P) i Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) upitnik. Funkcija koljena je procijenjena uporabom Lysholm Knee Questionnaire/Tegner Activity Scale, a bol pomoću procjene na skali boli (Visual Analog Scale, VAS). Kvaliteta života procijenjena je SF-36 upitnikom. Isti set upitnika pacijenti su ispunili nakon 6 tjedana terapije i nakon dodatnih šest tjedana.

**REZULTATI:** Pokazali smo da su ekscentrične vježbe učinkovita terapija za kroničnu patelarnu tendinopatiju i da kod većine pacijenata nakon šest tjedana terapije dolazi do znatnog smanjenja boli u koljenu, poboljšanja funkcije koljena i kvalitete života što je potvrđeno poboljšanjem svih mjerenih indeksa. Dodatni stupanj poboljšanja se postiže nakon dodatnih šest tjedana. Usporedbom oporavka između pacijenata koji su vježbali na klupicama nagiba 17° i standardnim klupicama s nagibom od 25° nije pronađena statistički značajna razlika niti u jednom od određivanih pokazatelja pa smo zaključili da je terapija ekscentričnim vježbama na modificiranoj klupici s nagibom od 17° jednako učinkovita u terapiji kronične patelarne tendinopatije kao i standardna terapija koja se provodi vježbanjem na klupici nagiba 25°. Obje terapije podjednako dovode do smanjenja boli, poboljšanja funkcije koljenskog zgloba i kvalitete života pacijenata. U analizi ostalih ciljeva pokazali smo da pacijenti koji koriste platformu videoreha imaju jednak stupanj oporavka kao i ostali pacijenti, Nismo uspjeli pronaći povezanost između stupnja oporavka i ostalih potencijalnih prognostičkih čimbenika poput spola pacijenta ili BMI indeksa.

**ZAKLJUČAK:** Zaključak našeg istraživanja je da su ekscentrične vježbe na kosoj podlozi učinkovita terapija za liječenje kronične patelarne tendinopatije i da je terapija na podlozi nagiba 17° jednako učinkovita kao i terapija na standardnoj podlozi nagiba 25°. Promjenom kuta nagiba mogla bi se postići bolja suradljivost pacijenata.

Ključne riječi: Ekscentrične vježbe, kronična patelarna tendinopatija, rehabilitacija, nagib podloge za vježbanje

## **ABSTRACT**

**AIM:** Chronic patellar tendinopathy PT or jumper's knee is an overuse injury syndrome that most often affects professional athletes, especially those who participate in sports in which jumps are often performed, such as volleyball, athletics and basketball. Pathophysiologically, the disease occurs as a result of the accumulation of microtraumas during training and competition, and is associated with pain, weaker performance and inability to participate in sports activities. In the absence of appropriate treatment, it can result with the premature termination of a professional career. In recent period, eccentric training plays an increasingly important role in therapy. Eccentric training has been shown to have just as effective results as surgical treatment. In the last two decades, eccentric exercises have been a standard method of treating chronic patellar tendinopathy, and they are performed by exercising on the board with a 25° decline. The goal of therapy is not only to reduce pain, but also to strengthen and heal the tendon so that the athlete can return to normal activities. The results of the research indicate that we can expect the greatest benefit from eccentric exercises when they are performed with a slow movement by eccentric exercise on an declined surface.

Although exercising on a 25° decline board is the standard way to conduct therapy, there is no solid scientific evidence that this is the ideal angle of a decline, and the results of biomechanical studies have suggested that reducing the angle of the decline may lead to better results.

Biomechanical research conducted on healthy volunteers has shown that the load on joints and muscles changes significantly with a change in the slope of the surface from 16 to 35°. Although the researches indicate on potential benefits of reduction of the angle of decline, so far no randomized clinical studies have been conducted on patients that would directly compare the influence of the decline angle on the recovery of patients suffering from chronic patellar tendinopathy. In our research, we compared the effectiveness of eccentric exercises performed

on a standard decline board of 25° with eccentric exercises performed on a board with 17° decline, following patients over a period of 12 weeks.

**METHODS:** In total, 70 athletes were included in the study, 35 of them performed exercises on a standard board with a decline of 25°, and 35 of them performed exercises on a board with a decline of 17°. All subjects used the same specific rehabilitation protocol for the treatment of jumping knee for six weeks, written instructions were given to all participants and additionally the possibility of using the physical medicine and rehabilitation web platform at home (videoreha.com) was offered. At the beginning of this study, all patients filled out the Victorian Institute of Sport Assessment Patella (VISA-P) questionnaire and the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) questionnaire. Functional knee activity was assessed using the Lysholm Knee Questionnaire/Tegner Activity Scale, and patients assessed their pain using the Visual Analog Scale (VAS). Quality of life was assessed by SF-36 questionnaire. The same set of analyses was performed at the end of a 6-week therapy period and after an additional 6 weeks.

**RESULTS:** We have shown that eccentric exercises are an effective therapy for chronic patellar tendinopathy and that in most patients after six weeks of therapy there is a significant reduction in the level of pain, improvement in knee function and quality of life, as evidenced by improvement in all of the analysed indexes. Additional degree of improvement is achieved after a period of additional six weeks. By comparing the recovery between patients who exercised on boards with a 17° decline and standard boards with a 25° decline, we found no statistically significant difference in any of the determined indicators. Therefore, we concluded that therapy with eccentric exercises on a modified board with an 17° decline is equally effective in treatment of chronic patellar tendinopathy as standard therapy which is carried out by exercising on a 25° decline board. Both therapies equally lead to reduction of pain, improvement of knee joint function and quality of life of patients. In the analysis of other objectives, we showed that patients who use the videoreha platform have the same degree of recovery as other patients. We were unable to find an association between the degree of recovery and other potential prognostic factors such as the patient's sex or BMI index.

**CONCLUSION:** The conclusion of our research is that eccentric exercises on an inclined surface are an effective therapy for the treatment of chronic patellar tendinopathy and that

therapy on a 17° decline board is as effective as therapy on a standard 25° decline board. Our findings encourage changes in the decline angle of the board in the case of a patient's discomfort in order to achieve better compliance without affecting the recovery.

Keywords: Eccentric exercises, chronic patellar tendinopathy, rehabilitation, decline board

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD U PROBLEM.....</b>	<b>1</b>
1.1. Terminologija i definicija.....	1
1.2. Anatomija.....	2
1.2.1. Funkcionalna anatomija.....	4
1.3. Etiologija kroničnog patelarnog tendinitisa.....	5
1.4. Epidemiologija.....	10
1.5. Patofiziologija.....	11
1.6. Dijagnoza.....	14
1.6.1. Anamneza i klinički pregled.....	14
1.6.2. Evaluacija.....	16
1.6.3. Diferencijalna dijagnoza.....	17
1.7. Liječenje.....	18
1.8. Klasifikacija patelarne tendinopatije.....	21
1.9. Prognoza.....	23
1.10. Komplikacije.....	24
1.11. Postoperativna rehabilitacija i komplikacije.....	24
1.12. Prevencija i edukacija pacijenata.....	26
1.13. Mogućnosti poboljšanja rezultata zdravstvenog tima.....	27
1.14. Dosadašnje znanstvene spoznaje i problematika istraživanja.....	28
<b>2. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>31</b>
2.1. Ciljevi istraživanja.....	31
2.2. Hipoteze istraživanja.....	32
<b>3. METODE ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>33</b>
3.1. Uzorak ispitanika.....	33
3.2. Prikupljanje podataka.....	33
3.3. Pacijenti.....	35
3.4. Korištene pretrage i upitnici.....	36
3.4.1. Victorian Institute of Sport Assessment Patella (VISA-P).....	36
3.4.2. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) upitnik.....	36
3.4.3. Lysholm upitnika za koljeno/Tegnerove skale aktivnosti.....	37

<b>3.4.4. Procjena boli vizualnom analognom ljestvicom (VAS).....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.5. Kvaliteta života pacijenta (SF36F i SF36M upitnik).....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.6. Pisane upute za pacijente Hudetz Knež rehabilitacijski protokol.....</b>	<b>37</b>
<b>3.5. Videoreha.....</b>	<b>42</b>
<b>3.6. Kose klupice.....</b>	<b>42</b>
<b>3.7. Statistička analiza.....</b>	<b>47</b>
<b>4. REZULTATI.....</b>	<b>48</b>
<b>4.1. Demografska i klinička obilježja pacijenata.....</b>	<b>48</b>
<b>4.2. Analiza ukupne učinkovitosti terapije ekscentričnim vježbama nakon šest i nakon dvanaest tjedana.....</b>	<b>51</b>
<b>4.3. Usporedba poboljšanja funkcije koljena i smanjenja boli nakon terapije ekscentričnim vježbama na podlozi nagiba 17 stupnjeva s ekscentričnim vježbama na podlozi nagiba 25 stupnjeva.....</b>	<b>56</b>
<b>4.4. Usporedba poboljšanja kvalitete života nakon terapije ekscentričnim vježbama na podlozi nagiba 17 stupnjeva s ekscentričnim vježbama na podlozi nagiba 25 stupnjeva.....</b>	<b>61</b>
<b>4.5. Usporedba učinkovitosti terapije ekscentričnim vježbama između muških i ženskih pacijenata.....</b>	<b>64</b>
<b>4.6. Pacijenti koji vježbaju uz uporabu platforme Videoreha imaju jednako dobar stupanj opravka.....</b>	<b>67</b>
<b>4.7. Analiza povezanosti poboljšanja kliničkih skorova s indeksom tjelesne mase pacijenata.....</b>	<b>69</b>
<b>5. RASPRAVA.....</b>	<b>71</b>
<b>5.1. Potencijalna ograničenja studije.....</b>	<b>75</b>
<b>5.2. Mogući budući smjerovi istraživanja.....</b>	<b>77</b>
<b>5.3. Znanstveni doprinos i praktične implikacije istraživanja.....</b>	<b>77</b>
<b>6. ZAKLJUČCI.....</b>	<b>78</b>
<b>7. POPIS LITERATURE.....</b>	<b>79</b>
<b>8. ŽIVOTOPIS AUTORA.....</b>	<b>87</b>

# 1.UVOD U PROBLEM

## 1.1.Terminologija i definicija

Kronična (patelarna tendinopatija) PT ili (skakačko koljeno) SK je sindrom prenaprezanja (engl. overuse injury) koji najčešće pogađa profesionalne sportaše, a naročito često one koji sudjeluju u sportovima u kojima se često izvode skokovi poput primjerice: odbojke, atletike i košarke. Iako točan mehanizam nastanka sindroma prenaprezanja još uvijek nije u potpunosti razjašnjen uglavnom se smatra da su u podlozi nastanka kronična oštećenja sustava za kretanje, nastala zbog dugotrajnih ponavljajućih mikrotrauma (npr tijekom treninga ili sportskih aktivnosti) koja pojedinačno ne uzrokuju simptome, ali njihovim dugotrajnim ponavljanjem razvija se karakteristična klinička slika skakačkog koljena karakterizirana boli i ograničenjem funkcije koljenskog zgloba. U anglosaksonskoj medicinskoj literaturi se stoga govori o „overuse injuries“ ili o „microtraumatic illnesses“, što se na hrvatski jezik najčešće prevodi izrazom “sindromi prenaprezanja”.(1,2,3,)

Skakačko koljeno je kronični bolni sindrom koji se postepeno razvija, a oboljeli sportaš najčešće zanemaruje početne simptome i uglavnom traži liječničku pomoć kasno u uznapredovaloj fazi bolesti, tj. kada je bol toliko jaka, da ometa normalnu sportsku aktivnost i ne može se više otkloniti uzimanjem analgetika.(1,2,3) Kod razvijene kliničke slike svih sindroma prenaprezanja, pa tako i skakačkog koljena liječenje je otežano i zasniva se u prvome redu na kraćem ili dužem prekidu ili značajnom smanjenju intenziteta sportske aktivnosti, što je teško prihvatljivo većini profesionalnih sportaša. (4,5) Zbog kompleksnosti problema koje uzrokuje kronična patelarna tendinopatija još uvijek ne postoji klinički konsenzus u njenom liječenju te je ispravan pristup terapiji sportaša oboljelih od kronične patelarne tendinopatije i dalje u fokusu farmakoloških, psiholoških i fizikalno-terapijskih istraživanja. Osnovni cilj takvih istraživanja je što ranije vraćanje sportaša normalnim sportskim aktivnostima i postignućima te prevencija ponovne pojave simptoma.(5)



## 1.2. Anatomija

Koljeno je najveći i najsloženiji zglob u ljudskom tijelu i zbog velikog opterećenja sklono je učestalim sindromima prenaprežanja ili kroničnim oštećenjima. Koljeno se sastoji se od tri kosti, koje čine dva različita zgloba patelofemoralni i tibiofemoralni zglob, odnosno kao i drugi zglobovi u ljudskom tijelu sastoji se od pasivnih i aktivnih stabilizatora. Pasivni stabilizatori koljena su kosti i ligamenti koji ga učvršćuju povezujući na različitim mjestima kosti koje se spajaju. Aktivni stabilizatori koljena su mišići i tetive koji svojom aktivnošću pokreću zglob i ujedno ga učvršćuju.(6)



**Slika 1-1** prikaz anatomije koljena. Modificirano prema Awab i suradnici (diagnostics 2021) uz dozvolu autora prema otvorenoj dozvoli (CC BY 4.0 DEED)

Patelofemoralni zglob čine femur (bedrena kost) i patela (iver). Patela (iver) je najveća sezamoidna kost u našem tijelu te se nalazi u sklopu četveroglavog mišića - m. kvadricepsa femoris smještena je na prednjoj strani koljena te dolazi u kontakt s femurom prilikom savijanja koljena. Patelofemoralni zglob ima dvije zglobne površine prekrivene hrskavicom, konveksnu površinu čini patela sa svojim zglobnim fasetama, a konkavnu površinu čini trohlea femura. Za patelu (iver) se hvata tetiva mišića kvadricepsa koja obuhvaća patelu, prelazi prema tibia (goljениčnoj kosti) i hvata se na nju kao patelarni ligament. Dio tetive koja se nalazi između kvadricepsa i patele se naziva tetiva kvadricepsa, a dio koji se nalazi između patele i tibije naziva se patelarni ligament. Duljina patelarnog ligamenta je u prosjeku u odraslih ljudi 4,5 cm (kreće se od 3-6 cm)

S prednje strane patelu (iver) možemo podijeliti na tri dijela. Gornja trećina ivera služi za prihvata tetive kvadricepsa. Srednja trećina je ispunjena krvožilnim kanalićima, a donja trećina služi kao prihvat za patelarni ligament. Sa stražnje strane patela(iver) se dijeli na dva dijela. Gornje tri četvrtine patele su zglobne hrskavice koje su u dodiru sa femurom. Zglobna hrskavica se dijeli na medijalnu i lateralnu površinu. Donja četvrtina patele (iver) je ispunjena krvožilnim kanalićima i masnim tkivom. U biomehaničkom smislu patela (iver) ima funkciju poluge i omogućuje rad ekstenzornog mehanizma. Odnosno patela omogućuje normalnu funkciju mišića kvadricepsa čijom kontrakcijom ili napinjanjem se ispruža koljeno i noga odnosno potkoljenica i to tako da produžava krak poluge i na taj način smanjuje potrebnu mišićnu silu.(1,2,3,4,5)

Tibiofemoralni zglob je jedan od najsloženijih zglobova u ljudskom tijelu, a glavni dijelovi su femur (bedrena kost), tibia (goljениčna kost), fibula (lisna kost), zglobne hrskavice, menisci i ligamenti. Femur ( bedrena kost) najjača je i najdulja kost u ljudskom tijelu koja kreće od zgloba kuka i završava u koljenom zglobu. Distalni dio bedrene kosti deblji je od proksimalnog te završava velikim zaobljenim glavicama među kojima je duboka međuzglavačna jama (fossa intercondylaris). Tibia (goljениčna kost) sudjeluje u tvorbi koljenog i gornjega nožnog zgloba, dok fibula (lisna kost) ne tvori koljeno, već samo nožni zglob. Menisci (medijalni i lateralni) imaju ulogu elastičnih ublaživača, omogućuju sukladnost zglobnih površina prilikom izvođenja pokreta, a sastoje se od tri dijela: vanjskog srednjeg i unutarnjeg.

Ligamenti pričvršćuju bedrenu kost s potkoljениčnom kosti. Zglobne plohe na kostima pokrivene su zglobnom hrskavicom, koja služi prijenosu težine te omogućuje glatko klizanje zglobnih ploha pri izvođenju kretnji. Unutar koljena, nalaze se dva meniskusa. Oni su polumjesečaste vezivno-hrskavične strukture, koje služe povećanju kongruentnosti zgloba te prijenosu opterećenja na potkoljениcu. Postoji unutarnji (medijalni) i vanjski (lateralni) meniskus. Unutar koljena, nalaze se prednji i stražnji križni ligament koji se križaju jedan ispred drugoga u sredini zgloba. S unutarnje i vanjske strane koljena, nalaze se postranični (kolateralni) ligamenti. Postoji unutarnji (medijalni) i vanjski (lateralni) kolateralni ligament. Ligamenti u koljenu služe stabilizaciji zgloba, a njihove ozljede dovode do nestabilnosti koljena.

### **1.2.1 Funkcionalna anatomija**

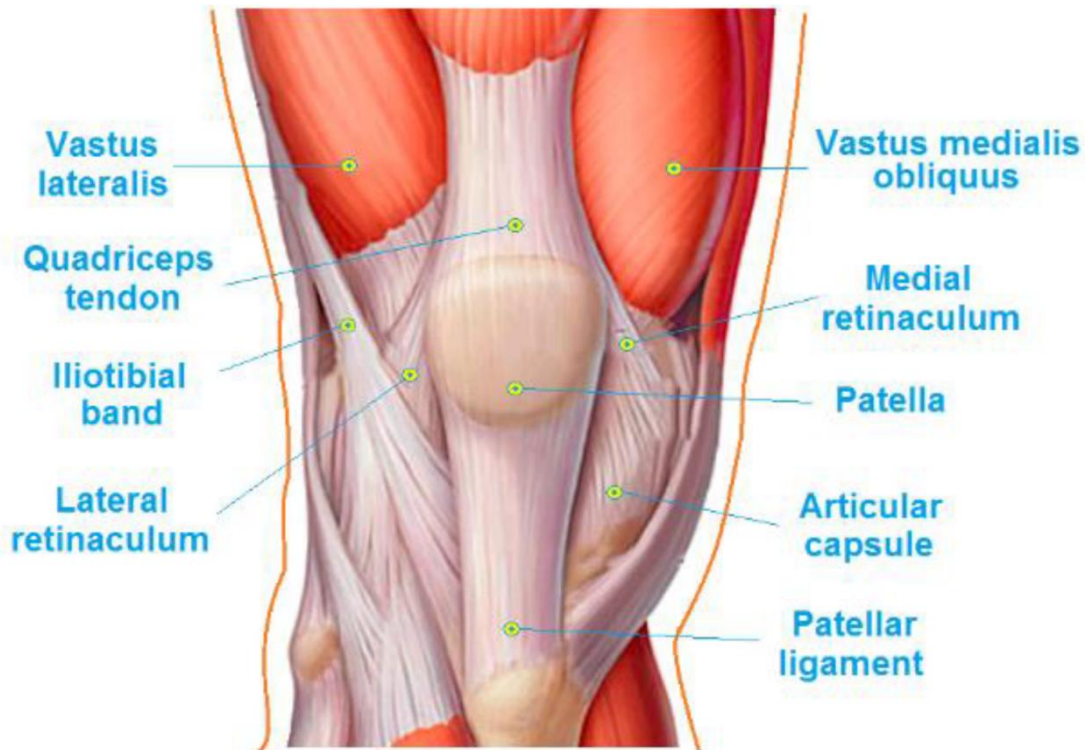
U koljenskom zglobu postoje dvije ravnine gibanja (uzdužna i poprečna), pa su mogući sljedeći pokreti: vanjska i unutarnja rotacija (u uzdužnoj ravnini gibanja) te fleksija i ekstenzija (u poprečnoj ravnini gibanja). Pokreti rotacije mogući su dok je koljeno u položaju fleksije. Unutarnju rotaciju primarno omogućuju sljedeći mišići: m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. gracilis, poplitealni mišić i m. sartorius, a u izvođenju vanjske rotacije koljena najvažniju ulogu ima m. biceps femoris. Većina mišića koji sudjeluju u izvođenju pokreta unutarnje i vanjske rotacije koljena sudjeluju i u fleksiji koljenskog zgloba. U izvođenju pokreta ekstenzije sudjeluje četveroglavi bedreni mišić (kvadriceps), riječ je o najvećem mišiću u ljudskom tijelukoji se sastoji od četiri glave (rectus femoris, vastus lateralis, vastus intermedius i vastus medialis) četiri glave mišića kvadricepsa se u predjelu koljena spajaju u zajedničku tetivu u koju je umetnuta sezamska kost (iver ili patela). Patelarna tetiva se hvata za tibiju (tuberositas tibiae) i omogućuje ekstenziju koljenskog zgloba (Slika 1-2)

### 1.3. Etiologija kroničnog patelarnog tendinitisa

U medicinskoj literaturi postoji konsenzus da je skakačko koljeno sindrom prenaprezanja odnosno da nastaje kao posljedica opetovanog preopterećenja ekstenzornog mehanizma koljena zbog ponavljajućeg mehaničkog stresa tijekom sportske aktivnosti u sportovima koji zahtijevaju učestalo izvođenje pokreta kao što su skakanje, doskok, ubrzanje, usporavanje i promjena smjera. Iako se najčešće javlja u odbojkaša i košarkaša zahvaćeni mogu biti i ostali profesionalni sportaši. Za razliku od akutnih ozljeda koljenskog zgloba sportaša poput npr. ruptur prednjeg križnog ligamenta pri pojavi skakačkog koljena nije moguće točno identificirati točan trenutak kada se ozljeda dogodila već se razvoj bolesti smatra dugotrajnim procesom tijekom kojeg je došlo do nakupljanja velikog broja mikroozljeda koje su u konačnici dovele do pojave boli i razvoja tipične kliničke slike.

Mikro oštećenja tetiva ekstenzora koljena nastaju nakon stalnog ponavljanja ovih pokreta tijekom jedne serije vježbe ili ako nema dovoljno odmora između serija. Dio mehanizma ekstenzora koljena koja će najvjerojatnije biti pogođen je donji pol patele, područje gdje se umeće patelarni ligament za patelu (Slika 1-2) . Drugi, u rjeđim slučajevima zahvaćeni dijelovi ekstenzornog mehanizma koljena su mjesto umetanja tetive kvadricepsa u gornji pol patele, te dio gdje se patelearni ligament hvata za tuberozitet tibije. Mikrooštećenja s vremenom dovode do ozljeda stanica i slabljenja ligamentnih struktura.

Prilikom analize pojavnosti skakačkog koljena kod sportaša, od najveće je važnosti poznavati sve čimbenike koji povećavaju vjerojatnost nastanka sindroma. Također je to i najučinkovitiji način prevencije skakačkog koljena. Tradicionalna podjela čimbenika rizika je na unutrašnje ili intrinzičke i na vanjske ili ekstrinzičke čimbenike. Unutrašnji čimbenici rizika su inherentni svakom sportašu ponaosob i na njih je, uz izuzetak promjene tjelesne mase, teško utjecati, dok vanjski čimbenici rizik odražavaju okoliš u kojem djeluje sportaš i na njih je puno lakše utjecati. (1,2,3,4,5)



**Slika 1-2** Anatomski prikaz ekstenzornih mišića koljena i patele. Modificirano prema Alito i suradnici (Applied Sciences 2023) uz dozvolu autora prema otvorenoj dozvoli (CC BY 4.0 DEED)

Unutrašnji ili intrinzički predisponirajući čimbenici sindroma prenaprezanja lokomotornog sustava skakačkog koljena su anatomska odstupanja: (razlike u duljini nogu, loše usmjerenje ekstenzornog sustava koljena, angularne deformacije koljena, tj. O-noge (lat. genua vara) i X-noge (lat. genua valga), anteverzija vrata femura, visoko postavljena patela (patella alta), i prekomjerna tjelesna težina) mišino- tetivna neravnoteža u fleksibilnosti i snazi – ističe se posebno nedovoljna fleksibilnost natkoljениčne muskulature, te neravnomjerna raspodjela mišićne snage kvadricepsa i mišića stražnje lože, te ostali fiziološki i patofiziološki čimbenici poput poremećaja menstrualnog ciklusa, rasta i psiholoških čimbenika rizika. Tijekom rasta mladi organizam prolazi kroz čitav niz promjena u endokrinološkom statusu, što je važno za mlade sportašice kod kojih nastupa menarha, te koje prolaze kroz fazu stabilizacije

reproduktivne osi. Niski kalorični unos u kombinaciji s visokim intenzitetom treninga može dovesti do pojave amenoreje, odnosno kašnjenja menarhe što dovodi do hipoenestrogenizma koji može uzrokovati smanjenje koštane mineralne gustoće, te povećati rizik od razvoja prijeloma i zamora. Ovaj sindrom nazivamo trijasom sportašica (engl. female athlete triad), a osnovne sastavnice sindroma su poremećaji hranjenja, amenoreja povezana s naporom (engl. exercise-induced amenorrhoea) i osteoporoza. (4,5). Veći broj istraživanja pokušao je povezati pojavu patelarne tendinopatije s indeksom tjelesne mase (BMI, prema engl, body mass indeks), rezultati nedavno objavljene metanaalize podataka koje su proveli Deng i sur. pokazuju da bi pojavnost patelarnog tendinitisa mogla biti povezana s povećanjem BMI-a, ali zbog heterogenosti porvednih istraživanja razina čvrstoće znanstvenih dokaza još uvijek nije zadovoljavajuća te su potrebna bolje nova istraživanja na većem broju ispitanika. Slična mogućnost povezanosti s pojavom skakačkog koljena je pokazana i za ostale indekse kojima se analizira tjelesna masa sportaša poput omjera opsega kuka i boka (W/H prema engl waist to hip ratio). (7)

Neadekvatna priprema sportaša i prethodne ozljede. Loša i neadekvatna priprema sportaša može značajno povećati rizik od razvoja sindroma prenaprezanja skakačkog koljena. Kako bi se smanjio rizik od pojave sindroma prenaprezanja djecu u bavljenje sportom treba uvoditi postupno, te što je više moguće individualizirati programe treninga. Zagrijavanje i istežanje osobito su važni dijelovi treninga i nipošto se ne smiju preskakati. Podatak o prethodnim ozljedama, iziskuje obavljanje dodatnih liječničkih pregleda i pretraga kako bismo bili sigurni da je ozljeda sanirana, a sportaš spreman za treninge i natjecanja. (3,4,5)

Psihološki čimbenici rizika, izloženost sportaša enormnom pritisku natjecanja, trenera, roditelja, menadžera, medija, pa čak i pritisak koji dolazi od suigrača u timskim sportovima može dovesti do razvoja vrlo ozbiljnih anksioznih i depresivnih epizoda. Poznato je kako ovakvi pritisci mogu inducirati poremećaje hranjenja poput anoreksije i bulimije kod mladih sportašica, a koji čine prvi od tri simptoma spomenutog trijasa sportašica. (4,5) Zbog istih razloga često se događa da sportaši ne prijavljuju pojavu boli, odnosno disimuliraju ozljedu kako bi ispunili očekivanja ili kako ne bi iznevjerili suigrača. Takvi postupci obično pogoršavaju ozljedu, i od relativno minornog problema koji je mogao biti riješen u početku stvara se ozbiljan problem koji udaljava sportaša s terena na duže vrijeme. (4,5). Bitno je istaknuti da je "tendinitis" patele zapravo pogrešan naziv jer mnogi istraživači i kliničari smatraju da je ovo stanje više tendinoza

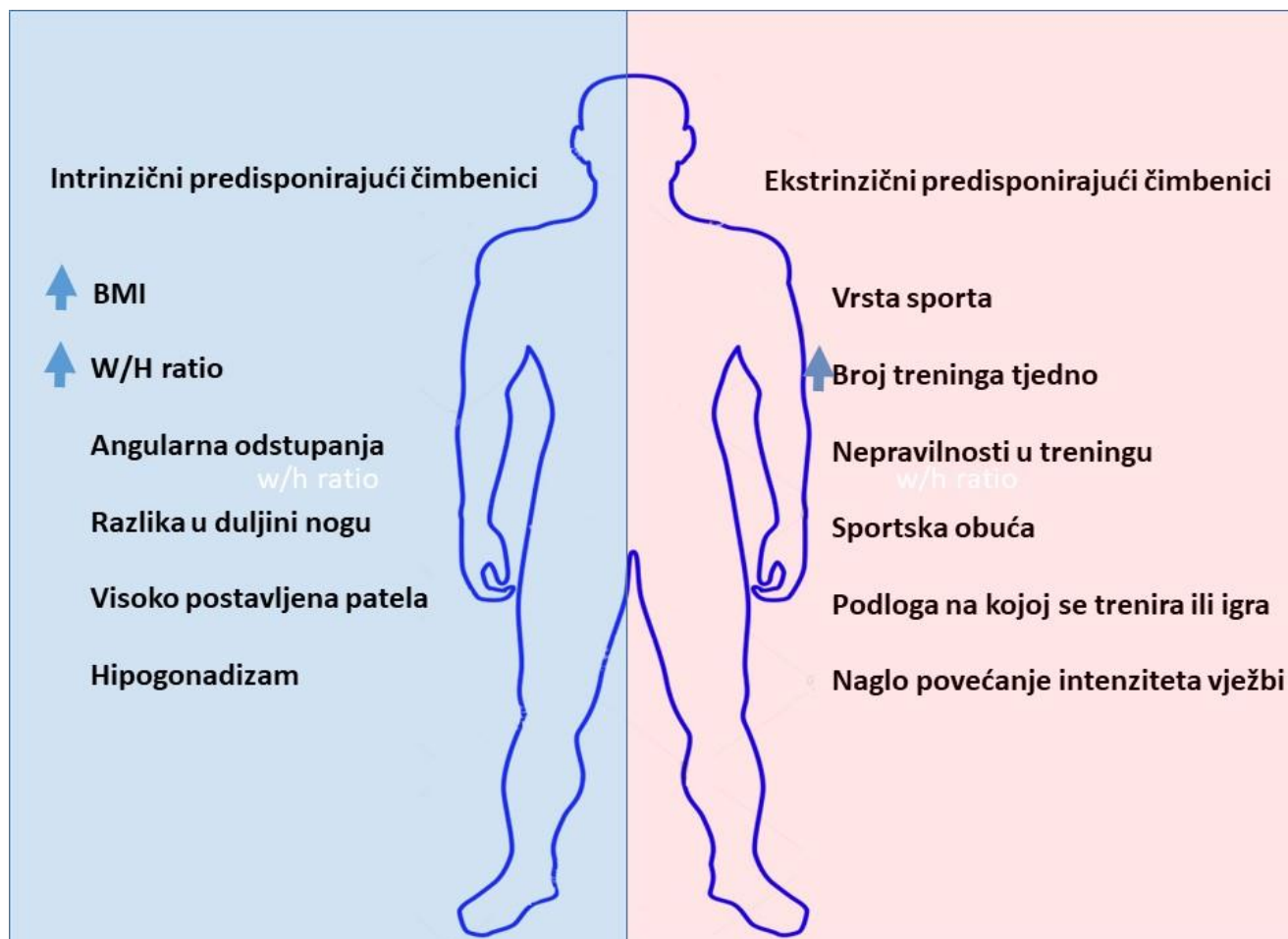
nego tendinitis. U objavljenim studijama primjećuje se da nisu prisutne klasične upalne stanice. (1,2,3,4,5)

Vanjski ili ekstrinzički predisponirajući čimbenici sindroma prenaprezanja lokomotornog sustava skakačkog koljena su pogreške u treningu, podloga i sportska oprema i obuća. (3,4,5)

Pogreške u treningu odnosno neadekvatan režim treninga vjerojatno je najvažniji pojedinačni čimbenik rizika za razvoj sindroma prenaprezanja. Prolongirani, intenzivni treninzi nisu uvijek primjereni mlađim dobnim kategorijama. Ukoliko je moguće treninge treba prilagoditi individualnim potrebama sportaša. Najčešći scenarij za razvoj sindroma prenaprezanja je naglo povećanje intenziteta treninga po principu "previše-prebrzo" (engl. "too much too soon") što se najčešće događa za vrijeme ljetnih kampova, trenažnih programa prije početka sezone, ili prilikom prelaska u viši rang natjecanja. Upotreba nepravilne tehnike je važan čimbenik rizika, a osobito to vrijedi za kontaktne sportove, te sportove u kojima se koristi reket ili bacačke sportove. (3,4,5)

Promjena podloge na kojoj se trenira također može biti uzrokom pojave sindroma prenaprezanja, osobito kada se prelazi s prirodne podloge na umjetnu. (3,4,5). Među vanjskim čimbenicima koji povećavaju mogućnost nastanka skakačkog koljena ističe se i tvrda podloga za trening. ( 8, 9)

Neispravna i neadekvatna sportska oprema značajno povećavaju rizik od ozljeđivanja. Sportsku je obuću potrebno redovito mijenjati obzirom na izvještaje kako već nakon 500 do 700 km treninga tenisica gubi čak do 40% sposobnosti apsorpcije reaktivne sile podloge.(3,4,5)



**Slika 1-3.** Najvažniji intrinzični i ekstrinzični predisponirajući čimbenici u razvoju patelarnog tendinitisa, BMI – indeks tjelesne mase prema engl. body mass indeks. W/H – omjer opsega boka i kuka prema engl. waist to hip ratio



## 1.4. Epidemiologija

Budući da se o sportskim ozljedama često premalo izvještava, teško je pouzdano odrediti točnu učestalost patelarne tendinopatije ili skakačkog koljena. Studije su pokazale da je patelarna tendinopatija značajno češća pojava kod vrhunskih sportaša u odnosu na rekreativne sportaše. Kronična patelarna tendinopatija ili skakačko koljeno najčešće pogađa aktivne sportaše u sportovima u kojima su učestali skokovi, kao što su na primjer odbojka, košarka, tenis, skok udalj, skok uvis, rukomet i nogomet, a javlja se u svim dobnim skupinama sportaša od adolescencije do 40.g života. (1,2,8,10)

Istraživanja koja su određivala učestalost kronične patelarne tendinopatije u pojedinim sportovima su pokazala kako od nje vrlo često obolijevaju odbojkaši, košarkaši, sprinteri i rukometaši. Ipak, učestalost između različitih istraživanja jako varira pa se tako prema istraživanju Lian i suradnika (11) patelarna tendinopatija javlja u 45% odbojkaša i 32% košarkaša, dok je prema istraživanju Thijs i suradnika (13) učestalost manja te se pojavljuje u 14,4 % odbojkaša i 11,8 % košarkaša. Pokazano je također da kronična patelarna tendinopatija utječe na izvedbu sportaša smanjujući primjerice učinkovitosti doskoka za 30% .(11, 12) Skakačko koljeno se češće javlja kod muškaraca (odnos muškarci/žene jest 2:1). (1,2,8,10)

Ostali čimbenici koji se povezuju s pojavom skakačkog koljena su veća visina sportaša, veća tjelesna masa i BMI. Međutim utjecaj ovih čimbenika je različito procijenjen u pojedinim istraživanjima pa tako npr. de Vries i suradnici nisu pronašli povezanost između većeg BMI i pojave skakačkog koljena.(14) Prema nekim procjenama otprilike 45% vrhunskih sportaša skakača i do 14% sportaša rekreativaca imat će simptome skakačkog koljena u bilo kojem trenutku tijekom svoje karijere. Postotak sportaša sa simptomima se smanjuje u sportovima u kojima se rjeđe izvode skokovi.

Pojava skakačkog koljena povezana je i s brojem treninga tjedno, tj. što je veći broj treninga veća je i prevalencija skakačkog koljena, a to potvrđuju rezultati istraživanja učestalosti skakačkog koljena u odbojkaša prema kojemu je incidencija u onih koji treniraju više od 4 puta tjedno 41,8%, u onih koji treniraju 4 puta tjedno 29,1%, odnosno u onih koji treniraju 3 puta tjedno samo 14,6% .(8, 11)

## 1.5. Patofiziologija

Predloženo je više teorija za patogenezu patelarne tendinopatije: mehanička, vaskularna, i povezane teorije s trljajućom ozljedom mekog tkiva prilježćeg uz tetivu patele (engl. impingement). Međutim, teorija o kroničnom preopterećenju sindromu prenaprežanja najčešće se navodi. Ponavljajuće preopterećenje patelarne tetive ekstenzora koljena uzrokovat će progresivno slabljenje, što će na kraju dovesti do oštećenja patelarne tetive. U skladu s današnjim spoznajama sindrom prenaprežanja tetive nastaje kada je tetiva ponavljano istezana za 4 do 8% od svoje originalne dužine, što započinje lanac patoloških promjena od upale, degenerativnih promjena, djelomičnih puknuća tetivnih vlakana do konačno potpunog puknuća i prekida kontinuiteta same tetive. (3) Mikroskopsko oštećenje se javlja unutar patelarne tetive pri velikim opterećenjima i na kraju dovode do promjena na staničnoj razini, što narušava mehanička svojstva patelarne tetive. Mikrotrauma patelarne tetive može uzrokovati daljnju degeneraciju pojedinačnih fibrila zbog stresa na patelarnoj tetivi. Kako degeneracija fibrila se širi nastupa kronična patelarna tendinopatija. (1,2)

Ultrazvučnim pregledom tetive vide se tri patološke promjene. U početku će doći do edema duž oštećenih vlakana tetive. Zahvaćeno tkivo je otečeno i zadebljano, ali još uvijek homogeno. Drugi je "faza s ireverzibilnim anatomskim lezijama", tetiva ima heterogen izgled s hipohogenim i hiperehogenim slikama bez edema (granuloma), tada je tetivna ovojnica još manje-više dobro definirana. U završnoj trećoj fazi patološke promjene tetivna ovojnica patelarne tetive je nepravilna i zadebljana, vlakna izgledaju heterogeno, ali je oteklina nestala. (1,2)

Nedavno istraživanje na relativno velikom broju od 85 sportaša koje su proveli Golman i suradnici (15) dodatno podupire teoriju o nakupljajućim malim ozljedama tetive kao primarnom uzroku pojave i pogoršanja patelarne tendinopatije. Analiza slika dobivenih magnetnom rezonancom u tom istraživanju pokazala je da su oštećenja tetive u čak 91% slučajeva locirana po posteriornom i posteriomedijalnom dijelu tetive. Na temelju dobivenih nalaza predložili su i novu klasifikaciju bolesti koja bi se primarno bazirala na nalazu magnetske rezonance pa bi bila objektivnija od trenutnih klasifikacija koje su primarno orijentirane na kliničke nalaze.

Dodatni uvid u patofiziologiju patelarne tendinopatije dale su patohistološke analize. Iako se o kronična patelarna tendinopatija prvobitno smatrala upalnim stanjem u studiji provedenoj prije dvadesetak godina je pokazano da su upalne stanice u zahvaćenom tkivu uglavnom odsutne. Ponavljajuće mikrotraume na patelarnoj tetivi uzrokuju mikroskopske promjene. Histološke studije uzoraka otkrivaju degeneraciju, fibrinoidnu nekrozu, promjenu pseudociste, randomizirani kolagen s neovaskularizacijom, infiltraciju tenocita, mikro-poderotine tetivnog tkiva, žarišnu degeneraciju u blizini koštano-tetivne insercije, hijalinsku degeneraciju i metaplaziju.

Ponavljajuće mikrotraume utječu na tenocite, mijenjajući proizvodnju proteina i enzima i deformirajući jezgru. Opterećenje fibroblasta tetive povećava proizvodnju prostaglandina E2 (PGE2) i leukotriena B4, a za oba spoja neki istraživači smatraju da bi mogli doprinijeti razvoju tendinopatije. Ipak, istraživanja na životinjama su dovela u pitanje da je povećana proizvodnja PGE2 ključni čimbenik u razvoju patelarne tendinopatije. U pokusima na štakorima Ferry i suradnici (16) su injicirali PGE2 u područje patelarne tetive tijekom 4 tjedna pokušavajući uspostaviti animalni model patelarne tendinopatije koji bi se koristio u budućim istraživanjima. Suprotno od očekivanog histološkom i biomehaničkom analizom tretiranih i kontrolnih tetiva ustanovili su da je tretman s PGE2 zapravo doveo do poboljšanja strukturnih karakteristika patelarnih tetiva. Ovo istraživanje također dovodi u pitanje učinkovitost nesteroidnih protuupalnih lijekova u terapiji skakačkog koljena s obzirom da njihova primjena smanjuje proizvodnju i koncentraciju PGE2.

Studije in vitro pokazale su da su aktivnost faktora rasta vaskularnog endotela (VEGF) i matrične metaloproteinaze (MMP) također povezani s razgradnjom patelarne tetive. Studije in vivo pokazuju da VEGF može imati ulogu u procesu neovaskularizacije. Studija koju su proveli Scott i suradnici (17) na pacijentima koji su bili podvrgnuti operativnom liječenju je imunohistokemijskim analizama pokazala povećan izražaj VEGF-a u tetivama pacijenata oboljelih od patelarnog tendinitisa. Zanimljivo je da se izražaj VEGF-a smanjivao s trajanjem bolesti pa je zaključeno da bi VEGF i angiohiperplazija mogli imati ulogu u početnoj fazi razvoja bolesti. Iako je nekoliko studija pokazalo neovaskularizaciju povezanu s tendinopatijom, postoje i proturječne studije koje ne pokazuju povezanost s neovaskularnošću.

Pojačano biomehaničko opterećenje bi također moglo izazvati apoptozu tendocita što neka istraživanja smatraju doprinosećim čimbenikom u razvoju patelarne tendinopatije. Apoptoza je programirana smrt stanice koja u konačnici dovodi do aktivacije kaspaza razgradnje stanične DNA i smrti stanice. Pokazano je da tetive pacijenata oboljelih od patelarne tendinopatije imaju veći postotak stanica koje prolaze kroz apoptozu, kao i više prisutnih proapoptotskih proteina i gena. Tako su primjerice Lian i suradnici (18) pokazali da se broj apoptotskih stanica u tetivama pacijenata oboljelih od patelarnog tendinitisa četverostruko povećava. U pokusima in vitro provedenim na kulturama fibroblasta Yuan i suradnici (19) su pokazali da oksidativni stres može dovesti do aktivacije kaspaze 3 što posljedično uzrokuje staničnu smrt fibroblasta mehanizmom apoptoze.

Istraživanja također pokazuju da bi poremećeni izražaj gena povezanih s koštanim metabolizmom mogao sudjelovati u razvoju patelarne tendinopatije. Pokusi na životinjskim modelima upućuju i na moguću ulogu povećane ekspresije koštanih morfogenetskih proteina u patogenezi patelarne tendinopatije, a Rui i suradnici (20) su na kliničkim uzorcima pokazali da je ekspresija određenih gena zaista povećan u odnosu na kontrolne uzorke (BMP-2/-4/-7). Također nalazi istraživanja na kulturama fibroblasta izoliranih iz ljudskih tetiva pokazuju da primjena BMP-12 utječe na strukturu izvanstaničnog matriksa i da bi mogla imati bitnu ulogu u remodeliranju tetive.

## 1.6. Dijagnoza

Dijagnoza kronične patelarne tendinopatije se primarno postavlja na temelju anamneze i fizikalnog pregleda. Pri postavljanju dijagnoze potrebno je isključiti ostale moguće uzroke boli u koljenu pri čemu se najčešće koriste radiološke metode prikaza koljena.

### 1.6.1. Anamneza i klinički pregled

Patelarna tendinopatija ili skakačko koljeno uglavnom je klinička dijagnoza koja se postavlja temeljem detaljne anamneze i detaljnog fizičkog pregleda. Odgovarajuća anamnestička pitanja koja su od pomoći pri postavljanju dijagnoze uključuju: sport kojim se pacijent bavi, raspored treninga i natjecanja, na kojoj poziciji sportaš igra i razina izvedbe. Pacijent će se obično žaliti na dobro lokaliziranu bol i osjetljivost na donjem vrhu patele. Patelarna tendinopatija dijeli druge uobičajene znakove i simptome s ostalim patologijama koljena, poput boli kod dugotrajnog sjedenja, čučanja i penjanja stepenicama. Također, pacijenti se mogu žaliti na bol zbog aktivnosti koje uključuju produljenu fleksiju koljena, inače poznatu kao "znak kinodvorane (prema eng. „Movie Theatre sign.“). Obično, se tijekom aktivnosti koje pohranjuju i oslobađaju energiju u patelarnoj tetivi javlja bol povezana s preopterećenjem ekstenzornog mehanizma koljena. Iznenadna bol u patelarnoj tetivi javlja se s opterećenjem i obično prestaje gotovo odmah nakon uklanjanja opterećenja. U početnoj fazi bolesti rijetko koji pacijent osjeća bol dok se odmara. (1,2)

Sumnja na kliničku dijagnozu se postavlja na temelju boli u prednjem dijelu koljena i to najčešće na vršku patele, tj. na polazištu patelarne sveze, lokalizirana bol na proksimalnom hvatištu patelarne tetive za patelanu kost koja je preopterećena velikim opterećenjem kao što su sportovi s skakanjem i miježanjem smjera. Dijagnoza kronične patelarne tendinopatije se postavlja uz učinjenu anamnezu i klinički pregled, a radiološke slikovne metode ultrazvuk ili magnetska rezonancija često se rabe za isključenje diferencijalne dijagnoze poput patelofemoralne boli.

Dijagnoza skakačkog koljena u najvećeg se broja bolesnika postavlja samo na osnovi iscrpne anamneze i pomnog kliničkog pregleda.(8) Tijekom razgovora s pacijentom važno je saznati i sve detalje o broju i intenzitetu treninga i natjecanja, kao i o pojačanju tog intenziteta, potom o podlozi ili pak o promjeni podloge na kojoj trenira ili se natječe. Prilikom kliničkog pregleda bolesnik leži na leđima ispruženih nogu, a liječnik potiskuje patelu prema stopalu i to tako što palcem jedne ruke pritisne na bazu patele, a to pak podiže vršak patele koljena i omogućuje njegovu detaljniju palpaciju palcem druge ruke. Pritisak palcem na vršak patele koljena dovodi do pojave snažne boli te bolesnik u tom trenu najčešće potvrđuje da je to takva bol kakvu i osjeti tijekom sportske aktivnosti. Bol je katkad toliko jaka da bolesnik u trenutku pritiska na vršak patele koljena zbog nje i „odskoči“ s kreveta. Od najveće pomoći za postavljanje dijagnoze skakačkog koljena je tzv. Bassetov znak. (8) Riječ je o pojavi pri kojoj bolesnik javlja bolnost prilikom palpacije vrška patele koljena kada je noga ispružena, a nakon što se noga savije u koljenu tako da je koljeno postavljeno u kut od 90° tada je ta bolnost znatno manja odnosno najčešće je uopće nema. Bol na vršku patele koljena se može izazvati i izvođenjem čučnja na kosoj platformi, što dodatno povećava vjerojatnost da je riječ o skakačkom koljenu. (8) Drugi znak je "stojeći aktivni znak kvadricepsa" (eng. „standing active quadriceps sign,"), gdje se cijela patelarna tetiva palpira dok pacijent stoji, a pregled se ponavlja dok pacijent stoji na zahvaćenom ekstremitetu s koljenom u fleksiji od 30 stupnjeva, znak je pozitivan ako postoji značajno smanjenje osjetljivosti na palpaciju dok je mišić kvadriceps kontrahiran. Koncept koji stoji iza ovog znaka objašnjen je u istraživanju provedenom na kadaverima koje je pokazalo da napetost mišića kvadricepsa pri savijanju koljena od 90 stupnjeva smanjuje napetost dubokih vlakana tetive te se ona ne deformiraju pri prednjoj palpaciji. (1)

Naravno, tijekom kliničkog pregleda liječnik valja pomno pregledati i ostale strukture koljenskog zgloba i pritom se koristi i drugim kliničkim testovima kako bi provjerio stabilnost koljena te otkrio neka druga eventualna oštećenja koljena i to u prvome redu ozljede meniska, ligamenata i/ili hrskavice. Potreban je temeljit pregled cijelog donjeg ekstremiteta kako bi se identificirali relevantni nedostaci u području kuka, koljena i gležnja/stopala. Često nepravilan položaj stopala, pete ili tibije može dodatno opteretiti patelarnu tetivu i ekstenzora koljena, povećavajući rizik od patelarne tendinopatije. Nakon pregleda koljena treba ustanoviti postoje li

kod bolesnika neki od ranije navedenih predisponirajućih čimbenika koji doprinose pojavi skakačkog koljena.

Kronična patelarna tendinopatija ima progresivnu kliničku sliku (problem intrinzične motivacije sportaša), a pokazano je da zbog promjene mehanike pokreta može povećati i rizik od pojave drugih ozljeda.

Pogoršavanjem simptoma boli otežano je obavljanje i aktivnosti svakodnevnog života uključujući otežan hod po stepenicama, izvođenje čučnjeva, otežano izvođenje svih pokreta spuštanja u koljenu i dugotrajno sjedenje, kao što je vožnja automobilom pa prilikom uzimanja anamneze treba ciljano postaviti i ova pitanja. (8)

Postoji više ljestvica za procjenu preopterećenosti patelarne tetive. Relativno točnija ljestvica je Victorian Institute Sports tendon Assessment (VISA) upitnik. VISA upitnik je posebno razvijen za procjenu simptoma i funkcionalnosti patelarne tendinopatije. VISA upitnik ima dobru pouzdanost i stabilnost među i unutar promatrača. To je kratki upitnik koji procjenjuje simptome, jednostavne funkcionalne testove i sposobnost bavljenja sportom. VISA upitnik je koristan pokazatelj jačine boli. To je upitnik kojeg su 1998. godine sastavili Visentini i sur, a čini ga 8 pitanja čiji zbroj bodova može biti maksimalno 100, što označava potpunu odsutnost boli (1,8).

### **1.6.2. Evaluacija**

Trenutno ne postoji široko prihvaćena zlatni standard koji bi objektivizirao dijagnozu kroničnog patelarnog tendinitisa. Ultrazvuk nudi nekoliko prednosti; štedi vrijeme i troškove, neinvazivan je, ponovljiv i precizan te pruža dinamičnu sliku struktura koljena. I ultrazvuk i magnetska rezonancija (MRI) mogu se koristiti za otkrivanje abnormalnosti u samoj patelarnoj tetivi. Snimanje se također može koristiti za usmjeravanje kliničara o težini patologije (1).

Radiografija, uključujući anteroposteriorne, lateralne snimke, preporučuju se kako bi se isključile bilo kakve akutne koštane ozljede ili patologije. Mogu se primijetiti radiografske promjene na

tetivi, kao što je produženje zahvaćenog pola patele, kalcifikacija, inferiorni trakcijski trn poznat kao entezofit u kroničnim slučajevima i povećana gustoća unutar tetive patele. Međutim, ove promjene su rijetke u prvih šest mjeseci simptoma. MRI snimanje bilo bi indicirano u kroničnim slučajevima i za planiranje kirurškog zahvata. Može pokazati zadebljanje patelarne tetive, što je dijagnostički više od prisutnosti edema. Uočena su žarišta pojačanog intenziteta signala na T1 i T2 slikama. U kroničnim slučajevima, MRI snimanje može otkriti odsutnost stražnjeg ruba masnog jastučića. Često je zahvaćen i zadebljan proksimalni dio patelarne tetive. (1,2,8).

Ne postoji povezanost između patološke promijenjene patelarne tetive dokazane radiološkim slikovnim metodama i boli; uobičajeno je da se radiološkim snimanjem pokažu abnormalnosti patelarne tetive i u osoba bez boli. (1,8). Iako opisane radiološke metode imaju određenu vrijednost u dijagnostici kroničnog patelarnog tendinitisa njihova primarna uloga je u isključivanju ostalih stanja koje uzrokuju bol u koljenu.

### **1.6.3. Diferencijalna dijagnoza**

Skakačko koljeno može se zamijeniti s drugim ozljedama ili patologijama koljena kao što su Osgood-Schlatterova bolest, ozljede meniskusa, patelofemoralni sindrom, ozljede kvadricepsa, bursitis koljena (površinske i duboke infrapatelarne burze), osteochondritis dissecans, subluksacija patele, patologija masnog jastučića koljena, hondromalacija ili problem praćenja patele. (1). Kao što je već naglašeno ključnu ulogu u razlikovanju ovih bolesti od kroničnog patelarnog tenditisa imaju kvalitetno uzeta anamneza, detaljno obavljen fizički pregled, a za razrješenje mogućih nedoumica koriste se radiološke pretrage.



## 1.7. Liječenje

Ne postoji jedinstveni izbor liječenja za skakačko koljeno utemeljen na dokazima. Refraktorni odgovor na liječenje također je tipičan za ovo stanje, zbog čega kliničari, zdravstveni djelatnici i pacijenti često traže alternativne terapije. Većina pacijenata sa skakačkim koljenom se liječi medicinskim i rehabilitacijskim liječenjem u početnim stadijima bolesti. Rano prepoznavanje i dijagnoza skakačkog koljena su vitalni jer može imati progresivni tijek. Iako su se tradicionalno koristili nesteroidni protuupalni lijekovi, oni su nedavno postali manje razboriti jer je su rezultati novijih studija pokazali da bolest nije upalne etiologije. Dodatni problem kod terapije nesteroidnim antiinflamatornim lijekovima je što smanjuje simptome i omogućava nastavak sportskih aktivnosti pa dugoročno njihovo uzimanje može odgoditi traženje liječničke pomoći i postavljanje ispravne dijagnoze. Stoga uzimanje nesteroidnih protuupalnih lijekova najvjerojatnije ima vrijednost u kratkoročnom uklanjanju simptoma, ali njihov uzimanje možda neće pružiti značajnu dugoročnu korist kod patelarne tendinopatije. Injekcije kortikosteroida su kontraindicirane u terapiji kronične patelarne tendinopatije jer povećavaju rizik od rupture patelarne tetive. (1,2,8).

Sportaši moraju izbjegavati aktivnosti poput pretjeranog skakanja ili udarnog opterećenja koljena, što samo pogoršava situaciju. Kako bol počinje javljati se i smanjivati se, intenzitet rehabilitacijske terapije i treninga specifičnog za sport može se polagano povećavati. Smanjenje opterećenja patelarne tetive može biti od pomoći korištenjem traka ili infrapatelarnih traka, jer smanjuje napetost tetive patele mijenjajući kut između patele i tetive patele. (1) S obzirom na otpornost na mnoge početne tretmane i liječenje, nedavno su se pojavile nove metode. To uključuje suhu iglu, sklerozirajuće injekcije, terapiju plazmom bogatom trombocitima, liječenje izvantjelesnim udarnim valom, injekciju aprotinina, snažnog inhibitora matriksnih metaloproteinaza, i termoterapiju hipertermijom. (1,21,22) Nedavno je predložen rehabilitacijski protokol u tri faze s fokusom na smanjenje boli nakon čega slijedi progresivno opterećenje. Tri faze uključuju; Modulacija upravljanja bolovima i opterećenjem, nakon čega slijede vježbe jačanja i progresija opterećenja te na kraju funkcionalno jačanje i povratak sportu. (1,21,22)

Liječenje kronične patelarne tendinopatije ili skakačkog koljena je dugotrajno i rehabilitacija može u konačnici biti i neučinkovita. (11,12) Nekirurško liječenje usmjereno na sljedeće: relativni odmor umjesto imobilizacije kako bi se izbjegla atrofija tetiva i mišića. Krioterapija osigurava analgeziju i antagonizira proces neovaskularizacije. Promjena aktivnosti i sportski trening, uključujući odgovarajuće zagrijavanje i fizioterapiju za povećanje fleksibilnosti mišića kvadricepsa i mišića koljena (1). Iako je prekid profesionalnih aktivnosti nuždan u terapiji se izbjegava potpuni prekid aktivnosti jer će u tom slučaju doći do još većeg slabljenja mišića i tetiva te će se po povratku sportskim aktivnostima bolest brzo vratiti i pogoršati. Postoje različite strategije vježbanja kojima je cilj ojačati mišić i omogućiti povratak profesionalnim aktivnostima nakon provedene rehabilitacije. U nedavno provedenoj metaanalizi Challoumas i suradnika (23) analizirane su četiri studije koje su uspoređivale učinkovitost izometričkog i izotoničkog treninga i zaključeno je da ne postoje uvjerljivi dokazi da jedna vrsta vježbi ima prednost nad drugom.

U novije vrijeme sve važniju ulogu u terapiji ima ekscentrični trening. Pokazalo se da ekscentrični trening ima jednako učinkovite rezultate kao i kirurško liječenje. Preporuča se isprobavanje ekscentričnog treninga dvanaest tjedana prije nego što se ponudi kirurško liječenje. Prema Rodriguez-Merchanu (24) čini se da je ekscentrični trening metoda izbora liječenja za pacijente koji pate od patelarne tendinopatije. U već spomenutoj metaanalizi Challoumasa i suradnika (23) istaknuto je da i dalje ne postoje uvjerljivi dokazi bazirani na randomiziranim studijama o učinkovitosti terapije ekscentričnim treningom, ali ipak je u zaključku preporučeno da se u budućnosti terapija zasniva na monoterapiji ekscentričnim vježbama uz provođenje daljnjih istraživanja koje će povećati razinu dokaza o njihovoj učinkovitosti,

Kirurško liječenje obično je indicirano u slučajevima parcijalnih rupture tetive i za pacijente sa stadijom Blazina III, gdje se bol nastavlja tijekom odmora i aktivnosti. Također, ostaje zadnja opcija za kronične refraktorne slučajeve koji ne reagiraju na konzervativno liječenje. Tradicionalno, zlatni standard za kirurško liječenje patelarne tendinopatije uključivao je otvoreni debridman donjeg pola patele, kao i debridman patelarne tetive izrezivanjem angiofibroblastičnih i degenerativnih područja. Nakon toga slijedi ponovno pričvršćivanje tetive pomoću šavova ili sidrišta prema indikaciji. Nedavno je artroskopija koljena postala popularna

za debridman i oslobađanje tkiva. Artroskopski zahvat opisan je kao izvođenje kroz izravni donji patelarni portal. (1,25).

U istraživanju koji su proveli Ferreti i suradnici (26) istraživana je učinkovitost otvorenog kirurškog pristupa liječenju patelarne tendinopatije. Zadovoljavajući rezultati su postignuti u 70% slučajeva, uz nešto manju učinkovitost kod odbojkaša, U randomiziranoj studiji na manjem broju sportaša Willberg i suradnici (27) su zaključili da su pacijenti koji su podvrgnuti artroskopskom zahvatu postigli bolji oporavak i imali veći stupanj zadovoljstva od pacijenata koji su primali injekcije polidokanola. Analizom velikog broja studija koje su uspoređivale učinkovitost otvorenog kirurškog pristupa i artroskopije Cucurulo i suradnici (28) su zaključili da su vjerojatno oba pristupa jednako učinkovita. Napokon, u istraživanju Bahra i suradnika (29) uspoređena je učinkovitost kirurškog liječenja i ekscentričnog treninga. S obzirom da nije pronađena prednost kirurškog liječenja zaključeno je da bi svaki pacijent prije podvrgavanja operaciji trebao pokušati tretman provođenjem ekscentričnog treninga u trajanju od najmanje dvanaest tjedana.

## 1.8. Klasifikacija patelarne tendinopatije

Blazina i sur.(30) prvi su upotrijebili termin skakačko koljeno 1973 godine. Također su klasificirali patologiju bolesti po stadiju prema pojavi boli u odnosu na tjelesnu aktivnost. Ova klasifikacija, zajedno sa svojim modifikacijama, još uvijek je široko rasprostranjena. Blazina i sur.(30) predlažu četiri faze.

1. Bolovi nakon sportske aktivnosti
2. Bolovi na početku sportske aktivnosti koji nestaju zagrijavanjem, a ponekad se ponovno javljaju umorom i opterećenjem
3. Bol u mirovanju i tijekom aktivnosti, uz pogoršanje performansi
4. Puknuće tetive (30)

Klasificiranje patologije bolesti u tri faze prema trajanju simptoma može biti korisno.

1. Akutni kada su simptomi prisutni 0 do 6 tjedana
2. Subakutni kada su simptomi prisutni između 6 i 12 tjedana
3. Kronična nakon više od tri mjeseca (31)

Kao što smo već naveli postoje pokušaji da se stupanj težine bolesti objektivizira pomoću radioloških nalaza. Ipak o ukorijenjenosti klasifikacije koju su uveli Blazina i suradnici (30) u svakodnevnoj kliničkoj praksi govori podatak da se i pri prijedlogu nove klasifikacije bolesti koristi za lakše snalaženje klasifikacija po Blazini kao referentna vrijednost. Tako primjerice u već spomenutom radu Golman i suradnici (15) predlažu novu klasifikaciju patelarne tendinopatije na temelju nalaza magnetne rezonance:

1. Stupanj 1: bez vidljivog oštećenja patelarne tetive. Uz ovaj stupanj navodi se da odgovara stupnju 1 po Blazini
2. Stupanj 2: Vidljivo oštećenje patelarne tetive koje zahvaća manje od 25% površine tetive, Uz ovaj stupanj navodi se da odgovara stupnju 1 do 2 po Blazini
3. Stupanj 3: Vidljivo oštećenje patelarne tetive koje zahvaća više od 25% površine tetive, ali manje od 50% površine tetive, Uz ovaj stupanj navodi se da odgovara stupnju 2 do 3 po Blazini
4. Stupanj 4: Vidljivo oštećenje patelarne tetive koje zahvaća više od 50% površine tetive, Uz ovaj stupanj navodi se da odgovara stupnju 2 do 3 po Blazini

## 1.9. Prognoza

Većina slučajeva patelarne tendinopatije riješit će se neoperativnim liječenjem. Usprkos tome, blaga do umjerena bol može trajati 15 godina kod odraslih sportaša s patelarnom tendinopatijom, ali čini se da ne ograničava tjelesnu aktivnost u slobodno vrijeme. Zbog perzistirajuće boli u koljenu velik broj sportaša je prisiljen ranije zaključiti svoju profesionalnu karijeru.(1,32)

Rudavsky i Cook (33) su zaključili da je proces povratka sportu spor. Ovaj proces često ovisi o različitim čimbenicima u rasponu od jačine boli, stupnja disfunkcije, sporta koji se prakticira, kvalitete rehabilitacije, razine izvedbe sportaša i prisutnosti intrinzičnih i ekstrinzičnih čimbenika.(1,33). Prethodna studija koja je koristila tehnologiju snimanja za klasificiranje ozbiljnosti lezije pokazala je da u slučaju blagih patologija može biti potrebno 20 dana da se pacijent vrati sportu, dok u težim slučajevima može biti potrebno 90 dana.(34). Drugi stručnjaci spominju da bi sportašima s teškom disfunkcijom moglo trebati od 6 do 12 mjeseci za oporavak. Lang i suradnici objavili su studiju u kojoj su analizirali pacijente koji su liječeni kirurški (artroskopsko otpuštanje patele). Utvrdili su da je prosječno vrijeme za povratak u igru bilo  $4,03 \pm 3,18$  mjeseci.(35)

Everhart JS i dr. izvršili su sustavnu pretragu prethodnih studija kako bi usporedili učinkovitost liječenja za najčešće korištene invazivne i neinvazivne mogućnosti liječenja. Zaključak je bio da se terapija temeljena na vježbama ekscentričnom čučnju, shockwave ili PRP može koristiti kao monoterapija ili dodatna terapija za ubrzanje oporavka. Kirurgija ili udarni val mogu se razmotriti za pacijente kod kojih ne dođe do poboljšanja nakon šest mjeseci konzervativnog liječenja. Budući da patelarna tendinopatija nije upalna bolest, ne smiju se koristiti injekcije kortikosteroida.(36)

Patelarna tendinopatija može uzrokovati dugotrajne simptome koji mogu dovesti do prijevremenog povlačenja sportaša iz sporta. U maloj prospektivnoj studiji Kettunen i sur. su otkrili da je 53% njihovih simptomatičnih sudionika sa skakačkim koljenom prestalo se baviti sportom u usporedbi s njihovim asimptomatskim sudionicima, od kojih je samo 7% prestalo. (32)

## 1.10. Komplikacije

Sportaši, kliničari, treneri i atletski treneri moraju razumjeti da je liječenje patelarne tendinopatije spor i ponekad frustrirajući proces. Postoji više zamki kojih treba biti svjesniji, uključujući neuspjeh u kontroli boli. Sportaševa uvjerenja o boli i patologiji bolesti mogu utjecati na razvoj i liječenje patelarne tendinopatije.(1) Budući da je nekim sportašima možda rečeno da imaju oslabljene tetive zbog puknuća i degeneracije, a time i povećani rizik od pucanja, oni mogu razviti ponašanje izbjegavanja straha od ozljede, što može biti povezano s lošijim funkcionalnim ishodima kod pojedinaca koji pate od tendinopatije donjih udova. Pretjerano oslanjanje na neinvazivne terapije kao što su terapija udarnim valom i injekcije umjesto uključivanja rehabilitacijskih vježbi kao dio plana liječenja skakačkog koljena također može dovesti do komplikacija. Neuspjeh u rješavanju kinematike doskoka sportaša također može donijeti poteškoće. Sportaši bi nakon odgovarajuće rehabilitacije trebali ponovno uvježbati biomehaniku doskoka u skoku. (37).

Najozbiljnija komplikacija kronične patelarne tendinopatije je ruptura patelarne tetive. Do rupture češće dolazi u pacijenata s povećanom tjelesnom masom, a provođenje fizikalne terapije najvažniji je način prevencije ove ozljede. U pacijenata kod kojih dođe do rupture jedini način liječenja je operativni zahvat.

## 1.11. Postoperativna rehabilitacija i komplikacije

Obično je liječenje skakačkog koljena konzervativno, temeljeno na mirovanju i fizikalnoj terapiji. Kirurško liječenje je indicirano nakon neuspjeha konzervativnog liječenja (stadij I-III Blazina) ili u slučajevima rupture (stadij IV). Tijekom godina opisano je nekoliko kirurških tehnika: od minimalno invazivne (artroskopske) do otvorene kirurgije, sa ili bez resekcije distalnog pola patele i /ili mikrovaskularno pojačanje.(38)

Dan i suradnici (39) su zaključili da nisu sigurni je li operacija korisna u odnosu na druge terapijske intervencije, naime ekscentrične vježbe ili injekcije. Dokazi niske sigurnosti pokazuju da operacija patelarne tendinopatije možda neće pružiti klinički važne prednosti u odnosu na

ekscentrične vježbe u smislu boli, funkcije ili uspjeha liječenja prema navodima sudionika, ali može pružiti klinički značajno smanjenje boli i uspjeh liječenja u usporedbi sa sklerozirajućim injekcijama. Prema Dan i suradnicima u kliničkoj praksi operacije se koristi za kasni stadij liječenja patelarne tendinopatije kad su iscrpljene druge terapijske metode liječenja, te su potrebna potreban još daljnja istraživanja s novim kirurškim tehnikam. (39)

Sanatana i suradnici su zaključili da pacijenti koji se podvrgavaju operaciji debridmanu i kirurškom liječenju patelarne tetive trebaju biti imobilizirani u potpunoj ekstenziji koljena dva tjedna. Nakon toga treba slijediti progresivni raspon pokreta i rehabilitacijske vježbe. Puno opterećenje dopušteno je od prvog dana. (1)

Prema Villardi i suradnicima početni rehabilitacijski protokol koji se koristi sličan je postoperativnom protokolu za rekonstrukciju prednjeg križnog ligamenta pomoću transplantata tetive patele i nema potrebe za nošenjem steznika za koljeno.(38) Djelomično opterećenje noge dopušteno je odmah sa štakama, čija se uporaba prekida čim pacijent povratu neuromuskularnu kontrolu kvadricepsa i ponovno stekne samopouzdanje. To se obično događa do 2. tjedna od operacije.(39)

Fizikalna terapija počinje rano, uključujući vježbe za poboljšanje opsega pokreta, smanjenje boli i edema i promicanje aktivacije mišića kvadricepsa. Nakon 8 do 12 tjedana postupno se izvode proprioceptijske, funkcionalne vježbe i vježbe snage, kako se postižu prethodni ciljevi. Aktivnosti koje uključuju čučnjeve, skakanje i sprint izbjegavaju se prva 4 mjeseca nakon operacije. Nakon stjecanja dovoljne snage i ravnoteže, pacijent se može vratiti normalnim aktivnostima. Kako bi se izbjegla ponovna pojava simptoma, iznimno je važno ponovno procijeniti i ispraviti moguće neravnoteže između mišića ekstenzora i fleksora koljena, rastegnute skraćene mišićne skupine, prilagoditi fizičko opterećenje i razviti odgovarajuću propriocepciju i sportske tehnike, prije učinkovitog povratka sportskoj aktivnosti.(38)



## 1.12. Prevencija i edukacija pacijenata

Trenutno nema dovoljno dokaza za preventivne intervencije specifične za patelarnu tendinopatiju (40) Najčešće korištene mjere uključuju statičko istezanje, trening stabilnosti trupa, ortotike za stopala, uloške i hormonska nadomjesna terapije za žene. (40) Ostale predložene preventivne mjere su proprioceptijski trening, profilaktički ekscentrični trening, istezanje patelarne tetive i mišića donjih udova, smanjenje trajanja ili učestalosti treninga te stezanje ili traka. (41)

Trening ravnoteže specifičan za nogomet (zaštitno balansiranje): može se postići smanjenje incidencije patelarne tendinopatije u odnosu na trajanje treninga (odnos doza-učinak). (42)

Prevencija je ključan termin kod sindroma prenaprezanja, a najvažnije mjere uključuju klinički pregled prije samog uključanja u sport i prehabilitacijski program. Klinički pregled prije uključanja u sportsku aktivnost (engl. preparticipation physical evaluation). Potrebno ga je obaviti 4 do 6 tjedana prije početka aktivnosti, a potrebno ga je ponoviti jednom godišnje. Cilj ovog pregleda je utvrditi opće karakteristike sportaša, te isključiti moguća stanja koja povećavaju rizik od ozljeđivanja. (5) Prehabilitacija je termin za opis programa koje koristimo u pripremi sportaša prije sezone. Cilj ovih programa je otkrivanje i ispravljanje mogućih disbalansa u snazi i tonusu mišićno koštanog sustava, kao i priprema sportaša za napore tijekom sezone koja slijedi. Prema dostupnim rezultatima prehabilitacija može smanjiti incidenciju ozljeđivanja čak do 63%. (5,43) Treba istaknuti kako su dobar odnos i razumijevanje između sportaša, trenera i roditelja ključni za prevenciju kako akutnih ozljeda tako i sindroma prenaprezanja, skakačkog koljena. (5)

### **1.13. Mogućnosti poboljšanja rezultata zdravstvenog tima**

Liječenje patelarne tendinopatije posao je za liječnike obučene za liječenje mišićno-koštanih bolesti zajedno s drugim članovima interdisciplinarnog zdravstvenog tima. Liječnici sportske medicine, fizijatri i reumatolozi pružaju prvu liniju skrbi. Ortopedski kirurzi se konzultiraju u refraktornim slučajevima ili kada su tetive ekstenzora koljena djelomično ili potpuno rupturirane. Potreban je interdisciplinarni tim stručnjaka iz više disciplina, uključujući atletske trenere, fizioterapeute, kineziologe, sportske stručnjake biomehaničare i sportske psihologe, jer stanje obično pogađa sportaše. Ortopedska specijalizirana medicinska sestra često je odgovorna za koordinaciju njege i praćenja te izvještavanje kliničara o problemima. Svi stručnjaci u timu za liječenje trebaju voditi točnu, ažuriranu evidenciju i otvoreno komunicirati s ostalim članovima tima prema potrebi.

U početku, fizioterapeut mora raditi s liječnicima na provedbi neoperativnog režima koji se sastoji od terapije s izometrijskim ili ekscentričnim vježbama kao glavnog tretmana liječenja. U studiji razine 2, nakon 12 tjedana, pacijenti koji su bili podvrgnuti ekscentričnom programu vježbanja pokazali su značajno poboljšanje u usporedbi s onima koji su bili podvrgnuti koncentričnom programu vježbanja. (2) Kako liječenje napreduje, potrebna je pliometrija i trening specifičan za sport kako bi se sportaš vratio sportu na najvišoj razini. Alternativni medicinski tretmani i liječenje proučavani su na različitim razinama dokaza, pokazujući mješovite i neuvjerljive rezultate. Prihvatljivi ishodi dobiveni su kirurškim zahvatima u refraktornim slučajevima.

Interdisciplinarni timski pristup koji uključuje kliničare, specijaliste, ortopedске medicinske sestre i terapeute polučit će najbolje rezultate.

Kao što smo opisali u prethodnim odsječcima postoji još uvijek veliki broj nepoznanica u razumijevanju patofiziologije i izbora najboljeg liječenja skakačkog koljena pa članovi zdravstvenog tima trebaju pratiti znantveno istraživačku literaturu kako bi na vrijeme mogli primijeniti nove terapijske spoznaje. Svakako je korisno da i sami članovi tima sudjeluju u znanstvenim studijama kako bi stekli kritički uvid u dobivene rezultate.

## 1.14. Dosadašnje znanstvene spoznaje i problematika istraživanja

U posljednja dva desetljeća ekscentrične vježbe su standardna metoda liječenja kronične patelarne tendinopatije, a provode se vježbanjem na kosoj podlozi nagiba  $25^\circ$  (13,44,45) pri čemu kod 50-70% oboljelih dolazi do poboljšanja nakon 3 do 6 mjeseci praćenja u smislu smanjenja stupnja boli (VAS) i poboljšavanja funkcije (VISA-P). Cilj terapije nije samo smanjenje boli nego i ojačanje i cijeljenje tetive kako bi se sportaš mogao vratiti svojim normalnim aktivnostima (13,29,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53). Rezultati istraživanja upućuju da najveću korist od ekscentričnih vježbi možemo očekivati kada se one izvode polaganom kretnjom ekscentričnim vježbanjem na kosoj podlozi.

Istraživanje Bahra i sur. (29) nudi usporedbu neoperacijskog i kirurškog liječenja skakačkog koljena. Njihovi rezultati govore u prilog ekscentričnih vježbi na kosoj podlozi od  $25^\circ$  kao metodi liječenja koja bi kod nekih bolesnika mogla odgoditi operaciju ili ju čak učiniti nepotrebnom. Purdam i suradnici (51) su usporedili terapijske dobobiti vježbanja na ravnoj podlozi s rezultatima na podlozi nagiba  $25^\circ$  i zaključili su da se veći stupanj smanjenja boli i brži povratak sportskim aktivnostima postiže vježbanjem na podlozi nagiba  $25^\circ$ . Kasnija biomehanička istraživanja su potvrdila da vježbanje na kosoj podlozi mijenja opterećenje mišića pa su primjerice Lee i sur. (54) utvrdili da se pri izvođenju čučnjeva na kosoj podlozi postiže veća aktivnost mišića rectus femoris s manjom aktivacijom prednjeg tibijalnog mišića i mišića gastroknemijusa nego kod čučnjeva na ravnoj podlozi.

Međutim, postoje i studije kojima pozitivan učinak ekscentričnih vježbi na kosoj podlozi od  $25^\circ$  na liječenje kronične patelarne tendinopatije nije potvrđen. (29,53). U istraživanju Cannella i sur. (47) u kojem su se ekscentrične vježbe izvodile brzo i to na obje noge nisu dobiveni zadovoljavajući rezultati. Visnes i sur. (53) također nisu dobili rezultate koji bi ukazivali na prednost izvođenja ekscentričnih vježbi u liječenju skakačkog koljena, no tomu je možda bio razlog što su se vježbe izvodile u posljednja 3 mjeseca sportske sezone kada je sportska aktivnost najintenzivnija, te ispitanici u istom tom istraživanju nisu bili niti pošteđeni od uobičajenih treninga već su provodili program ekscentrične vježbi uz redoviti trening. Saithna i sur. (55) su dokazali da nema znanstvene važnosti i potrebe za poštedom i prekidom sportske aktivnosti sportaša s kroničnom patelarnom tendinopatijom, uz istovremeno provođenje

ekscentrični vježbi i rehabilitacijskih protokola u liječenju kronične patelarne tendinopatije. Činjenica je, da između provedenih studija postoje velike varijacije u metodologiji (načinu odabira uzorka, upotrebi različitih rehabilitacijskih protokola, različitoj kadenci, trajanju i načinu izvedbe ekscentrične vježbe, varijacije u izboru testova za mjerenje učinka, i drugo), što je zasigurno moglo utjecati na heterogenost u rezultatima. Rehabilitacijski protokol koji se sastoji od kombiniranih ekscentričnih, koncentričkih vježbi i pliometričnog treninga u liječenju Ahilove tendinopatije proučavali su Silbernagel i sur. (56) Iako je ovo istraživanje bilo provedeno u liječenju Ahilove tendinopatije, upravo ovaj kombinirani pristup se klinički koristi u liječenju kronične patelarne tendinopatije.(33,56)

Iako je vježbanje na podlozi nagiba  $25^\circ$  standardan način provođenja terapije ne postoje čvrsti znanstveni dokazi da je to idealan nagib podloge, a rezultati biomehaničkih studija su predložili da bi se smanjenjem nagiba možda mogli postići bolji rezultati. Biomehanička istraživanja provedena na zdravim dobrovoljcima su pokazala da se opterećenje zglobova i mišića znatno mijenja s promjenom nagiba podloge od  $16$  do  $35^\circ$ . Tako su na primjer Kongsgaard i sur. 2006.g dokazali da je opterećenje patelarne sveze pri izvođenju ekscentričnih vježbi na kosoj podlozi od  $25^\circ$  veće nego pri vježbama na ravnoj podlozi, te da se time povećava i efikasnost same vježbe.(57) Autori ističu kako je razlog tome pomak centra težišta tjelesne težine čime se povećava opterećenje patelarne sveze. (57) S druge strane, Richards J i sur su na zdravim ispitanicima potvrdili da se ekscentrične vježbe mogu činiti na ravnoj površini, no istraživanjem su dokazali da se bolji rezultati dobivaju ako se čine na kosoj podlozi od  $16$  do  $25^\circ$ . (54, 58) Također su biomehaničkim metodama pokazali kako se maksimalni efekt na mišiće ekstenzore koljena s minimalnim utjecajem na gležanj postiže pri kutevima od  $16-18^\circ$  te da nema daljnje dobrobiti ako se kut nagiba povećava prema  $25^\circ$ . (58) . Slično tome rezultati istraživanja Zwerveva i sur.(59) u kojem su ispitali biomehaniku čučnjeva na različitim podlogama ( $0-30^\circ$ ) pokazalo je da se maksimalna sila patelarne tetive postiže na nagibu većem od  $15^\circ$ , a da povećanje nagiba do  $30^\circ$  nema veći utjecaj. Njihov zaključak je bio da se vježbe mogu provoditi na bilo kojem nagibu od  $15$  do  $30^\circ$ , a da pacijentu treba omogućiti da sam odabere nagib na kojem se osjeća najudobnije.(59) Međutim, usprkos ovim radovima koji govore u prilog smanjenju nagiba podloge do sada nisu provedena randomizirana klinička istraživanja na bolesnicima koja bi izravno usporedila utjecaj nagiba podloge na oporavak bolesnika oboljelih od kronične patelarne tendinopatije. U našem istraživanju smo usporedili učinkovitost

ekscentričnih vježbi provedenih na podlozi standardnog nagiba od  $25^\circ$  spram ekscentričnim vježbama provedenim na podlozi nagiba od  $17^\circ$  prateći pacijente kroz razdoblje od 12 tjedana.

## **2. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA**

### **2.1. Ciljevi istraživanja**

Glavni cilj doktorske disertacije je bio utvrditi utjecaj nagiba podloge na ishod oporavka bolesnika.

U istraživanju je uspoređena učinkovitost specifičnog rehabilitacijskog protokola (SRP) na liječenje skakačkog koljena vježbanjem na kosim klupicama s nagibom od 25° (što je standardni nagib podloge korišten u većini terapijskih protokola) spram vježbanja na kosim klupicama s nagibom od 17 ° za koje novija biomehanička istraživanja pokazuju da bi mogla unaprijediti učinkovitost terapije.

#### **Parcijalni ciljevi ovog istraživanja su:**

- a) utvrditi dolazi li do smanjenja boli i je li smanjenje boli ovisno o nagibu podloge
- b) utvrditi dolazi li do poboljšanja kvalitete života, kao i poboljšanja funkcionalnosti noge te zgloba koljena i ovis li poboljšanje o nagibu podloge
- c) potencijalnu mogućnost terapijske preporuke za liječenje skakačkog koljena

## **2.2. Hipoteze istraživanja**

S obzirom na ciljeve istraživanja postavlja se sljedeća hipoteza:

kod ispitanika koji vježbaju na kosim klupicama s nagibom od 17° specifičnog rehabilitacijskog protokola SRP dovodi do većeg smanjenja boli spram onih koji vježbaju na kosim klupicama s nagibom od 25° mjereći na kraju 6 i 12 tjedna.

## **3. METODE ISTRAŽIVANJA**

### **3.1. Uzorak ispitanika**

Uzorak od 70 sportaša u dobi od 18 do 40 godina s dijagnozom skakačkog koljena ili kronične patelarne tendinopatije. Kriteriji za uključivanje su prisutnost kronične patelarne tendinopatije i starost ispitanika 18-40 godina. Dijagnoza se temelji na kliničkim nalazima koje provodi iskusni sportski liječnik. Dijagnostički kriteriji su bili: bolna patelarna tetiva u svezi s aktivnošću i / ili zadebljana tetiva na palpaciju, VAS boli 4 i više (na ljestvici od 0-10), simptomi prisutni > 3 mjeseca, u slučaju kada je bila prisutna bilateralna dijagnoza patelarne tendinopatije, samo bolnije koljeno je bilo uključeno u analizu. MR i ultrazvuk nisu korišteni.

Ispitivana skupina je uz pomoć specifičnog rehabilitacijskog protokola za liječenje skakačkog koljena bila podvrgnuta vježbanju na kosim klupicama s nagibom od 17° u trajanju od 6 tjedna, dok je kontrolna skupina koristila isti specifični rehabilitacijski protokol za liječenje skakačkog koljena, ali je bila podvrgnuta vježbanju na kosim klupicama s nagibom od 25° u trajanju od 6 tjedna. Ispitanici su izvlačili kuverte za ulazak u kontrolnu ili ispitivanu skupinu. Bili su informirani o istraživanju i potpisali informirani pristanak. Ispitanici su kontaktirani preko bolnica, društvenih mreža i javnih portala. Prvenstveno preko Zavoda za ortopediju KB Sveti Duh Zagreb u Zagrebu.

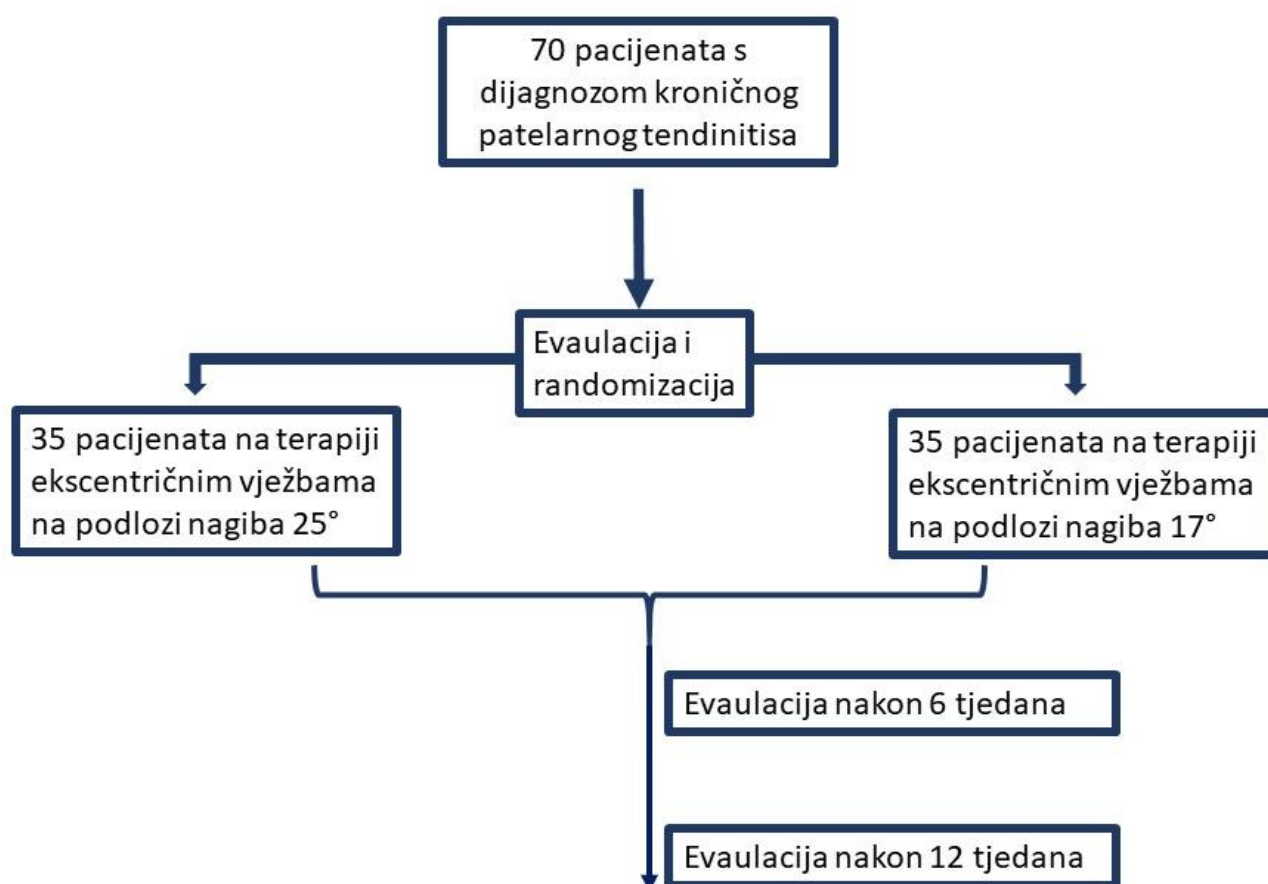
### **3.2. Prikupljanje podataka**

Svi ispitanici su na početku istraživanja ispunili 6 upitnika: upitnik kvaliteta života (SF36), boli (VAS), boli (VISA-P), upitnik o problemima s koljenom (KOOS) i Lysholm upitnik za koljeno/Tegner ljestvica aktivnosti (LT) i zadovoljstvo pacijenta (ZP). Svi ispitanici su u trajanju od 6 tjedna koristili isti specifični rehabilitacijski protokol (SRP) za liječenje skakačkog koljena pisane upute i dodatno mogućnost korištenja uz pomoć web platforme fizikalne medicina i rehabilitacija kod kuće (videoreha.com). Na kraju 6 tjedna svi ispitanici su



ispunili istih 6 upitnika kao i na početku istraživanja: kvaliteta života (SF36), boli (VAS), boli (VISA-P), upitnik o problemima s koljenom (KOOS) i Lysholm upitnik za koljeno/Tegner ljestvica aktivnosti (LT) i zadovoljstvo pacijenta (ZP). Na kraju 12 tjedna svi ispitanici su ispunili istih 6 upitnika kao i na početku istraživanja: kvaliteta života (SF36), boli (VAS), boli (VISA-P), upitnik o problemima s koljenom (KOOS) i Lysholm upitnik za koljeno/Tegner ljestvica aktivnosti (LT) i zadovoljstvo pacijenta (ZP).

## ISPITANICI I METODE – plan istraživanja



**Slika 3-1** shematski prikaz dizajna istraživanja. U svakoj točki evaluacije pacijenata pacijenti su ispunili šest upitnika: upitnik kvaliteta života (SF36), boli (VAS), boli (VISA-P), upitnik o problemima s koljenom (KOOS) i Lysholm upitnik za koljeno/Tegner ljestvica aktivnosti (LT) i zadovoljstvo pacijenta (ZP)

Kriteriji za isključenje su bili: (1) Trajanje simptoma duže od 24 mjeseca, (2) Victorian Institute of Sport Assessment-patela (VISA-P) ocjena od 80 ili više, (3) prethodna operacija ili lokalni (kortikosteroid) injekcija koljena; (4) prethodna provedena rehabilitacija s teškim opterećenjem koljena po program ekscentričnih vježbi u posljednje 2 godine ili nesposobnost izvođenja (SRP) zbog teške bolesti; (5) uzimanje antibiotičkih lijekova iz skupine florokinolona (ciprofloksacin, gatifloksacin, levofloksacin, moksifloksacin, ofloksacin i trovafloksacin) i (6) izostanak dobrovoljnog pristanka pacijenta na sudjelovanje u istraživanju.

Dva neovisna istraživača, istraživač (I) ili istraživač-suradnik (IS) su procijenili prikladnost za uključivanje, dali pacijentu detaljne informacije o istraživanju i informiranom pristanku. Također su objasnili pacijentu da nepristajanje na sudjelovanje u istraživanju neće imati nikakav negativan utjecaj na njegovo liječenje i da će uz svakom slučaju dobiti najbolju moguću terapiju.

### **3.3. Pacijenti**

Sedamdeset pacijenata s dijagnosticiranom kroničnom patelarnom tendinopatijom uključeno je u ovu studiju na Zavoda za ortopediju KB Sveti Duh Zagreb u Zagrebu, Hrvatska. Pacijenti mlađi od 18 godina, pacijenti s prethodnom ozljedom ili liječenjem (ligament, meniskus, prijelom itd.), te pacijenti koji su odbili potpisati informirani pristanak bili su isključeni iz ove studije. Ova studija je provedena u skladu s Helsinškom deklaracijom i odobrilo je Etičko povjerenstvo KB "Sveti Duh" (šifra protokola 012557, šifra protokola Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu: 6/2017, datum odobrenja: 23. ožujka 2017.). Nakon upisa pacijenata dobiven je pismeni pristanak od svih sudionika, a pacijenti su nasumično podijeljeni u sljedeće dvije skupine: pacijenti koji su vježbali na standardnim kosim klupicama s nagibom nagiba od 25° i pacijenti koji su vježbali na kosim klupicama s nagibom od 17°. Svi pacijenti su dobili detaljne pisane upute s rehabilitacijskim protokolom i jednom kosom klupicom te dodatno

mogućnost besplatnog korištenja i gledanja video prezentacija Hudetz Knež rehabilitacijski protokol za liječenje skakačkog koljena na web stranici videoreha.com.

Svaka skupina sastojala se od 35 pacijenata koji su bili randomizirani raspodijeljeni grupama putem sustava zapečaćenih omotnica.(60) Na početku ove studije pripremljeno je 70 zapečaćenih koverti (35 za svaki tretman) i pomiješano. Nakon potpisnog pristanka na sudjelovanje u ovoj studiji, odabrana je i otvorena jedna od omotnica nakon koje je pacijent raspodijeljen u 17° ili 25° skupinu za liječenje. Na početku ove studije svi pacijenti su ispunili upitnik Victorian Institute of Sport Assessment Patella (VISA-P) i Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) upitnik. Funkcionalan aktivnost koljena procijenjena je pomoću Lysholm upitnika za koljeno/Tegnerove skale aktivnosti, a pacijenti su procijenili svoju bol pomoću vizualne analogne ljestvice (VAS). Pojednostavljeni rezultati objašnjeni su u nastavku. Isti niz analiza proveden je na kraju šestog tjedna terapije i nakon dodatnih šest tjedana. Stoga je ukupno praćenje pacijenta od regrutacije u studiju i započinjanja liječenja do kraja studije iznosilo dvanaest tjedana.

### **3.4. Korištene pretrage i upitnici**

Pacijenti su na početku studije, nakon 6 tjedana i nakon 12 tjedana ispunili sljedeće upitnike: upitnik kvaliteta života (SF36F i SF36M), boli (VAS), boli (VISA-P), upitnik o problemima s koljenom (KOOS) i Lysholm upitnik za koljeno/Tegner ljestvica aktivnosti (LT)

#### **3.4.1. Victorian Institute of Sport Assessment Patella (VISA-P)**

Upitnik VISA-p korišten je za procjenu težine simptoma i funkcionalne sposobnosti bolesnika. Upitnik se sastoji od 8 dijelova (četiri o bolovima s funkcionalnom aktivnošću, dva o sposobnosti obavljanja funkcionalne aktivnosti, a dva o sposobnosti za baviti se sportom) podijeljen u tri potpitanja. Ukupan rezultat može varirati od 0 (najgori) do 100 (uopće nema boli) (61,62). Upitnik VISA-P, koji je validirani alat za procjenu boli u patelarnoj tetivi i nesposobnost povezanog s boli kod pacijenata s patelarnom tendinopatijom. (61,62).

#### **3.4.2. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) upitnik**

KOOS upitnik sastoji se od 42 pitanja podijeljena u pet stavki ishoda (bol, simptomi, svakodnevne aktivnosti, sport i rekreacija te kvaliteta života vezani uz koljena). Rezultati se zatim pretvaraju u ljestvicu od 0 do 100, pri čemu nula predstavlja ekstrem problema s koljenima, a 100 ne predstavlja nikakve probleme s koljenima (63,64).

### **3.4.3. Lysholm upitnika za koljeno/Tegnerove skale aktivnosti**

Lysholmov upitnik za koljeno/Tegnerova skala aktivnosti funkcionalna je ljestvica usmjerena na aktivnost koja se sastoji od osam pitanja o šepanju, korištenju štapa ili štaka, osjećaj kočenja ili blokade u koljenu, osjećaj popuštanja u koljenu, bol, oteklina, sposobnost penjanja uz stepenice i čučanj. Kao i u prethodno opisanim ljestvicama, rezultat od 100 označava da uopće nema problema, i teoretski najgori mogući rezultat je nula (65,66).

### **3.4.4. Procjena boli vizualnom analognom ljestvicom (VAS)**

Pacijenti su procjenjivali svoju bol na standardnoj liniji od 10 cm; rezultat od 100 označava najviši moguća bol, a rezultat nula ukazuje da uopće nema boli (67).

### **3.4.5. Kvaliteta života pacijenta (SF36F i SF36M upitnik)**

Kvaliteta života pacijenata procijenjena je ispunjavanjem SF36F upitnika za kvalitetu života povezanu s fizičkim zdravljem i SF36M za kvalitetu života povezanu s mentalnim zdravljem pacijenata, Dobiveni skor od 100 označava najbolju moguću kvalitetu života bez ograničenja, a skor 0 najmanju,

### **3.4.6. Pisane upute za pacijente Hudetz Knež rehabilitacijski protokol**

Pisane upute za pacijente Hudetz Knež rehabilitacijski protokol za liječenje skakačkog koljena su sadržavale informacije o skakačkom koljenu te informacije i slike s vježbama i informacije o intenzitetu i trajanju vježbanja i rehabilitacijskom protokolu (33,44,68,69,70,71,72,73,74,75,76).

Opće smjernice rehabilitacijskog protokola:

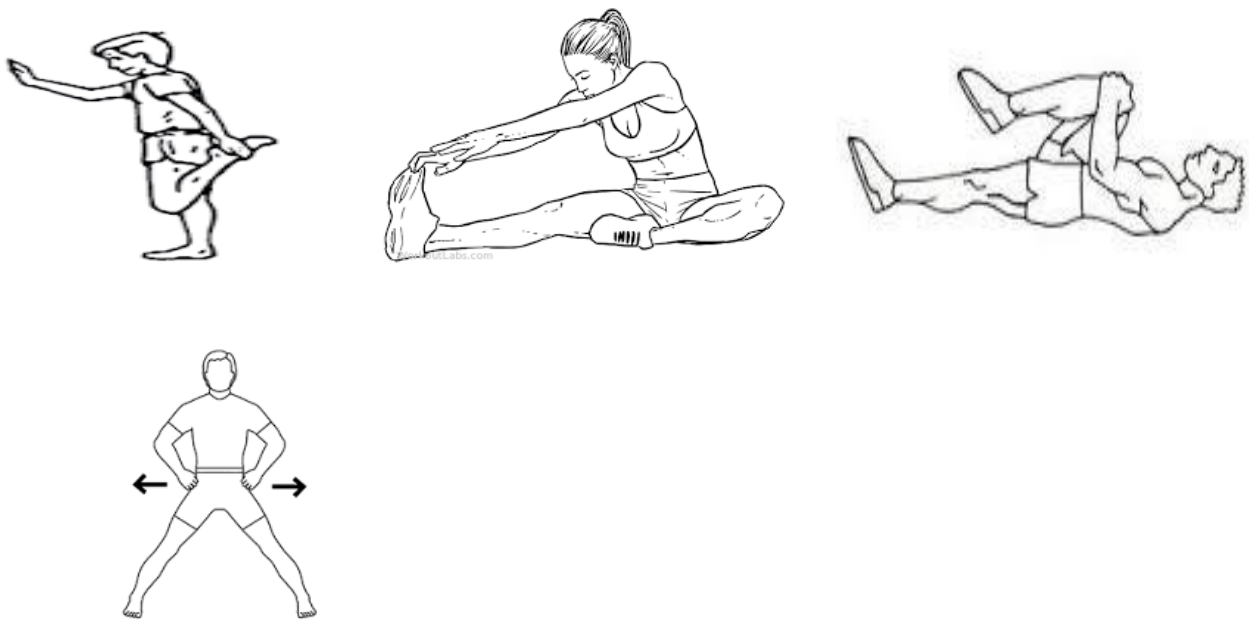
- Kontrola boli
- Normalan opseg pokreta, propriocepcija, snaga
- povratak u normalu ASŽ / Sport

Natjecatelji smiju nastaviti trenirati u svojim sportovima tijekom prvih 6 tjedana rehabilitacije, sve dok njihova bol ne ide preko 5/10 na vizualna analognu skalu boli (VAS) tijekom aktivnosti i vrati se u normalu do sljedećeg jutra.

Ciljevi:

- Potpun opseg pokreta
- Kontrola boli – savjeti o liječenju boli
- Upute o videoreha.com
- Povećanje snage
- Povećanje propriocepcije
- Povećanje fleksibilnost
- Smanjenje boli

Hudetz Knež rehabilitacijski protokol za liječenje skakačkog koljena vježbe (shematski prikaz s uputama):

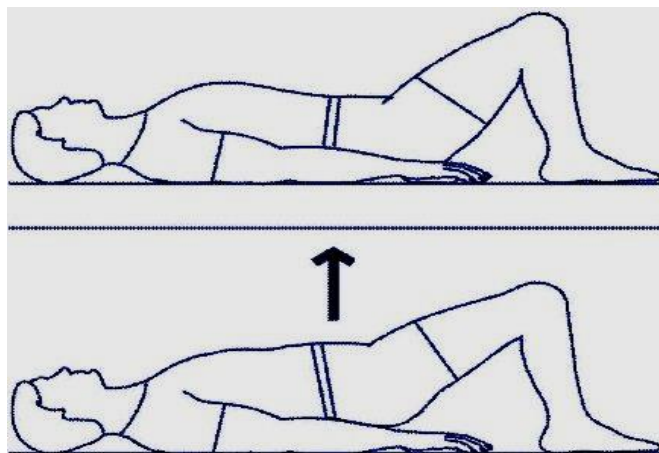


**Slika 3-2** Shematski prikaz vježbi istezanja.

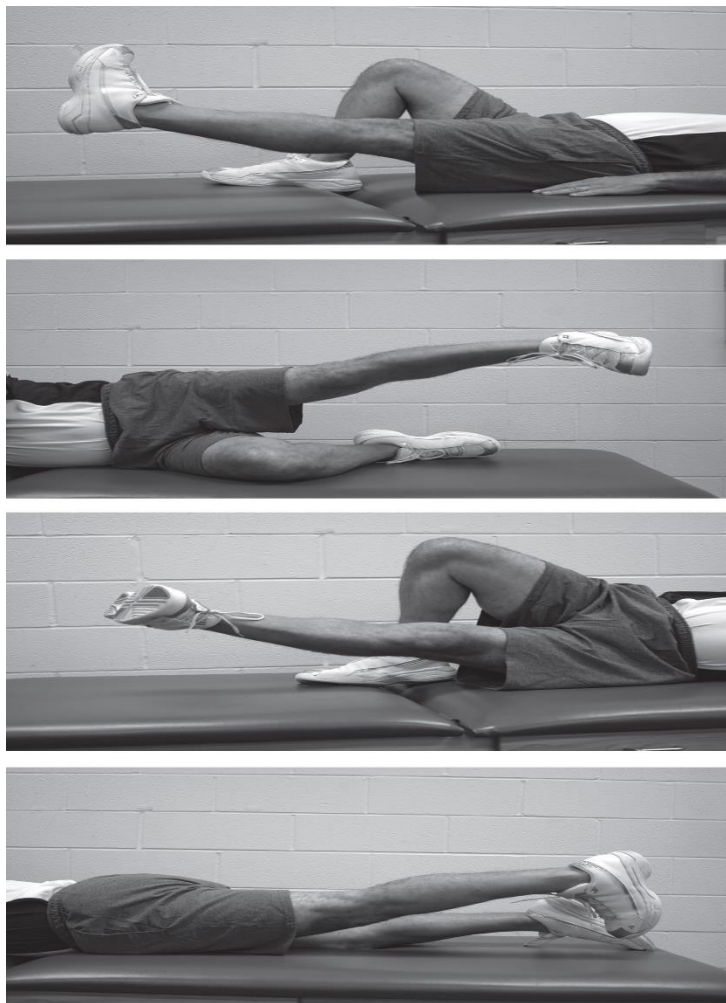
Istežu se mišići: kvadriceps, mišići zadnje lože, gluteusi, abduktori i aduktori, Držite 15-20 sekundi Ponovite 3 puta



**Slika 3-3** Shematski prikaz izometričnih vježbi za mišiće: kvadriiceps, mišići zadnje lože, gluteuse, abduktore i aduktore. Provođenje izometrične vježbe na 70% od maksimuma. Držiti stisnute i napete mišiće od 45 do 60 sekundi. Ponovite 4 puta.



**Slika 3-4** Shematski prikaz Most vježbi – (engl. Glutes Bridges) vježbi za mišiće: kvadriiceps, mišići zadnje lože, gluteuse, abduktore i aduktore, rotatore kuka i mišiće donjeg dijela leđa. Držite 6 sekundi. Ponovite 3 puta



**Slika 3-5** Shematski prikaz kuk vježbe „oko svijeta" podizanja noge: fleksija, ekstenzija, abdukcija i adukcija. Odmicanje, privlačene ispružene noge s koncentracijom na ekscentrični spuštanje. Kuk vježbe "oko svijeta" ili Hip “around the world” vježbe podizanja noge: fleksija, ekstenzija, abdukcija i adukcija s koncentričnim dizanjem noge 2 sekunde, nakon čega slijedi 4 sek. ekscentrično spuštanje noge (bez težine na početku).



**Slika 3-6** Shematski prikaz Ekscentrične vježbe - čučnjevi na jednoj nozi; vježbanjem na kosim klupicama s nagibom od 17° ili Ekscentrične vježbe-čučnjevi na jednoj nozi; vježbanjem na kosim klupicama s nagibom od 25 ° Ekscentrična faza spuštanje prema dolje koljeno; izvesti čučanj na 60-90 ° od koljena fleksije, s koncentracijom na sporo ekscentrično spuštanje minimalno 4-5 sekunde. To je važno, 4 sekunde vrlo sporo izvesti čučanj na 60-90 ° od koljena fleksije. A koncentrična faza može i brže 1-2 sekunde. 3 serije po 6 ponavljanja Uz pomoć povratak s drugom nogom. 1 min odmora između seta. Progresija ovisno o boli. Ukoliko zbog bolova ne možete radi čučnjeve na jednoj nozi tada radite- Ekscentrične vježbe- ČUČNJEVI NA OBJE NOGE; vježbanjem na kosim klupicama s nagibom, spuštanje sporo minimalno 4-5 sekunde, gore podizanje može i brže.

Nakon ovog protokola radi se još jedna serija vježbi istezanja kao i na početku ( Slika3-2) i zatim krioterapija – masaža uz primjenu leda na bolno mjesto na koljenu u trajanju od 5 do 10 minuta.

Vježbanje se provodi svaki dan 1x dnevno, a 1 dan u tjednu se uzima slobodno za odmor (određuje sam pacijent)



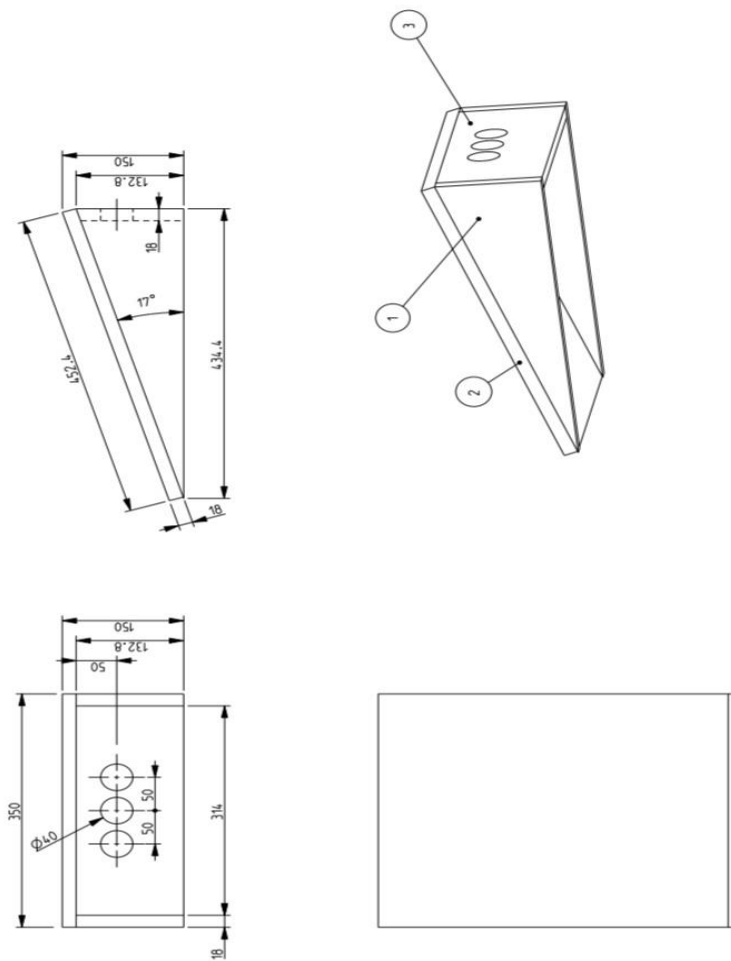
### **3.5. Videoreha**

Pacijenti uključeni u studiju dobili su mogućnost korištenja platforme Vidoreha te je na kraju studije ispitano ima li uporaba platforme utjecaj na oporavak pacijenta. Videoreha portal je veliki iskorak u rehabilitaciji, na jednom mjestu se mogu dobiti informacije i vizualne upute što i kako činiti do potpunog oporavka od ozljede ili operacije. Uvjeti korištenja: Videoreha.com web stranica namijenjena je isključivo kao vodič, potpora i nadopuna liječenja kojeg odredi ordinirajući liječnik (fizijatar ili ortoped). Sadržaj video materijala koji se nalazi na stranici ne može nadomjestiti fizikalnu terapiju koja se odvija u službenim ambulancama, bolnicama ili toplicama, već služi kao eventualna nadopuna terapije, orijentacija i vodič.

Fizikalna terapija u svojem trajanju, intenzitetu i odabiru vježbi određuje se individualno, ovisno o više faktora (kao npr. tipu ozljede, drugim ozljedama i bolestima, stupnju fizičke pripremljenosti, dobi, itd). Pravilno izvođenje odgovarajućih vježbi i intenziteta predstavlja bitan uvjet za oporavak. Sadržaj Videoreha portala predstavlja kako se pravilno izvode pojedine vježbe. Pokretanje sadržaja stranice ne isključuje nužnost da se pacijent redovito kontrolira kod svog nadležnog liječnika ili fizijatra.

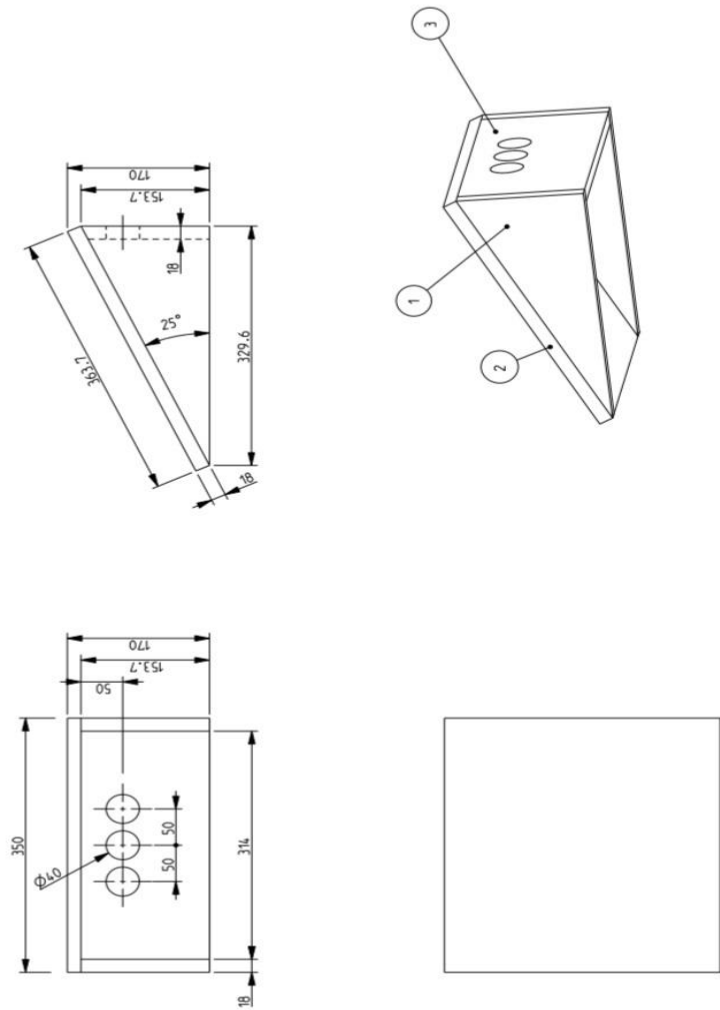
### **3.6. Kose klupice**

Za potrebe istraživanja su cat projektirane i izrađene kose klupice s nagibom 17° i 25°. Shematski prikaz karakteristika klupica i njihove fotografije prikazane su na slikama (slika 3-7 do 3-10)



Hudetz Knež decline board 17 Ana

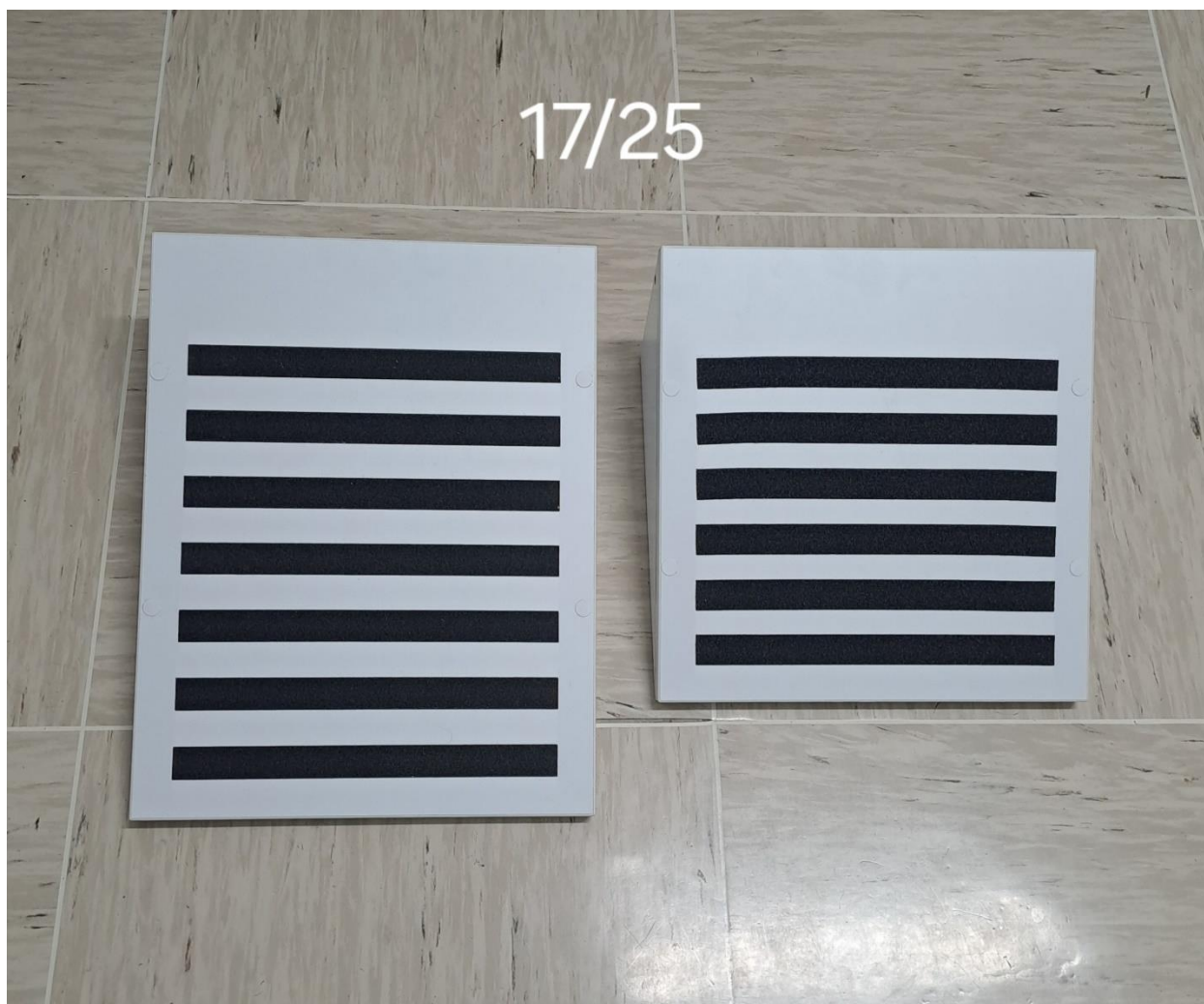
Slika 3-7 Shematski prikaz kose klupice s nagibom od 17°



**Hudetz Knež decline board 25 Mia**

Kom.	Naziv	Poz.
1	Prednja ploča	3
1	Gornja ploča	2
2	Bočna ploča	1

**Slika 3-8** Shematski prikaz kose klupice s nagibom od 25°



**Slika 3-9** Usporedba kosih klupica s nagibom od  $17^\circ$  i od  $25^\circ$  fotografija sprijeda



**Slika 3-10** Usporedba kosih klupica s nagibom od  $17^\circ$  i od  $25^\circ$  fotografija straga

### 3.7. Statistička analiza

Za numeričke varijable podaci su prikazani kao srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija (SD), a na grafovima su dodatno točkama naznačene individualne vrijednosti. Razlike između skupina testirane su Studentovim t testom za neovisne uzorke, ili uparenim Studentovim t test, prema potrebi.

Kategoričke varijable prikazane su ko broj pacijenata s postotkom. a Hi-kvadrat test korišten je za usporedbu između skupina. U grafičkom prikazu kategoričkih varijabli korišten je kružni dijagram (engl. „pie chart“ s naznačenim brojem i postotkom za svaku od analiziranih kategorija.

Korelacija između varijabli određena je Spearmanovim koeficijentom korelacije, na točkastom dijagramu prikazane su individualne vrijednosti uz navođenje Spearmanovog koeficijenta i pripadajuće p vrijednosti.

Svi su testovi bili dvostrani, a  $p < 0,05$  smatralo se statistički značajnim. Statistička analiza provedena je u GraphPad Prism verziji 6 za Windows (GraphPad Software Inc., La Jolla, CA, SAD).

## 4. REZULTATI

### 4.1. Demografska i klinička obilježja pacijenata

Nakon potpisivanja informiranog pristanka pacijenti su nasumično razvrstani u skupinu pacijenata koja je vježbala na podlozi pod nagibom od 17° i skupinu pacijenata koja je vježbala na nagibu od 25° (N = 35 pacijenata po skupini). Skupine se nisu međusobno razlikovale po dobi ( $25,03 \pm 6,8$  godina vs  $24,11 \pm 6,97$  godina,  $p > 0,05$ , studentov T-test), a također su imale sličan udio muških i ženskih pacijenata uz veću zastupljenost muškaraca u obje skupine ( $p > 0,05$ , hi kvadrat test, Tablica 4-1, slika 4-1). Također, obje skupine su imale sličan BMI indeks ( $23,47 \pm 3,19$  za skupinu koja je vježbala na nagibu od 17° vs  $22,65 \pm 2,78$  za skupinu koja je vježbala na nagibu od 25°,  $p > 0,05$ , studentov T-test).

Funkcionalni testovi procjene stanja koljena i kvalitete života na početku istraživanja (VAS skor, VISA-P skor, Lysholm/Tegner, KOOS skor) su prikazani u Tablici 1. Analizom provedenih testova se može zaključiti da su pacijenti na početku liječenja imali znatan intenzitet boli bez statistički značajne razlike između skupina: VAS skor je bio  $74,17 \pm 13,73$  za skupinu koja je vježbala na nagibu od 17°, odnosno  $76,49 \pm 9,01$  za skupinu koja je vježbala na nagibu od 25° ( $p > 0,05$ , studentov T-test). Također, obje skupine su imale slabu kvalitetu života uz nešto niži skor zabilježen na fizičkom nego na mentalnom zdravlju. SF36F skor kod pacijenata koji su vježbali na nagibu od 17° bio je  $50,63 \pm 20,15$ , a kod pacijenata koji su vježbali na nagibu od 25°  $48,71 \pm 19,69$  ( $p > 0,05$ , studentov T-test). SF36M skor kod pacijenata koji su vježbali na nagibu od 17° bio je  $65,17 \pm 10,20$ , a kod pacijenata koji su vježbali na nagibu od 25° izmjereni skor bio je  $64,37 \pm 11,61$  ( $p > 0,05$ , studentov T-test). Rezultati dobiveni određivanjem Lysholm/Tegnerovog skora i KOOS skora ukazuju na otežanu funkcionalnost koljenskog zgloba sa izmjerenim prosječnim skorovima između 60 i 70 u obje skupine pacijenata, bez statistički značajne razlike između skupina ( $p > 0,05$ , studentov T-test)

U obje skupine pacijenata najzastupljeniji su bili pacijenti koji se bave nogometom (>50%). U skupini koja je vježbala na podlozi s nagibom od 17° bilo je nešto više košarkaša (20%), a u skupini koja je vježbala na podlozi nagiba od 25° je bio nešto veći udio rukometaša (14,2%), ali bez statistički značajne razlike. Također, skupine se nisu međusobno razlikovale

prema podlozi na kojoj rade sportske aktivnosti te je u obje skupine bilo više od 50% sportaša koji treniraju na travi, a parket je bio druga najzastupljenija podloga (Tablica 4-1, slika 4-2).

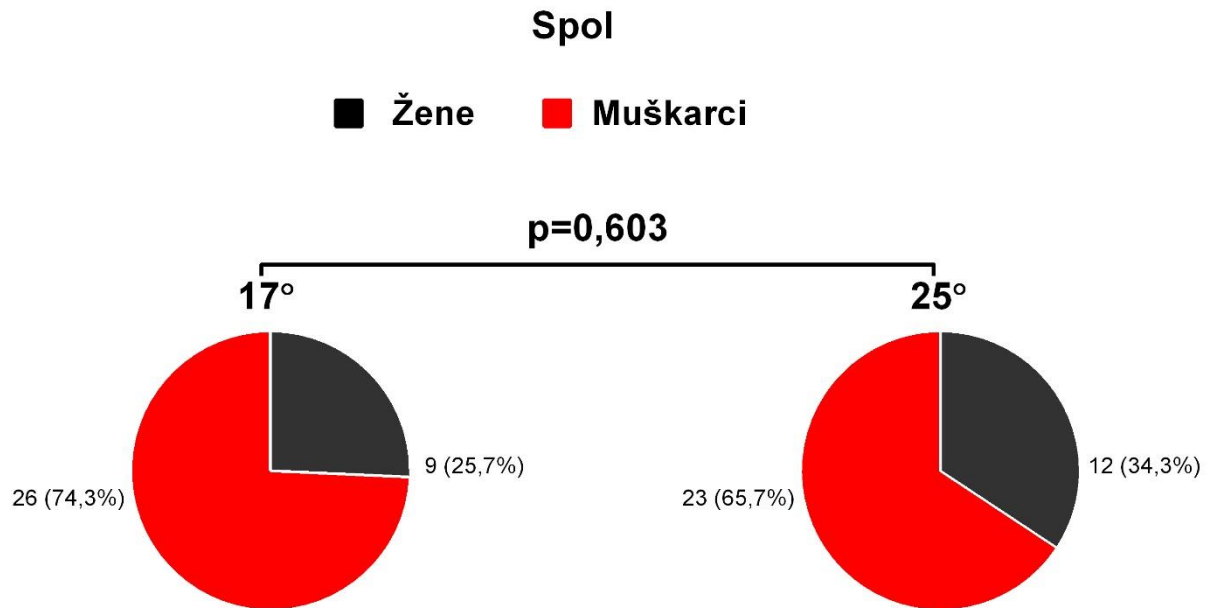
**Tablica 1.** Demografska i klinička obilježja pacijenata uključenih u istraživanje.

	Nagib podloge 17°	Nagib podloge 25°	P vrijednost
N	35	35	-
dob (godine)	25,03 ± 6,8	24,11 ± 6,97	0,58
spol			
muški	26 (74,3%)	23 (65,7%)	0,603
ženski	9 (25,7%)	12 (34,3%)	
Tjelesna masa (kg)	74,17 ± 13,73	70,94 ± 11,25	0,286
Visina (cm)	177,71 ± 6,31	176,97 ± 6,89	0,639
BMI	23,47 ± 3,19	22,65 ± 2,78	0,255
VAS skor	76,66 ± 10,26	76,49 ± 9,01	0,941
VISAP skor	53,54 ± 12,29	52,77 ± 12,33	0,794
Lysholm/Tegner	67,46 ± 12,92	60,8 ± 17,58	0,076
KOOS skor	64,73 ± 11,67	62,42 ± 14,44	0,405
SF36F skor	50,63 ± 20,15	48,71 ± 19,69	0,689
SF36M skor	65,17 ± 10,20	64,37 ± 11,61	0,763
Podloga			
trava	22 (62,9%)	19 (54,3%)	0,257
parket	10 (28,6%)	8 (22,9%)	
ostalo	3 (8,6%)	8 (22,9%)	
Sport			
nogomet	18 (51,4%)	20 (57,1%)	0,16
košarka	7 (20%)	1 (2,9%)	
rukomet	3 (8,6%)	5 (14,3%)	
trčanje	5 (14,3%)	3 (8,6%)	
ostalo	2 (5,7%)	6 (17,1%)	

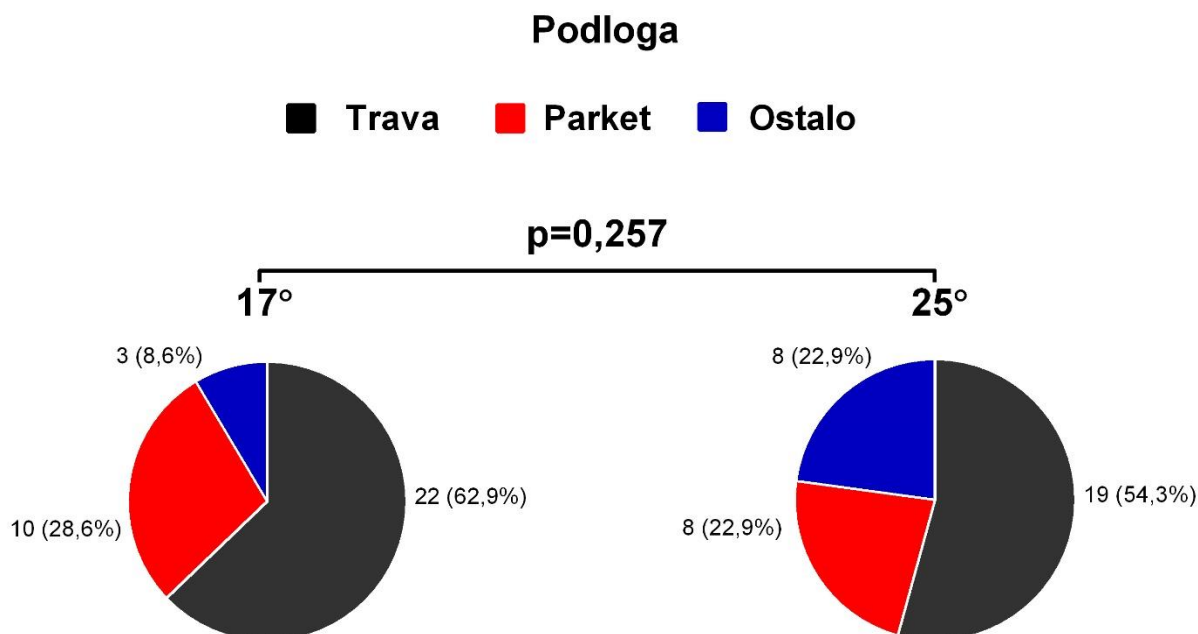


Za kontinuirane podatke podatci prikazuju srednju vrijednost sa standardnom devijacijom, a razlika između skupina je ispitana uporabom Studentovog T testa.

Za kategoričke varijable prikazani su broj pacijenata i postotak, a razlika između skupina je ispitana uporabom hi kvadrat testa.



**Slika 4-1.** Raspodjela pacijenata uključenih u studiju po spolu. Lijevo su prikazani pacijenti koji su vježbali na podlozi nagiba 17°, a desno pacijenti koji su vježbali na podlozi nagiba 25°. p vrijednost je izračunata hi kvadrat testom N=35 pacijenata po skupini.



**Slika 4-2.** Raspodjela pacijenata uključenih u studiju po podlozi na kojoj obavljaju sportske aktivnosti. Lijevo su prikazani pacijenti koji su vježbali na podlozi nagiba 17°, a desno pacijenti koji su vježbali na podlozi nagiba 25°. p vrijednost je izračunata hi kvadrat testom N=35 pacijenata po skupini

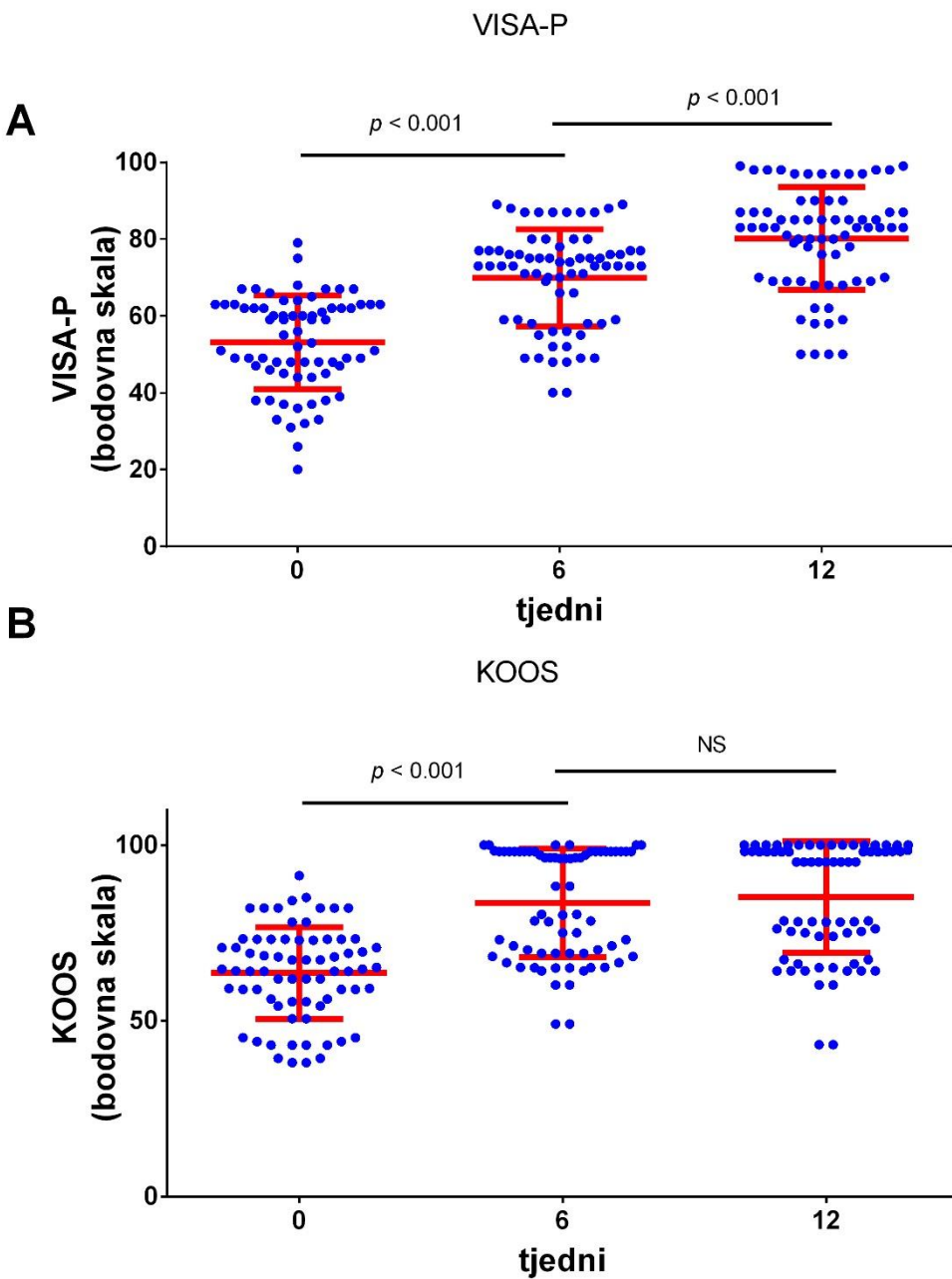
#### **4.2. Analiza ukupne učinkovitosti terapije ekscentričnim vježbama nakon šest i nakon dvanaest tjedana**

Analiza ispitivanih kliničkih testova nakon šestog i nakon dvanaestog tjedna terapije pokazala je da do znatnog poboljšanja dolazi već nakon šest tjedana, a da nakon dodatnih šest tjedana u nekim parametrima dolazi do dodatnog poboljšanja.

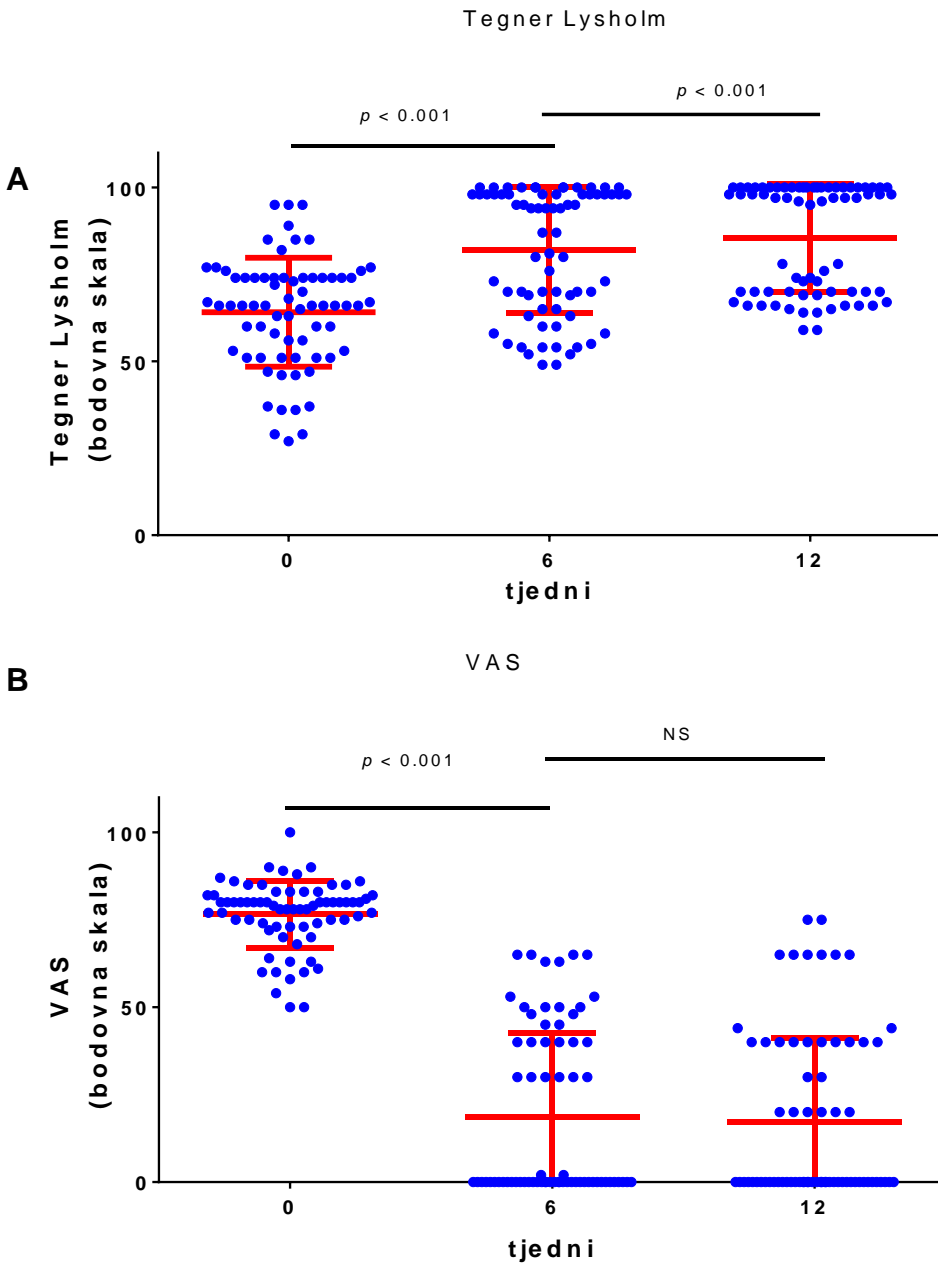
Prosječni VISA-P skor je na početku studije bio  $53,15 \pm 12,23$ , a nakon 6 tjedana došlo je do statistički značajnog poboljšanja na to  $69,89 \pm 12,66$  ( $p < 0,001$ ), dodatno poboljšanje skora bilo je vidljivo nakon dvanaest tjedana te je prosječni skor iznosio  $80,11 \pm 13,39$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-3A). Tijekom studije došlo je i do poboljšanja

KOOS skora s  $63,57 \pm 13,09$  na  $83,55 \pm 15,45$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke) nakon prvih 6 tjedana terapije, a nakon dodatnih 6 tjedana došlo je do dodatnog blagog poboljšanja na  $85,27 \pm 15,92$ ) koje međutim nije bilo statistički značajno ( $p > 0,05$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-3B). Većina poboljšanja u Lysholm/Tegnerovom skoru se je također dogodila u prvih 6 tjedana terapije te je došlo do njegovog povećanja sa  $64,13 \pm 15,68$  na  $81,93 \pm 18,09$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke), a tijekom sljedećih 6 tjedana terapije došlo je do dodatnog blagog, ali statistički značajnog poboljšanja na  $85,54 \pm 15,46$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-4A). Stupanj boli koji osjećaju pacijenti izmjeren pomoću VAS skora je također znatno smanjen tijekom prvih 6 tjedana s  $76,57 \pm 9,58$  na  $18,6 \pm 24,04$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-4B), a u sljedećih 6 tjedana se više nije dodatno poboljšavao ( $17,26 \pm 24,02$ ,  $p > 0,05$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-4B).

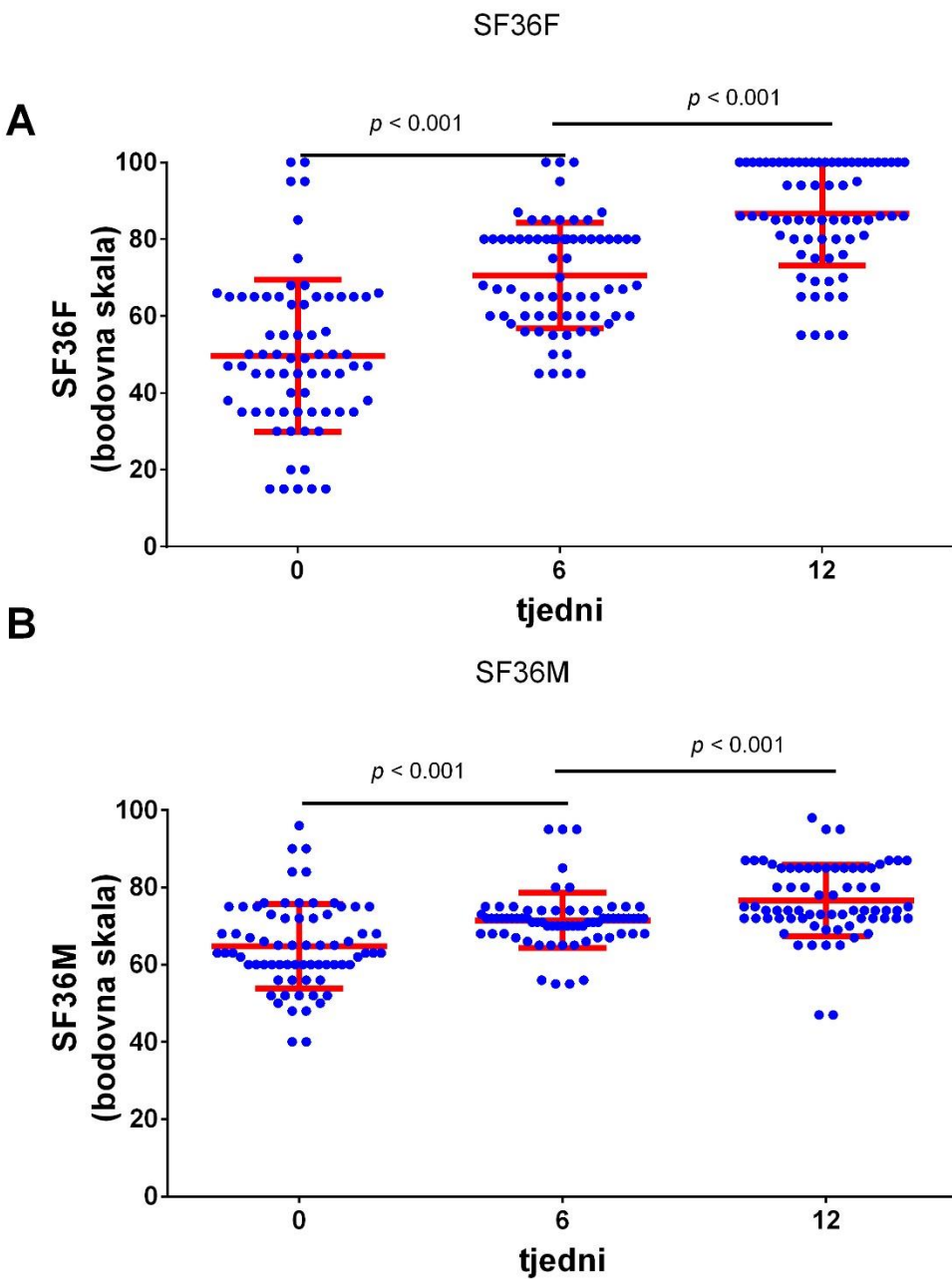
Analiza rezultata upitnika o kvaliteti života pokazala je da je došlo do znatnog poboljšanja kvalitete života povezane s fizičkim i mentalnim zdravljem nakon prvih 6 tjedana, a znatniji stupanj poboljšanja pronađen je nakon dodatnih 6 tjedana. U kvaliteti života povezanoj s fizičkim zdravljem došlo je do poboljšanja u SF36F skora s  $49,67 \pm 19,79$  na  $70,54 \pm 13,76$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke) nakon prvih 6 tjedana terapije, a nakon dodatnih 6 tjedana došlo je do dodatnog poboljšanja na  $86,69 \pm 13,64$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-5A). Slično tome kvaliteta života povezana s mentalnim zdravljem (SF36M) se poboljšala tijekom prvih 6 tjedana terapije s  $64,77 \pm 10,96$  na  $71,46 \pm 7,13$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke) i dodatno nakon sljedećih 6 tjedana na  $76,54 \pm 9,24$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-5B).



**Slika 4-3.** Na slici su prikazane promjene VISA-P skora (A) i KOOS skora (B) za sve pacijente uključene u studiju tijekom tretmana izvođenjem ekscentričnih vježbi nakon 6 i nakon 12 tjedana. Plave točke prikazuju srednju vrijednost, a crvene crte prikazuju srednju vrijednost sa standardnom devijacijom. P vrijednost je izračunata uparenim T testom uz korekciju po Bonferroniju za višestruka testiranja. NS – razlika nije statistički značajna. N = 70 pacijenata



**Slika 4-4.** Na slici su prikazane promjene Tegner Lysholm skora (A) i VAS skora (B) za sve pacijente uključene u studiju tijekom tretmana izvođenjem ekscentričnih vježbi nakon 6 i nakon 12 tjedana. Plave točke prikazuju srednju vrijednost, a crvene crte prikazuju srednju vrijednost sa standardnom devijacijom. P vrijednost je izračunata uparenim T testom uz korekciju po Bonferroniju za višestruka testiranja. NS – razlika nije statistički značajna. N = 70 pacijenata



**Slika 4-5.** Na slici su prikazane promjene SF36F skora (A) i SF36M (B) za sve pacijente uključene u studiju tijekom tretmana izvođenjem ekscentričnih vježbi nakon 6 i nakon 12 tjedana. Plave točke prikazuju srednju vrijednost, a crvene crte prikazuju srednju vrijednost sa standardnom devijacijom. P vrijednost je izračunata uparenim T testom uz korekciju po Bonferroniju za višestruka testiranja. N = 70 pacijenata

### **4.3. Usporedba poboljšanja funkcije koljena i smanjenja boli nakon terapije ekscentričnim vježbama na podlozi nagiba 17 stupnjeva s ekscentričnim vježbama na podlozi nagiba 25 stupnjeva**

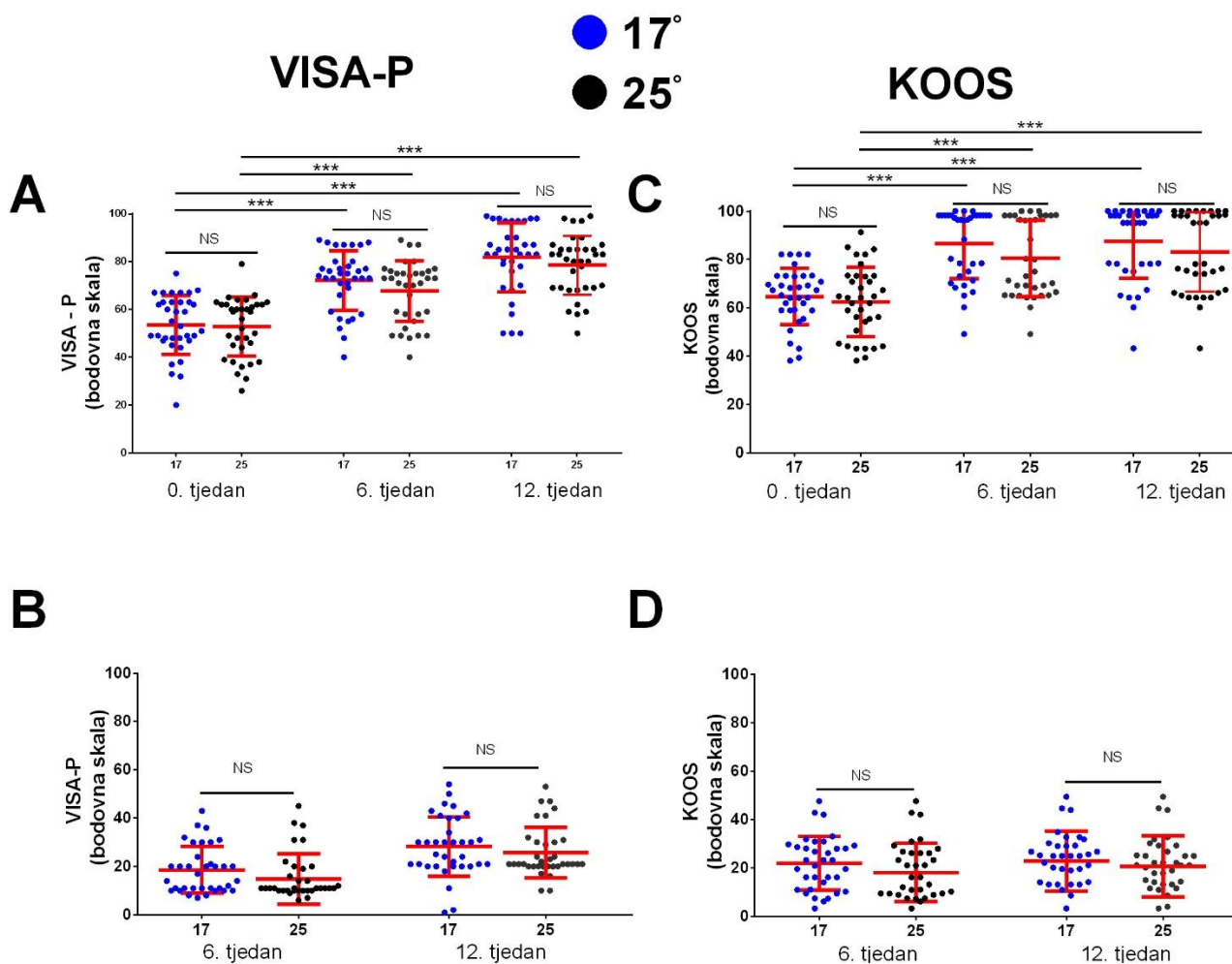
Nakon što smo u prethodnim analizama utvrdili da nakon 6 tjedana terapije ekscentričnim vježbama dolazi do poboljšanja funkcije koljena i smanjenja boli te da se dodatno poboljšanje manjeg stupnja postiže nakon dodatnih 6 tjedana u ovom dijelu analize smo usporedili ima li razlike u postignutim rezultatima između skupine pacijenata koja je vježbala na nagibu od 17° i skupine pacijenata koja je vježbala na nagibu od 25°.

Na slici 4-6 prikazani su rezultati dobiveni određivanjem VISA-P skora i KOOS skora. U obje skupine došlo je do statistički značajnog poboljšanja VISA-P skora nakon terapije. Ukupno gledajući u skupini pacijenata koja je vježbala na podlozi nagiba 17° došlo je do poboljšanja VISA-P skora s  $53,5 \pm 12,3$  na početku terapije na  $81,7 \pm 14,4$  nakon 12 tjedana terapije ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke). U skupini pacijenata koja je vježbala na podlozi nagiba od 25° također je došlo do statistički značajnog poboljšanja u VISA-P skoru s  $52,7 \pm 12,3$  na početku na  $78,5 \pm 12,3$  na kraju studije ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-6A). Usporedbom stupnja poboljšanja između dvije skupine utvrđeno je da nije bilo statistički značajne razlike: u skupini koja je vježbala na 17° ukupno poboljšanje VISA-P skora je iznosilo  $28,2 \pm 12,3$ , a u skupini koja je vježbala na podlozi od 25° ukupno poboljšanje je iznosilo  $25,7 \pm 10,4$  ( $p > 0,05$ , Studentov T test za nezavisne uzorke, Slika 4-6B). Slični rezultati dobiveni su i analizom KOOS skora. Skupina pacijenata koja je vježbala na podlozi nagiba 17° imala je poboljšanja KOOS skora s  $64,7 \pm 11,7$  na početku terapije na  $87,5 \pm 15,3$  nakon 12 tjedana terapije ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke). U skupini pacijenata koja je vježbala na podlozi nagiba od 25° također je došlo do statistički značajnog poboljšanja u KOOS skoru s  $62,4 \pm 14,4$  na početku na  $83,1 \pm 16,5$  na kraju studije ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-6C). Nije bilo razlike u ukupnom stupnju poboljšanja između skupina. U skupini koja je vježbala na 17° ukupno poboljšanje KOOS skora je iznosilo  $22,8 \pm 12,5$ , a u skupini koja je vježbala na podlozi od 25° ukupno poboljšanje KOOS skora je iznosilo  $20,6 \pm 12,6$  ( $p > 0,05$ , Studentov T test za nezavisne uzorke, Slika 4-6D).

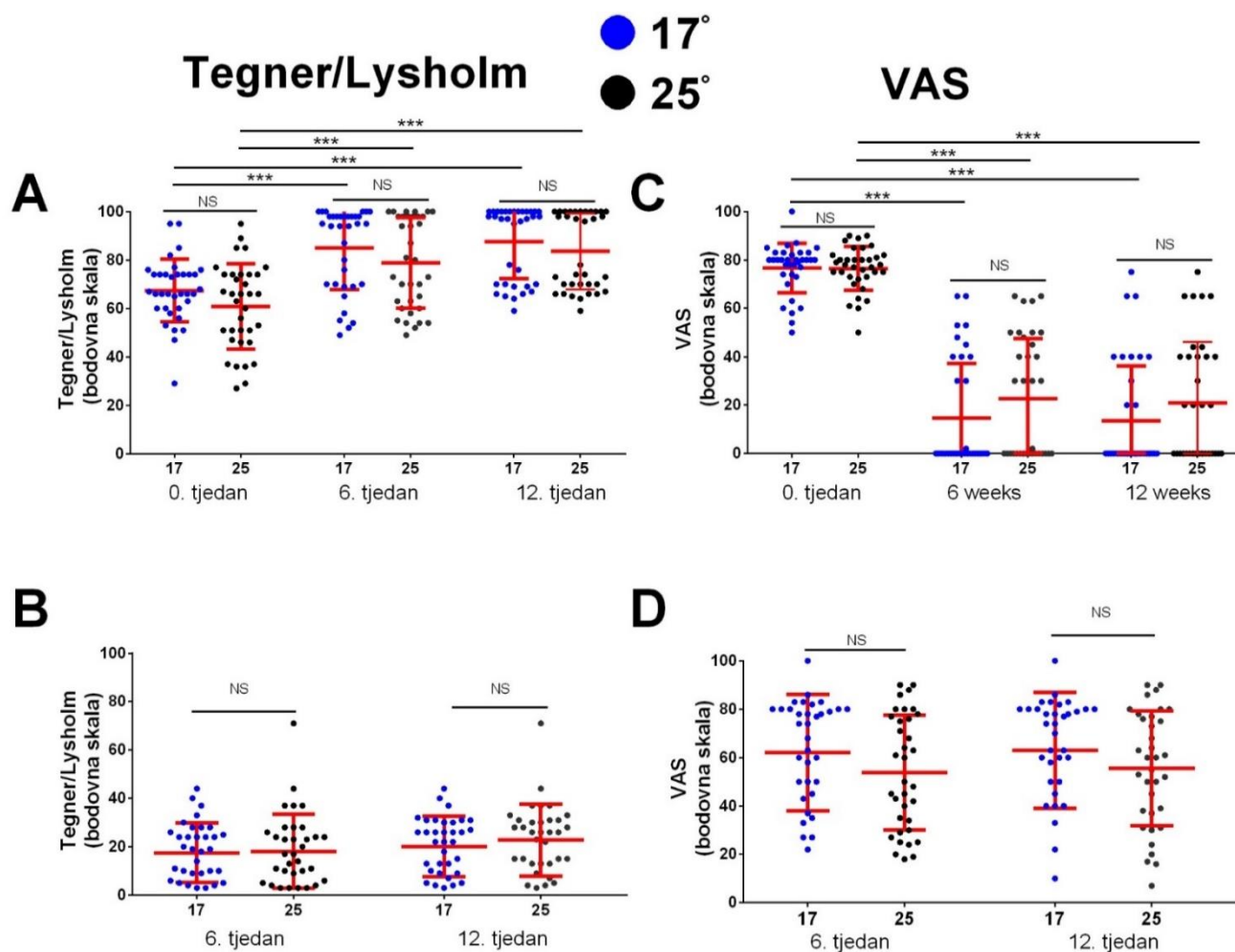
Slika 4-7 prikazuje rezultate dobivene analizom Tegner/Lysholmovog skora i analizu osjećaja boli na VAS ljestvici. U skupini pacijenata koja je vježbala na podlozi nagiba 17° došlo je do statistički značajnog poboljšanja nakon 6 tjedana terapije, a učinak je bio još nešto bolji nakon 12 tjedana. Tegner/Lysholmov skor na početku istraživanja za tu skupinu pacijenata bio je  $67,5 \pm 12,9$ , a nakon dvanaest tjedana  $87,5 \pm 15,3$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke). U skupini koja je vježbala na podlozi nagiba 25° također je došlo do statistički značajnog poboljšanja nakon 6 tjedana, a skor se dodatno popravio nakon još 6 tjedana terapije. Na početku istraživanja Tegner/Lysholmov skor bio je  $60,8 \pm 17,6$  a nakon dvanaest tjedana  $83,6 \pm 15,6$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-7A). Usporedbom stupnja poboljšanja između dvije skupine utvrđeno je da nije bilo statistički značajne razlike: u skupini koja je vježbala na podlozi od 17° ukupno poboljšanje Tegner/Lysholmovog skora je iznosilo  $20,1 \pm 12,5$ , a u skupini koja je vježbala na podlozi od 25° ukupno poboljšanje je iznosilo  $22,8 \pm 15,0$  ( $p > 0,05$ , Studentov T test za nezavisne uzorke, Slika 4-7B). Skupina koja je vježbala na podlozi nagiba 17° je na početku studije imala osjećaj boli određen VAS skorom  $76,3 \pm 10,3$  nakon 6 tjedana bol se smanjila na  $14,6 \pm 22,7$ , odnosno na  $13,6 \pm 22,6$  nakon dodatnih 6 tjedana terapije ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-7C). Do sličnog smanjenja boli došlo je i u skupini koja je vježbala na podlozi nagiba 25° te je bol smanjena s početnih vrijednosti od  $76,5 \pm 9,0$  na  $22,6 \pm 25,0$  nakon početnih 6 tjedana terapije, odnosno na  $20,9 \pm 25,2$  nakon dodatnih 6 tjedana terapije ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-7C). Usporedbom stupnja smanjenja boli između dvije skupine utvrđeno je da nije bilo statistički značajne razlike u poboljšanju te je u skupini koja je vježbala na podlozi od 17° ukupno smanjenje VAS-skora iznosilo  $63,1 \pm 24,0$ , a u skupini koja je vježbala na podlozi od 25° ukupno poboljšanje je iznosilo  $55,5 \pm 23,8$  ( $p > 0,05$ , Studentov T test za nezavisne uzorke, Slika 4-7D).

Ukupno rezultati provedenih analiza pokazali su da je terapija ekscentričnim vježbama na podlozi nagiba 17° jednako učinkovita kao i standardna terapija vježbama na podlozi nagiba 25° u poboljšanju funkcije koljena i smanjenju boli.





**Slika 4-6.** Usporedna promjene VISA-P i KOOS skora između skupina. Prikazani su vrijednosti VISA-A (A) u različitim vremenskim točkama i poboljšanje u skor (B), za svaku od skupina, te vrijednosti KOOS skora (C) u različitim vremenskim točkama i poboljšanje u skor (D), za svaku od skupina. Točke prikazuju srednju vrijednost, a crvene crte prikazuju srednju vrijednost sa standardnom devijacijom. Razlika između vremenskih točaka testirana je Studentovim T testom za uparene uzorke, a između skupina Studentovim T testom za nezavisne uzorke uz korekciju po Bonferroniju. \*\*\*-  $p < 0,001$ , NS nema statistički značajne razlike. N = 35 pacijenata po skupini



**Slika 4-7.** Usporedna promjene Tegner/Lysholm i VAS skora između skupina. Prikazani su vrijednosti Tegner/Lysholmovog skora (A) u različitim vremenskim točkama i poboljšanje u skor (B), za svaku od skupina, te vrijednosti VAS skora (C) u različitim vremenskim točkama i poboljšanje u skor (D), za svaku od skupina. Točke prikazuju srednju vrijednost, a crvene crte prikazuju srednju vrijednost sa standardnom devijacijom. Razlika između vremenskih točaka testirana je Studentovim T testom za uparene uzorke, a između skupina Studentovim T testom za nezavisne uzorke uz korekciju po Bonferroniju. \*\*\*-  $p < 0,001$ , NS nema statistički značajne razlike. N = 35 pacijenata po skupini

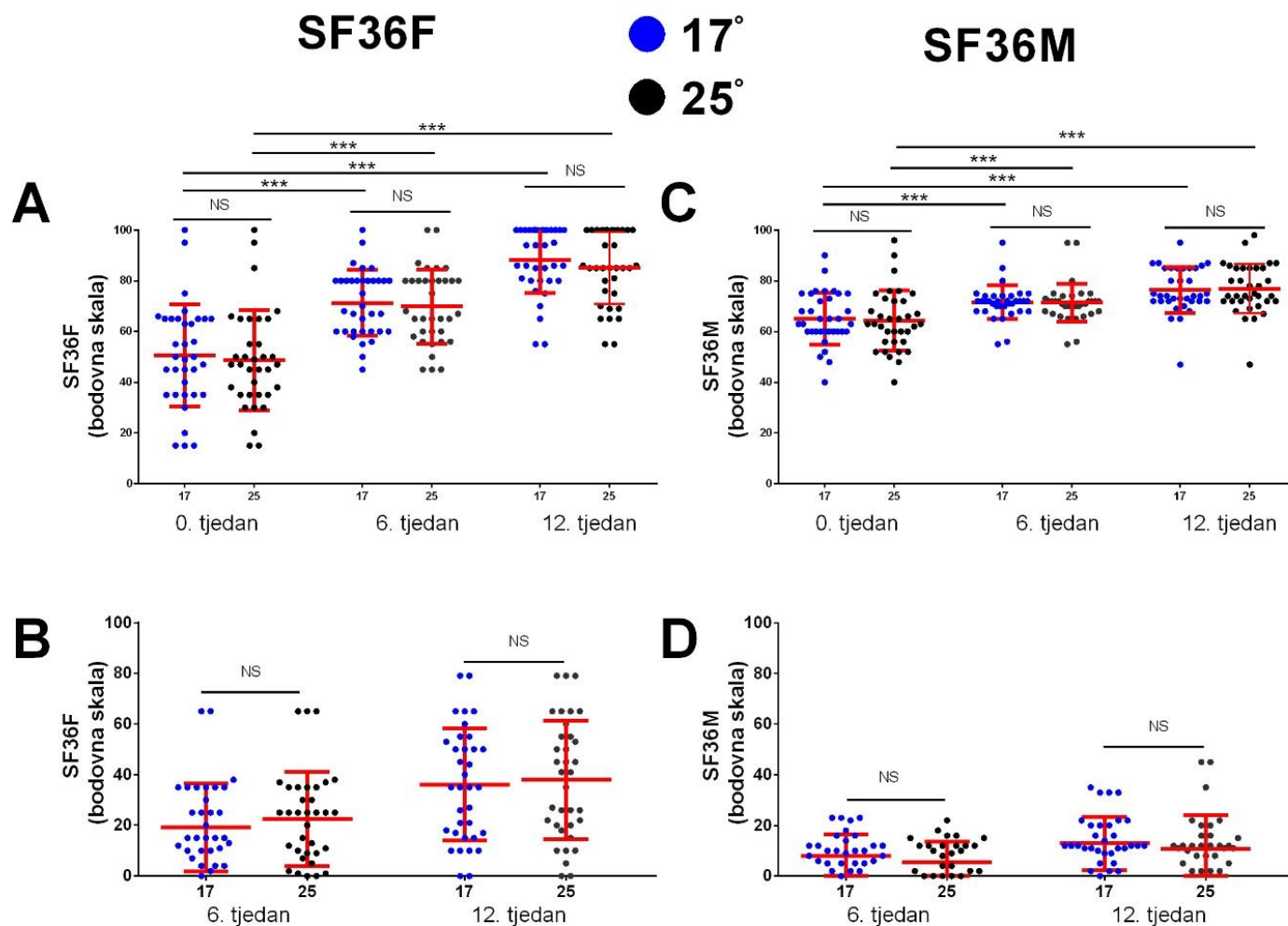
#### **4.4. Usporedba poboljšanja kvalitete života nakon terapije ekscentričnim vježbama na podlozi nagiba 17 stupnjeva s ekscentričnim vježbama na podlozi nagiba 25 stupnjeva**

U ovom dijelu analize rezultata usporedili smo učinak dva različita nagiba podloge na promjene u kvaliteti života vezane uz fizičko i mentalno zdravlje pacijenata. Na slici 4-8 prikazani su rezultati dobiveni određivanjem kvalitete života pacijenata dobivenih ispunjavanjem SF36 upitnika na početku studije, nakon 6 tjedana i na kraju studije (12 tjedana). U obje skupine došlo je do statistički značajnog poboljšanja SF36F skora nakon terapije. Ukupno gledajući u skupini pacijenata koja je vježbala na podlozi nagiba 17° došlo je do poboljšanja SF36F skora s  $50,6 \pm 20,1$  na početku terapije na  $71,3 \pm 12,9$  nakon 6 tjedana terapije, odnosno na  $88,2 \pm 13,1$  nakon 12 tjedana ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke). U skupini pacijenata koja je vježbala na podlozi nagiba od 25° također je došlo do statistički značajnog poboljšanja u SF36F skoru s  $48,7 \pm 19,7$  na početku na  $69,8 \pm 14,7$  nakon 6 tjedana, odnosno na  $85,1 \pm 14,2$  na kraju studije ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-8A). Usporedbom stupnja poboljšanja kvalitete života vezane uz fizičko zdravlje između dvije skupine utvrđeno je da nije bilo statistički značajne razlike u poboljšanju te je u skupini koja je vježbala na 17° povećanje SF36F skora nakon 6 tjedana iznosilo  $20,7 \pm 18,7$ , a u skupini koja je vježbala na podlozi od 25° ukupno poboljšanje nakon 6 tjedana je iznosilo  $21,1 \pm 17,3$  ( $p > 0,05$ , Studentov T test za nezavisne uzorke, Slika 4-8B). Razlike u poboljšanju nije bilo niti nakon 12 tjedana te je za skupinu koja je vježbala na nagibu od 17° zabilježeno poboljšanje od  $37,6 \pm 23,8$ , a za skupinu koja je vježbala na 25° poboljšanje je bilo  $36,4 \pm 21,7$  ( $p > 0,05$ , Studentov T test za nezavisne uzorke, Slika 4-8B).

Slični rezultati dobiveni su i analizom mentalne kvalitete života. U skupini koja je vježbala na nagibu od 17° SF36 M skor na početku studije iznosio je  $65,2 \pm 10,2$ , nakon 6 tjedana SF36M skor iznosio je  $71,5 \pm 6,7$  a na kraju studije  $76,4 \pm 9,0$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-8C). Slično poboljšanje dogodilo se i u skupini koja je vježbala na nagibu od 25°: SF36M skor je na početku studije iznosio  $64,3 \pm 11,8$ , nakon 6 tjedana terapije došlo je do poboljšanja kvalitete života na  $71,4 \pm 7,6$ , a na kraju studije SF36M skor je

porastao na  $76,9 \pm 9,7$  ( $p < 0,001$ , Studentov T test za uparene uzorke, Slika 4-8C). Nije bilo statistički značajne razlike u poboljšanju te je u skupini koja je vježbala na podlozi od  $17^\circ$  ukupno povećanje SF36M skora iznosilo  $11,2 \pm 11,5$ , a u skupini koja je vježbala na podlozi od  $25^\circ$  ukupno poboljšanje je iznosilo  $12,5 \pm 12,6$  ( $p > 0,05$ , Studentov T test za nezavisne uzorke, Slika 4-8D).

Rezultati analiza ovog dijela istraživanja su pokazali su da je terapija ekscentričnim vježbama na podlozi nagiba  $17^\circ$  jednako učinkovita kao i standardna terapija vježbama na podlozi nagiba  $25^\circ$  u poboljšanju kvalitete života pacijenata.



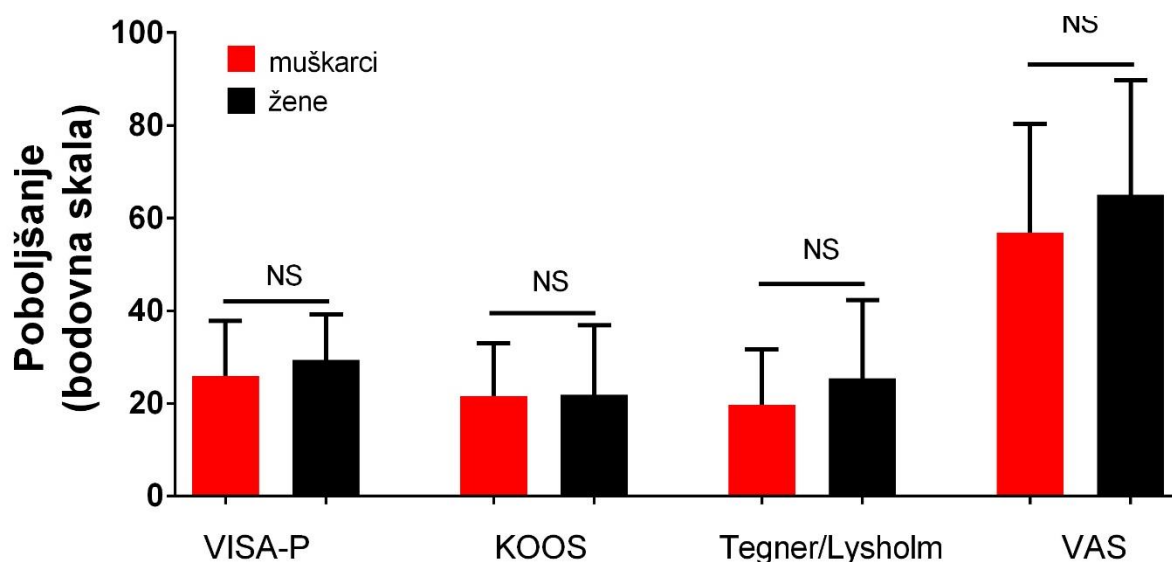
**Slika 4-7.** Usporedna promjene SF36F i SF36M skora između skupina. Prikazani su vrijednosti SF36F skora (A) u različitim vremenskim točkama i poboljšanje u skoru (B), za svaku od skupina, te vrijednosti SF36M skora (C) u različitim vremenskim točkama i poboljšanje u skoru (D), za svaku od skupina. Točke prikazuju srednju vrijednost, a crvene crte prikazuju srednju vrijednost sa standardnom devijacijom. Razlika između vremenskih točaka testirana je Studentovim T testom za uparene uzorke, a između skupina Studentovim T testom za nezavisne uzorke uz korekciju po Bonferroniju. \*\*\*-  $p < 0,001$ , NS nema statistički značajne razlike.  $N = 35$  pacijenata po skupini

#### **4.5. Usporedba učinkovitosti terapije ekscentričnim vježbama između muških i ženskih pacijenata**

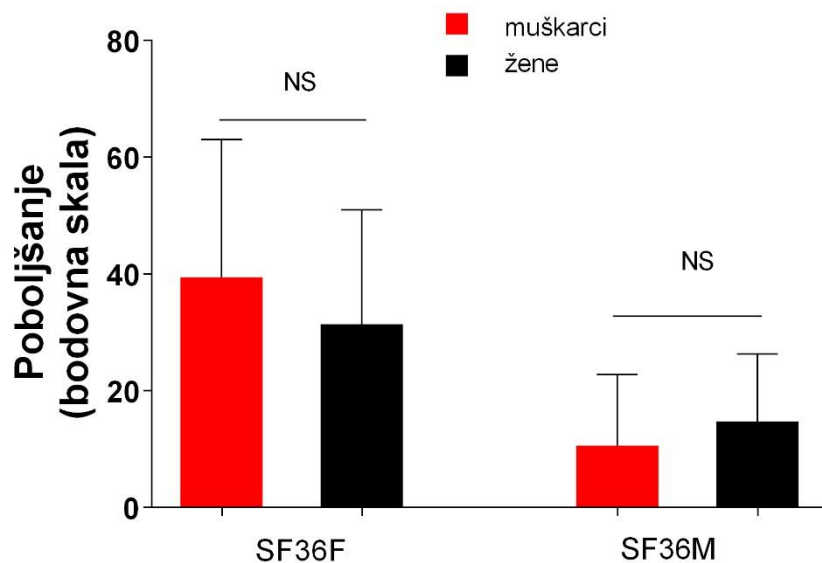
U ovom dijelu analize rezultata željeli smo ustanoviti postoji li razlika u učinkovitosti terapije ekscentričnim vježbama između muških i ženskih pacijenata. Na slici 4-8 prikazana je analiza poboljšanja skorova povezanih s funkcijom i boli u koljenu. Nije zabilježena statistički značajna razlika niti u jednom od analiziranih parametara. Poboljšanje u VISA-P skoru nakon 12 tjedana terapije kod muških pacijenata iznosilo je  $25,9 \pm 11,9$  a kod ženskih pacijenata  $29,4 \pm 9,8$ , u KOOS skoru zabilježeno je poboljšanje od  $21,6 \pm 11,4$  kod muških i  $21,9 \pm 15,0$  kod ženskih pacijenata, a Tegner/Lysholmov skor se je popravio za  $19,7 \pm 12,0$  kod muških odnosno za  $25,4 \pm 17,0$  kod ženskih pacijenata ( $p > 0,05$  sa sve usporedbe, Studentov T test za neovisne uzorke, Slika 4-8). Oba spola imala su i slično smanjenje u osjećaju boli, Terapija je bila podjednako učinkovita i u smanjenju osjećaja boli, iako su žene imale nešto veće smanjenje VAS skora ( $65,0 \pm 24,8$ ) od muškaraca ( $56,9 \pm 23,5$ ) nije pronađena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$  sa sve usporedbe, Studentov T test za neovisne uzorke, Slika 4-8). Statistički značajne razlike u promjeni skora nije bilo niti u ranijoj fazi oporavka (nakon 6 tjedana terapije, nije prikazano grafički).

Analiza poboljšanja kvalitete života pokazala je da je došlo do sličnog poboljšanja kvalitete života kod muških i ženskih pacijenata. Skor povezan sa fizičkim zdravljem SF36F poboljšao se za  $39,4 \pm 23,6$  kod muškaraca odnosno za  $31,4 \pm 19,6$  kod žena, bez statistički značajne razlike između skupina. U skoru povezanim s mentalnim zdravljem došlo je do poboljšanja od  $10,6 \pm 12,1$  kod muškaraca odnosno  $14,7 \pm 11,6$  kod žena. Nije pronađena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$  za sve usporedbe, Studentov T test za neovisne uzorke, Slika 4-9).

Zaključak ovog dijela analize rezultata je da je terapija ekscentričnim vježbama jednako učinkovita kod muških i kod ženskih pacijenata.



**Slika 4-8.** Analiza povezanosti stupnja oporavka i spola pacijenata. Za svaku od analiziranih varijabli prikazan je stupanj poboljšanja nakon 12 tjedana terapije, Stupci prikazuju srednju vrijednost, a stupci pogreške standardnu devijaciju. Usporedba između skupina je testirana Studentovim T testom za neovisne uzorke. NS – razlika nije statistički značajna ( $p > 0,05$ )



**Slika 4-9.** Analiza povezanosti stupnja oporavka i spola pacijenata. Za svaku od analiziranih varijabli prikazan je stupanj poboljšanja nakon 12 tjedana terapije, Stupci prikazuju srednju vrijednost, a stupci pogreške standardnu devijaciju. Usporedba između skupina je testirana Studentovim T testom za neovisne uzorke. NS – razlika nije statistički značajna ( $p > 0,05$ )

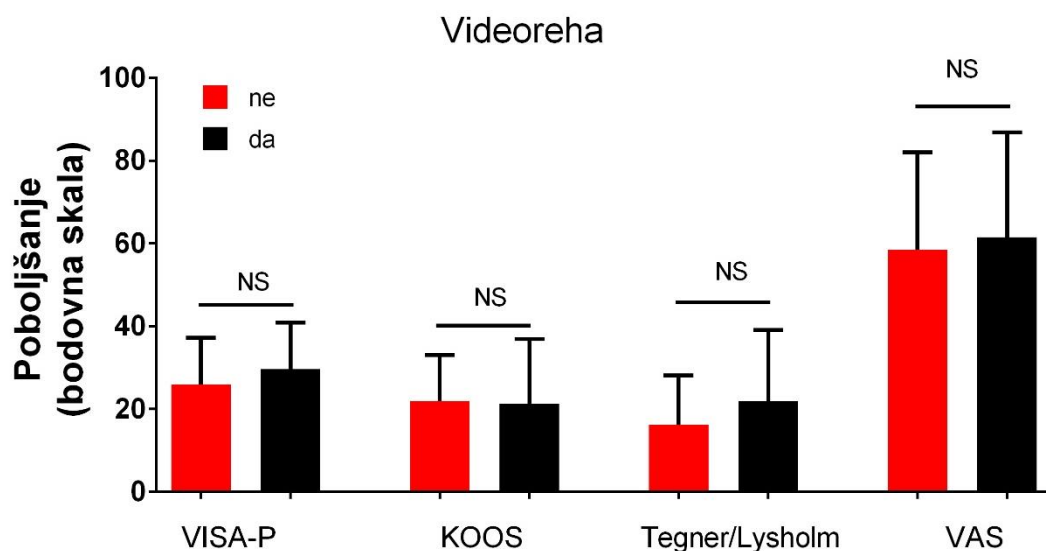


## **4.6. Pacijenti koji vježbaju uz uporabu platforme Videoreha imaju jednako dobar stupanj opravka**

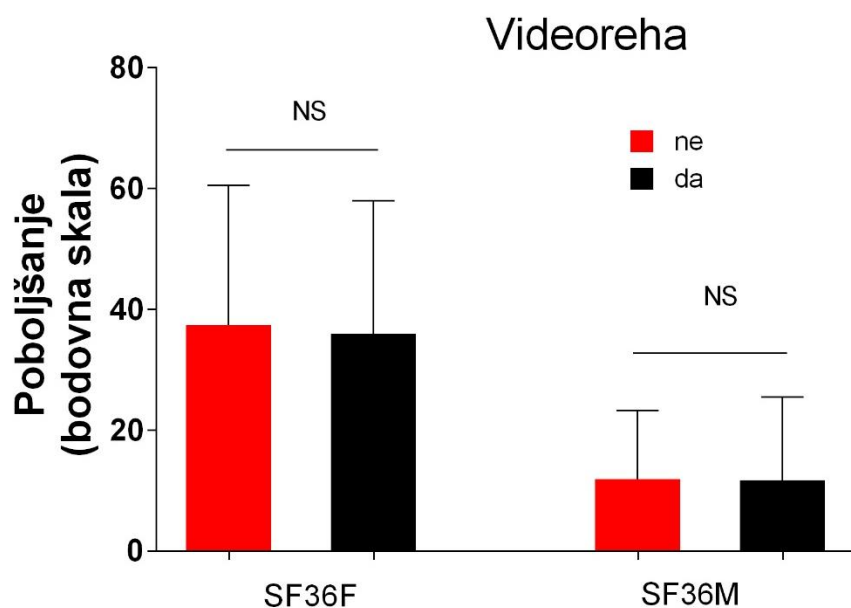
Jedan od specifičnih ciljeva istraživanja bio je ustanoviti postoji li razlika u učinkovitosti terapije ekscentričnim vježbama između pacijenata koji vježbaju uz uporabu platforme videoreha. U tu svrhu je 20 pacijenata uključenih u studiju vježbalo uz platformu videoreha. Na slici 4-10 prikazana je usporedba poboljšanja skorova povezanih s funkcijom i boli u koljenu. Nije zabilježena statistički značajna razlika niti u jednom od analiziranih kliničkih parametara. Poboljšanje u VISA-P skoru nakon 12 tjedana terapije kod pacijenata uz videoreha terapiju iznosilo je  $29,6 \pm 13,1$ , a bez uključenosti u videoreha terapiju  $25,9 \pm 11,3$ , u KOOS skoru zabilježeno je poboljšanje od  $21,3 \pm 15,6$  kod pacijenata na videoreha terapiji i  $21,9 \pm 11,2$  kod pacijenata koji nisu bili na videoreha terapiji, a Tegner/Lysholmov skor se je popravio za  $23,0 \pm 18,0$  kod pacijenata na videoreha terapiji odnosno za  $20,8 \pm 11,8$  kod pacijenata bez videoreha terapije. Iako je poboljšanje skorova bilo nešto veće uz videoreha terapiju nije pronađena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$  za sve usporedbe, Studentov T test za neovisne uzorke, Slika 4-10). Objе podskupine pacijenata imale su i slično smanjenje u osjećaju boli. Smanjenje VAS skora uz videoreha terapiju iznosilo je  $61,5 \pm 25,4$  a bez videoreha terapije  $58,5 \pm 23,6$  nije pronađena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$  sa sve usporedbe, Studentov T test za neovisne uzorke, Slika 4-10). Statistički značajne razlike u promjeni skorova nije bilo niti u ranijoj fazi oporavka u vremenskoj točki od 6 tjedana od početka terapije ( $p > 0,05$  nije prikazano grafički).

Analiza poboljšanja kvalitete života pokazala je da je došlo do sličnog poboljšanja kvalitete života kod pacijenata koji su koristili videoreha terapiju. Skor povezan sa fizičkim zdravljem SF36F poboljšao se za  $36,0 \pm 21,9$  uz videoreha terapiju odnosno za  $37,4 \pm 23,1$  kod pacijenata koji nisu koristili videoreha terapiju, bez statistički značajne razlike između skupina. U skoru povezanim s mentalnim zdravljem došlo je do poboljšanja od  $11,8 \pm 13,7$  kod uz videoreha terapiju odnosno  $11,9 \pm 11,4$  bez videoreha terapije. Nije pronađena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$  sa sve usporedbe, Studentov T test za neovisne uzorke, Slika 4-11).

Zaključak ovog dijela analize rezultata je da je terapija ekscentričnim vježbama jednako učinkovita uz uporabu videoreha terapije.



**Slika 4-10** Analiza povezanosti stupnja oporavka i spola korištenja platforme Videoreha. Za svaku od analiziranih varijabli prikazan je stupanj poboljšanja nakon 12 tjedana terapije, Stupci prikazuju srednju vrijednost, a stupci pogreške standardnu devijaciju. Usporedba između skupina je testirana Studentovim T testom za neovisne uzorke. NS – razlika nije statistički značajna ( $p > 0,05$ )

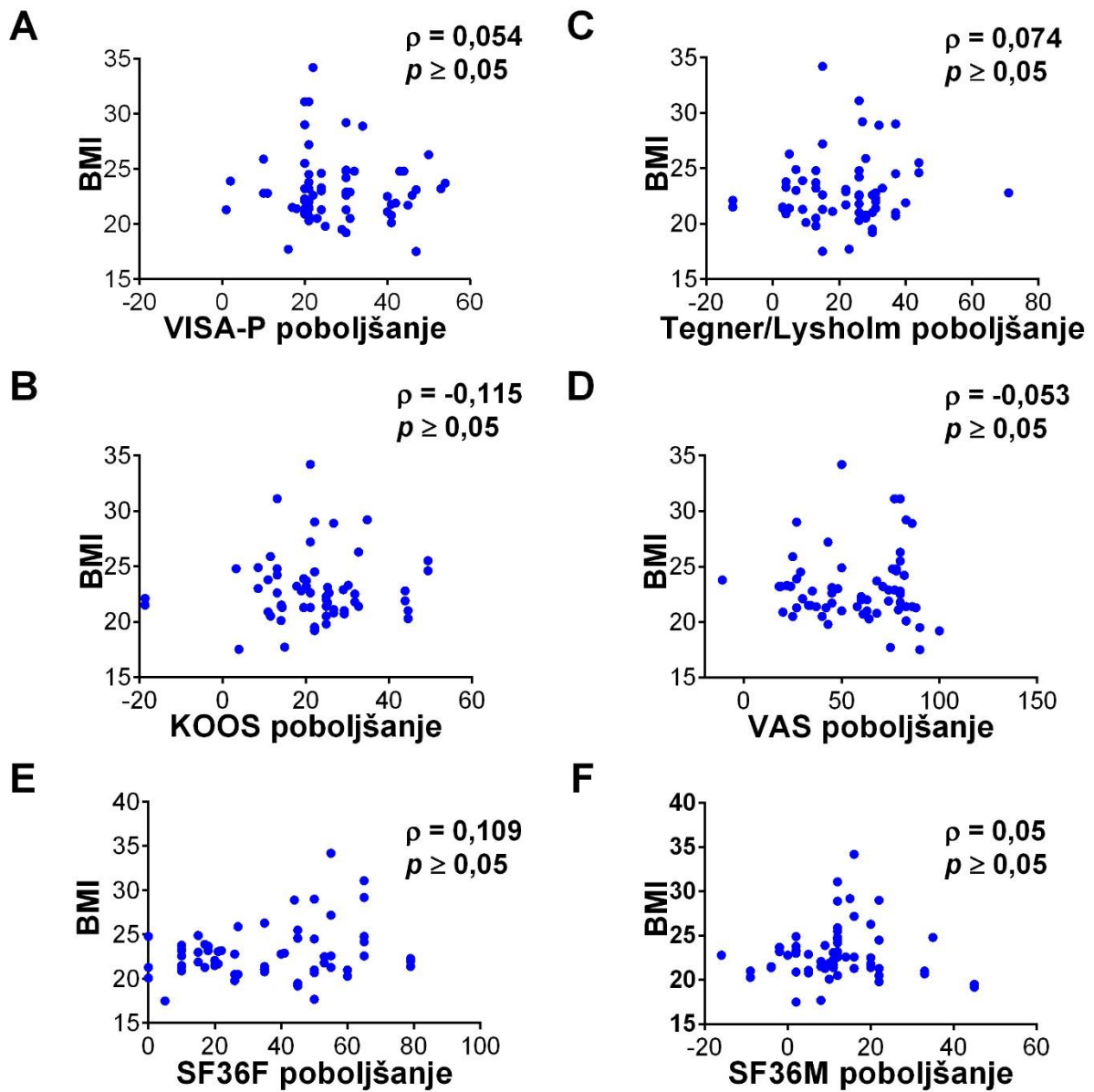


**Slika 4-11** Analiza povezanosti stupnja oporavka i spola korištenja platforme Videoreha. Za svaku od analiziranih varijabli prikazan je stupanj poboljšanja nakon 12 tjedana terapije, Stupci prikazuju srednju vrijednost, a stupci pogreške standardnu devijaciju. Usporedba između skupina je testirana Studentovim T testom za neovisne uzorke. NS – razlika nije statistički značajna ( $p > 0,05$ )

#### 4.7. Analiza povezanosti poboljšanja kliničkih skorova s indeksom tjelesne mase pacijenata

U posljednjem dijelu analize rezultata istražili smo postoji li korelacija između indeksa tjelesne mase pacijenata uključenih u istraživanje i oporavka pacijenata te poboljšanja u kvaliteti života. Na slici 4-12 prikazani su točkasti grafovi koji pokazuju odnos poboljšanja svakog od analiziranog skora tijekom 12 tjedana terapije i indeks tjelesne mase. Rezultati su pokazali da nema povezanosti između stupnja poboljšanja i indeksa tjelesne mase. Slaba i statistički neznačajna povezanost pronađena je s poboljšanjem u kvaliteti života vezanom za fizičko zdravlje (SF36F, Spearmanov  $\rho$  koeficijent = 0,109,  $p > 0,06$ , Slika 4-12) , a za poboljšanje u KOOS skoru je pronađena slaba i statistički neznačajna negativna povezanost (Spearmanov  $\rho$  koeficijent = 0,109,  $p > 0,06$ , Slika 4-12). Za ostale analizirane varijable povezanost je bila slabija i nije bila statistički značajna. Zaključak ovog dijela analize je da

stupanj oporavka sportaša tijekom terapije ekscentričnim vježbama na kosoj podlozi nije povezan s indeksom tjelesne mase.



**Slika 4-12.** Analiza povezanosti poboljšanja kliničkih skorova s indeksom tjelesne mase pacijenata. Na x osi prikazano je poboljšanje u **A** VISA-P skoru, **B** Tegner/Lysholmovom skoru, **C** KOOS skoru, **D** VAS-Skoru, **E** VAS36F skoru i **F** SF36M skoru nakon 12 tjedana terapije, a na y osi indeks tjelesne mase (BMI) pacijenta. Plave točke prikazuju individualne vrijednosti za svakog od pacijenata, a u gornjem desnom kutu svakog od grafova prikazan je Spearmanov  $\rho$  koeficijent i odgovarajuća p vrijednost.

## 5. RASPRAVA

U našem istraživanju usporedili smo učinkovitost ekscentričnih vježbi u terapiji pacijenata oboljelih od kronične patelarne tendinopatije te usporedili učinkovitost terapije standardnih ekscentričnih vježbi koje se provode na klupici nagiba 25° s učinkovitosti vježbi koji se rade na modificiranoj klupici nagiba 17°. Pokazali smo da su ekscentrične vježbe učinkovita terapija za kroničnu patelarnu tendinopatiju i da kod većine pacijenata nakon šest tjedana terapije dolazi do znatnog smanjenja boli u koljenu, poboljšanja funkcije koljena i kvalitete života, a da se dodatan stupanj poboljšanja postiže nakon dodatnih šest tjedana.

Usporedbom oporavka između pacijenata koji su vježbali na klupicama nagiba 17° i standardnim klupicama s nagibom od 25° nije pronađena statistički značajna razlika niti u jednom od određivanih pokazatelja pa smo zaključili da je terapija ekscentričnim vježbama na modificiranoj klupici s nagibom od 17° jednako učinkovita u terapiji kronične patelarne tendinopatije kao i standardna terapija koja se provodi vježbanjem na klupici nagiba 25°. Obje terapije podjednako dovode do smanjenja boli, poboljšanja funkcije koljenskog zgloba i kvalitete života pacijenata. U analizi ostalih ciljeva pokazali smo da pacijenti koji koriste platformu videoreha imaju jednak stupanj oporavka kao i ostali pacijenti. Nismo uspjeli pronaći povezanost između stupnja oporavka i ostalih potencijalnih prognostičkih čimbenika poput spola pacijenta ili BMI indeksa.

Sportaši su izloženi velikom stresu. Kronična patelarna tendinopatija najčešće pogađa profesionalne sportaše naročito često one koji sudjeluju u sportovima s skokovima poput primjerice odbojke, rukometa, atletike, nogometa i košarke. Točan mehanizam nastanka sindroma prenaprezanja još uvijek nije u potpunosti razjašnjen. Stres je bitna prilagodba neophodna za homeostazu, izvedbu i preživljavanje. Odgovor na stres javlja se kad god se pojedinac suoči s endogenim ili egzogenim izazovom koji se percipira kao neugodan, nepovoljan ili prijeteći. Može biti izazvan fizičkim, fiziološkim ili psihološkim podražajima. Intenzivna tjelovježba podrazumijeva adaptivne procese koji uključuju afektivni, fiziološki, biokemijski i kognitivno-bihevioralni odgovor u pokušaju ponovnog uspostavljanja

homeostaze. Stoga je teško napraviti razliku između učinaka fizičkog stresa vježbanja i učinaka psihičkog stresa tijekom vježbanja. Sportaši su i fizički i psihički izloženi zahtjevi tijekom intenzivnog vježbanja, procjenjuje se da 20-60% sportaša pati od stresa uzrokovanog pretjeranim vježbanjem i neadekvatnim oporavkom. Vjeruje se da je prevalencija stresa veća u sportovima izdržljivosti kao što su plivanje, veslanje, biciklizam, triatlon i donekle trčanje na duge staze gdje sportaši treniraju 4-6 sati dnevno, 6 dana u tjednu, nekoliko tjedana bez uzimanja odmor od intenzivnog treninga. Iako ne postoji konsenzus o tome koji simptomi ili biomarkeri definiraju stres, neki uobičajeni znakovi koji su naširoko prihvaćeni u znanstvenoj literaturi uključuju kliničke, hormonalne pokazatelje i druge simptome povezane s umorom, smanjenjem performansi, nesanicom, promjenom apetita, gubitkom težine i raspoloženjem smetnje kao što su razdražljivost, tjeskoba, gubitak motivacije, slaba koncentracija i depresija, kao i upale i imunosupresija. (77)

Bavljenje sportom među mladima povezano je s višestrukim zdravstvenim prednostima. Međutim, u usporedbi s manje tjelesno aktivnim adolescentima, čini se da vrlo aktivni adolescenti više pate od mišićno-koštane boli, kao što je veća učestalost Osgood–Schlatterove bolesti i boli u donjem dijelu leđa. Ozljede od prekomjernog opterećenja u sportu mladih su od posebnog značaja jer mogu uzrokovati dugotrajnu nesposobnost, negativno utjecati na sudjelovanje u sportu i utjecati na izvedbu, pa čak i dnevne aktivnosti. Nadalje, ponavljajuće fizičko preopterećenje tijela može u nekim slučajevima rezultirati poremećajima rasta i deformacije. Intenzivni trening s velikim obujmom treninga u ranoj dobi može mlade sportaše predisponirati za ozljede i sindrome prenaprezanja. Ozljede i sindromi prenaprezanja česte su u sportovima izdržljivosti i tehničkim sportovima koji zahtijevaju duge monotone treninge ili ponavljajuće obrasce kretanja. Međutim, ozljede i sindromi prenaprezanja također mogu biti značajan problem u timskim sportovima zbog velikog obujma treninga i natjecateljskog opterećenja.

Iako je interes za istraživanje sportskih ozljeda porastao tijekom prošlog desetljeća, malo je istraživanja o incidenciji, prevalenciji, te prevencija ozljeda i sindroma prenaprezanja. Košarka je globalno popularan timski sport. Nekoliko ranijih studija istraživalo je epidemiologiju košarkaških ozljeda u različitim populacijama, uglavnom među odraslim, profesionalnim, fakultetskim i srednjoškolskim košarkašima, ali i novijim među djecom. Bez obzira na velik broj objavljenih studija, analize o incidenciji i prirodi ozljeda sindroma prenaprezanja su rijetke. Osim toga, većina objavljenih studija provedena je izvan Europe, a znanje o ozljedama povezanim s košarkom u Europi još uvijek je nedovoljno. (78) Ozljede od

prenaprežanja među sportašima u razvoju u momčadskim sportovima mladih nisu dobro proučene. Sadašnja otkrića pružaju dokaze da su ozljede od prenaprežanja prilično čest problem među mladim igračima košarke i floorballa, a ozljede od prenaprežanja često imaju dugotrajne posljedice na sposobnost igrača da trenira i natječe se punim kapacitetom.

Potreban je razvoj strategija usmjerenih na smanjenje ozljeda i praćenje opterećenja tijekom treninga sportaš. Također su potrebne prospektivne analize čimbenika rizika za ozljede od prenaprežanja u popularnim momčadskim sportovima mladih. Kako bi se razumio pravi opseg problema, buduće studije trebale bi koristiti standardizirane metode za registraciju problema sindroma prenaprežanja i preopterećenja sportaša. (78) Iako se nogomet ne povezuje u najvećoj mjeri s rizikom pojave kronične patelarne tendinopatije zanimljivo je da su većina naših pacijenata bili nogometaši. Ovo se najvjerojatnije može pripisati velikoj popularnosti nogometa u Hrvatskoj pa iako je relativni udio nogometaša koji će oboljeti od patelarne tendinopatije malen na velikom broju sportaša koji se bave nogometom pojavio se veći broj slučajeva nego u manje popularnim sportovima koji inače imaju veći rizik pojave skakačkog koljena.

U ovom istraživanju usporedili smo učinak dvaju različitih kutova vježbanja na podlozi pod nagibom od  $17^\circ$  i skupinu pacijenata koja je vježbala na nagibu od  $25^\circ$  na klinički ishod pacijenata liječenih od kronične patelarne tendinopatije izvođenjem ekscentričnih vježbe za kvadriceps. Nakon 6 tjedana vježbanja, pronašli smo značajno poboljšanje kliničkih rezultata liječenih pacijenata, bez značajne razlike između pacijenata koji su izvodili ekscentrične vježbe kvadricepsa na standardnoj kosoj klupici s nagibom od  $25^\circ$  i oni vježbanjem na kosoj klupici od  $17^\circ$ . Manji dodatni stupanj poboljšanja bio je vidljiv na kraju perioda praćenja (12 tjedana), ali, opet, nema statističke razlike među ispitivanim skupinama, potvrđujući da vježbanje koje se izvodi na kosoj klupici s nagibom od  $17^\circ$  pruža jednake terapijske prednosti onima koje se izvode na standardnoj kosoj klupici s nagibom od  $25^\circ$ .

Ekscentrično vježbanje kvadricepsa uvedeno je u terapiju liječenja bolesnika s kroničnom patelarna tendinopatija kako bi se izbjeglo slabljenje tetive tijekom razdoblja rehabilitacije. Korištenje kosih klupica s kutom nagiba od  $25^\circ$  bio je kamen temeljac terapije posljednja dva desetljeća (71). Učinkovitost upotrebe kose klupice s nagibom od  $25^\circ$  je potvrđeno u različitim kliničkim i biomehanički usmjerenim ispitivanjima (72,73,74,75). Sve u svemu, istraživanja pokazuju veću korist od izvođenja ekscentričnih čučnjeva na standardnim klupicama s nagibom od  $25^\circ$  nego na ravnoj površini.

Međutim, znanje o učinku korištenja kosih klupica s različitim kutovima nagiba još uvijek je vrlo ograničeno. U biomehaničkim istraživanjima, Richards i sur. (58) pokazala je maksimalnu aktivnost ekstenzora koljena pri korištenju kosih klupica s nagibom od 16°, što sugerira da se maksimalna korist od vježbe može postići pri tako niskim kutovima kao 16° i da se povećanjem kuta ne dobiva nikakva dodatna mehanička prednost povećanju kuta nagiba od 24°. Saznanje da postoji mogućnost promjene kuta nagiba bez gubitka terapijskog učinka bilo bi od značajne pomoći kliničarima kao i pacijentima kako bi mogli odabrati kut pod kojim se osjećaju najudobnije, osiguravajući tako bolju suradljivost pacijenata tijekom razdoblja liječenja. U ovom istraživanju pokazujemo da se isto kliničko poboljšanje može postići korištenjem kose klupice s nagibom od 17°, kao dokazano poboljšanjem svih izmjerenih kliničkih rezultata: (VAS skor, VISA-P skor, Lysholm/Tegner, KOOS skor). Niti jedan od kutova nagiba 17 ili 25° nisu bili superiorniji od drugih. U našem istraživanju pacijenti su nasumično raspoređeni u skupina 17 ili 25°. U budućim istraživanjima bilo bi zanimljivo istražiti mogu li se bolji rezultati postići dopuštanjem pacijentima da osobno odaberu najudobniji kut nagiba kosih klupica za vježbu. Osobito je zanimljiva mogućnost razvoja bioinformatičkih metoda koji bi u konačnici na temelju osobnih karakteristika pacijenata (visina, težina, BMI, sport) mogli izračunati idealni kut nagiba podloge za konkretnog pacijenta,

Značajno poboljšanje izmjerenih kliničkih rezultata dogodilo se nakon 6 tjedana vježbanja. Dugoročni ishodi su od posebnog interesa za profesionalne sportaše (37,79,80,81); stoga smo ponovno odredili klinički rezultat nakon dodatnih 6 tjedana. Ono što je važno, poboljšanje je još uvijek bilo prisutno u toj vremenskoj točki, a u dva izmjerena rezultata (VISA-P rezultat i Lysholmov upitnik koljena/Tegnerova ljestvica aktivnosti), čak smo primijetili mali ali značajan stupanj daljnjeg poboljšanja (slike 1 i 2). I nas je zanimalo ako se stupanj otkrivenog poboljšanja može predvidjeti prema dobi, spolu, BMI-u pacijenta, ili profesionalni sport (77); međutim, nismo otkrili nikakvu značajnu korelaciju između njih varijable i poboljšanje izmjerenih kliničkih rezultata.

Korištenje platforme videoreha nije dovelo do boljeg oporavka pacijenata iako pruža dosta dodatnih informacija i uputa za provođenje vježbi koje bi mogli biti od koristi pacijentima. Ovdje ipak treba naglasiti da je skupina pacijenata uključenih u istraživanje bila visokomotivirana za provođenje terapije i povratku profesionalnim aktivnostima pa su vjerojatno i bez uporabe platforme videoreha bili dobro informirani i aktivni u traženju



dodatnih materijala i uputa. Pa bi u budućnosti korist ove platforme trebalo ispitati na amaterskim sportašima.

## 5.1. Potencijalna ograničenja studije

Naša studija ima nekoliko ograničenja koja treba pažljivo razmotriti. Iako su pacijenti nakon uključivanja u ovu studiju dobili jasne usmene i pismene upute o izbjegavanju dodatne obuke tijekom razdoblja liječenja, nije bilo moguće kontrolirati za njihovo potpuno pridržavanje danih uputa tijekom čitavih 12 tjedana razdoblje. Svi su pacijenti izjavili da se pridržavaju uputa, no još uvijek postoji mogućnost da je potencijalno neprijavljeno dodatno osposobljavanje moglo imati utjecaj na nalaze nekoliko pacijenata. Kako postoji velika količina podataka koji pokazuju da vježbe koje se izvode na kosoj klupici s nagibom od 25° superiornije su od vježbi koje se izvode na ravnoj površini, iz etičkih razloga nije bilo moguće uključiti skupinu kontrolnih pacijenata koji bi vježbali na ravnoj površini. Osim toga, kako je ovo istraživanje prvenstveno bilo usmjereno na istraživanje potencijalne kliničke koristi, nismo se potrudili učiniti biomehanička mjerenja pacijenata za proučavanje aktivacije pojedinih mišića. Moguće utjecaj drugih kutova nagiba nije istražen, a tek će se istražiti u budućim istraživanjima.

Upitnik VISA-P, koji je validirani alat za procjenu boli u patelarnoj tetivi i nesposobnost povezanog s boli kod pacijenata s patelarnom tendinopatijom. Iako je od sportaša zatraženo da potvrde da je mjesto boli tetiva, mjesto nije posebna stavka u upitniku i, teoretski, moguća je pristranost rezultata zbog drugih izvora boli u koljenu. Kako je bol vodeći simptom kod patelarne tendinopatije korišteni su i VAS skor, Lysholm/Tegner, KOOS skor.

Bol je vrlo složen i multifaktorijalan fenomen koji može negativno utjecati na kvalitetu života pacijenta povezanu sa zdravljem. Mjere ishoda boli obično se koriste za procjenu težine simptoma pacijenta. Tradicionalno klinički i znanstveno napredovanje simptoma bilježilo se korištenjem vizualne analogne ljestvice (VAS). Dosadašnji dokazi sugeriraju da postoje ograničenja povezana s tradicionalnijim papirnatim mjerama ishoda boli koje se još uvijek često koriste u različitim kliničkim okruženjima. Ta se ograničenja

uglavnom temelje na tome što su papirnate ljestvice boli glomazne, povremeno složene za korištenje i podložne riziku moguće pogreške liječnika.

Kontinuirani rast mobilnog zdravlja (mHealth) nudi neusporedive prilike za rješavanje problema povezanih sa zdravstvenim sustavima i pristup točnim, pouzdanim i čestim zdravstvenim podacima. Uvođenje pametne tehnologije u procjenu boli može ponuditi mogućnosti za implementaciju prilagođenih procjena boli unutar različitih kliničkih okruženja. Nedavno su se pojavile nove tehnologije koje koriste pametne uređaje za poboljšanje postojećih tradicionalnih mjera ishoda boli. Malo je ovih novih tehnologija ispitano na pouzdanost i valjanost među djecom, adolescentima i odraslima, a većina koristi male veličine uzorka. Sve je više dokaza koji sugeriraju da su elektroničke mjere ishoda boli zamjenjive s postojećim tradicionalnim mjerama ishoda boli, ali potrebno je više istraživanja mHealtha i eHealtha kako bi se testirala valjanost i pouzdanost elektroničkog VAS-a (eVAS) među djecom i adolescentima (83).

Kao što smo već naglasili u dijelu istraživanja o mogućem doprinosu platforme Videoreha treba naglasiti da je skupina pacijenata uključenih u istraživanje bila visokomotivirana za provođenje terapije i povratku profesionalnim aktivnostima pa su vjerojatno i bez uporabe platforme videoreha bili dobro informirani i aktivni u traženju dodatnih materijala i uputa.

U studiju je bio uključen relativno mali broj sportašica u odnosu na sportaše (podjednako u obje skupine) pa zaključke o utjecaju spola treba uzeti s oprezom, a u budućnosti bi svakako trebalo napravit i istraživanje ciljano na ženskim pacijentima.

Ukupno trajanje studije iznosilo je dvanaest tjedana pa ne možemo donijeti dugoročnije ishode pacijenata uključenih u studiju poput povratka ozljede ili prijevremenog odlaska u mirovinu što su vrlo bitne komplikacije kronične patelarne tendinopatije.

## **5.2. Mogući budući smjerovi istraživanja**

Pokazali smo da uporaba kosih klupica s nagibom od 17° ne utječe dodatno bolje korisno na terapijskih učinaka ekscentričnih vježbi s uporabom standardnih kosih klupica s nagibom od 25°, no još uvijek postoje mnoga neodgovorena pitanja koje treba proučiti u budućim istraživanjima. U našoj smo studiji randomizirali pacijente u skupine dvaju različitih kutova vježbanja na podlozi pod nagibom od 17° i skupinu pacijenata koja je vježbala na nagibu od 25°, ali potrebne su daljnje biomehaničke studije kako bi se pokušali identificirati prediktori idealne mišićne aktivacije kao što su visina, težina ili vrsta sporta. Ovi nalazi mogu dovesti do personalizacije liječenja omogućujući liječnicima da odaberu najbolji kut nagiba za pojedinog pacijenta. Bioinformatički pristup temeljen na dubokom učenju za analizu prikupljenih podataka mogao bi pružiti dodatnu pomoć za postizanje ovih ciljeva. (84)

Sportske ozljede kod sportašica u Hrvatskoj nisu još dovoljno istražene. Iako smo u istraživanje uključili dvadeset jednu sportašicu to je još uvijek premalen broj pacijentica i za donošenje pouzdanijih zaključaka buduće studije bi svakako trebalo ciljano uključivati veći broj pacijentica, Također, u našu studiju smo uključili smo najveći broj nogometaša što se može protumačiti velikom popularnošću nogometa u Hrvatskoj, u budućim studijama bi svakako trebalo ciljano uključiti sportaše iz drugih manje zastupljenih sportova.

U budućim istraživanjima bi svakako bilo potrebno provesti i studiju s dugoročnijim ishodima usmjerenim na najčešće komplikacije patelarne tendinopatije poput obnavljanja ozljede ili privremenog odlaska u profesionalnu mirovinu.

### **5.3. Znanstveni doprinos i praktične implikacije istraživanja**

U našem istraživanju smo potvrdili da su ekscentrične vježbe učinkovita terapija za kroničnu patelarnu tendinopatiju. Kod većine pacijenata nakon šest tjedana terapije došlo je do znatnog smanjenja boli u koljenu, poboljšanja funkcije koljena i kvalitete života a do dodatnog stupnja poboljšanja došlo je nakon dodatnih šest tjedana od početka terapije.

Terapija ekscentričnim vježbama na modificiranoj klupici s nagibom od 17° jednako je učinkovita u terapiji kronične patelarne tendinopatije kao i standardna terapija koja se provodi ekscentričnim vježbanjem na klupici nagiba 25°. Promjenom kuta nagiba mogla bi se postići bolja suradljivost pacijenata.

## 6. ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata provedenog istraživanja mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Prvi parcijalni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi dolazi li do smanjenja boli i je li smanjenje boli ovisno o nagibu podloge uz hipoteze da dolazi do smanjenja boli (H1) i da je smanjenje boli ovisno o nagibu podloge (hipoteza H2). Pokazali smo da su ekscentrične vježbe učinkovita terapija za smanjenje boli u prvih šest tjedana i da se dodatni stupanj poboljšanja postiže se nakon dodatnih šest tjedana od početka terapije čime je potvrđena hipoteza H1. Terapija ekscentričnim vježbama na modificiranoj klupici s nagibom od 17° bila je jednako učinkovita u terapiji kronične patelarne tendinopatije kao i standardna terapija koja se provodi ekscentričnim vježbanjem na klupici nagiba 25° (odbačena je hipoteza H2).

2. Drugi parcijalni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi dolazi li do poboljšanja kvalitete života, kao i poboljšanja funkcionalnosti noge te zgloba koljena i je li poboljšanje ovisno o nagibu podloge uz hipoteze da dolazi do poboljšanja kvalitete života, kao i poboljšanja funkcionalnosti noge te zgloba koljena (H3) i da je poboljšanje ovisno o nagibu podloge (hipoteza H4). Pokazali smo da su ekscentrične vježbe učinkovita terapija za poboljšanje kvalitete života, kao i poboljšanje funkcionalnosti noge te zgloba koljena u prvih šest tjedana i da se dodatni stupanj poboljšanja postiže se nakon dodatnih šest tjedana od početka terapije čime je potvrđena hipoteza H3. Terapija ekscentričnim vježbama na modificiranoj klupici s nagibom od 17° bila je jednako učinkovita u poboljšanje kvalitete života, kao i poboljšanje funkcionalnosti noge te zgloba koljena kao i standardna terapija koja se provodi ekscentričnim vježbanjem na klupici nagiba 25° (odbačena je hipoteza H4).

3. Treći parcijalni cilj istraživanja bio je utvrditi potencijalnu mogućnost terapijske preporuke za liječenje skakačkog koljena. S obzirom da smo otkrili da je terapija ekscentričnim vježbama na modificiranoj klupici s nagibom od 17° jednako učinkovita u terapiji kronične patelarne tendinopatije kao i standardna terapija koja se provodi ekscentričnim vježbanjem na klupici nagiba 25° praktična preporuka je da se pacijentu ostavi mogućnost promjene kuta nagiba podloge ako mu je vježbanje na manjem kutu ugodnije, ovime bi se mogla postići bolja suradljivost pacijenta.

4. U analizi dodatnog cilja pokazali smo da pacijenti koji koriste dodatnu platformu videoreha imaju jednak stupanj oporavka kao i ostali pacijenti.

5. U analizi dodatnog cilja nismo uspjeli pronaći povezanost između stupnja oporavka i ostalih potencijalnih prognostičkih čimbenika poput spola pacijenta ili BMI indeksa.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Santana JA, Mabrouk A, Sherman Al. Jumpers Knee. [Updated 2023 Apr 22]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532969/>
2. Schwartz, A., Watson, J. N., & Hutchinson, M. R. (2015). Patellar Tendinopathy. *Sports health*, 7(5), 415–420. <https://doi.org/10.1177/1941738114568775>
3. Pećina, M. (2001). Sindromi prenaprezanja sustava za kretanje općenito. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 52 (4), 383-392. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/469>
4. Ivković A. i sur. Sindromi prenaprezanja u djece sportaša. *Paediatr Croat* 2009; 53 (Supl 1): 216-222
5. Ivković, A., Franić, M., Bojanić, I. i Pećina, M. (2007). Sindromi prenaprezanja kod sportašica. *Croatian Medical Journal*, 48 (6), 0-0. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/20975>
6. Saavedra, M. Á., Navarro-Zarza, J. E., Villaseñor-Ovies, P., Canoso, J. J., Vargas, A., Chiapas-Gasca, K., Hernández-Díaz, C., & Kalish, R. A. (2012). Clinical anatomy of the knee. *Reumatologia clinica*, 8 Suppl 2, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2012.10.002>
7. Deng, M., & Mansfield, M. (2022). Association between Body Weight and Body Mass Index and Patellar Tendinopathy in Elite Basketball and Volleyball Players, a Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 10(10), 1928. <https://doi.org/10.3390/healthcare10101928>
8. Dimnjaković, D., Dokuzović, S., Mahnik, A., Smoljanović, T. i Bojanić, I. (2010). Ekscentrične vježbe u liječenju skakačkog koljena. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 25 (1), 43-51. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/57802>
9. Tiemessen, I. J., Kuijer, P. P., Hulshof, C. T., & Frings-Dresen, M. H. (2009). Risk factors for developing jumper's knee in sport and occupation: a review. *BMC research notes*, 2, 127. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-2-127>
10. Kujala, U. M., Kvist, M., & Osterman, K. (1986). Knee injuries in athletes. Review of exertion injuries and retrospective study of outpatient sports clinic material. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 3(6), 447–460. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603060-00006>
11. Cook, J. L., Khan, K. M., Harcourt, P. R., Kiss, Z. S., Fehrmann, M. W., Griffiths, L., & Wark, J. D. (1998). Patellar tendon ultrasonography in asymptomatic active athletes reveals hypoechoic regions: a study of 320 tendons. *Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 8(2), 73–77. <https://doi.org/10.1097/00042752-199804000-00001>
12. Pearson, S. J., & Hussain, S. R. (2014). Region-specific tendon properties and patellar tendinopathy: a wider understanding. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(8), 1101–1112. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0201-y>

13. Thijs, K. M., Zwerver, J., Backx, F. J., Steeneken, V., Rayer, S., Groenenboom, P., & Moen, M. H. (2017). Effectiveness of Shockwave Treatment Combined With Eccentric Training for Patellar Tendinopathy: A Double-Blinded Randomized Study. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 27(2), 89–96. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000332>
14. de Vries, A. J. (2016). Patellar tendinopathy: Causes, consequences and the use of orthoses. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen.
15. Golman, M., Wright, M. L., Wong, T. T., Lynch, T. S., Ahmad, C. S., Thomopoulos, S., & Popkin, C. A. (2020). Rethinking Patellar Tendinopathy and Partial Patellar Tendon Tears: A Novel Classification System. *The American journal of sports medicine*, 48(2), 359–369. <https://doi.org/10.1177/0363546519894333>
16. Ferry, S. T., Afshari, H. M., Lee, J. A., Dahners, L. E., & Weinhold, P. S. (2012). Effect of prostaglandin E2 injection on the structural properties of the rat patellar tendon. *Sports medicine, arthroscopy, rehabilitation, therapy & technology : SMARTT*, 4(1), 2. <https://doi.org/10.1186/1758-2555-4-2>
17. Scott, A., Lian, Ø., Bahr, R., Hart, D. A., & Duronio, V. (2008). VEGF expression in patellar tendinopathy: a preliminary study. *Clinical orthopaedics and related research*, 466(7), 1598–1604. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0272-x>
18. Lian, Ø., Scott, A., Engebretsen, L., Bahr, R., Duronio, V., & Khan, K. (2007). Excessive apoptosis in patellar tendinopathy in athletes. *The American journal of sports medicine*, 35(4), 605–611. <https://doi.org/10.1177/0363546506295702>
19. Yuan, T., Zhang, C. Q., & Wang, J. H. (2013). Augmenting tendon and ligament repair with platelet-rich plasma (PRP). *Muscles, ligaments and tendons journal*, 3(3), 139–149.
20. Rui, Y. F., Lui, P. P., Rolf, C. G., Wong, Y. M., Lee, Y. W., & Chan, K. M. (2012). Expression of chondro-osteogenic BMPs in clinical samples of patellar tendinopathy. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 20(7), 1409–1417. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1685-8>
21. Orchard, J., Massey, A., Brown, R., Cardon-Dunbar, A., & Hofmann, J. (2008). Successful management of tendinopathy with injections of the MMP-inhibitor aprotinin. *Clinical orthopaedics and related research*, 466(7), 1625–1632. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0254-z>
22. Christian, R. A., Rossy, W. H., & Sherman, O. H. (2014). Patellar tendinopathy - recent developments toward treatment. *Bulletin of the Hospital for Joint Disease* (2013), 72(3), 217–224.
23. Challoumas, D., Pedret, C., Biddle, M., Ng, N. Y. B., Kirwan, P., Cooper, B., Nicholas, P., Wilson, S., Clifford, C., & Millar, N. L. (2021). Management of patellar tendinopathy: a systematic review and network meta-analysis of randomised studies. *BMJ open sport & exercise medicine*, 7(4), e001110. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2021-001110>
24. Rodriguez-Merchan E. C. (2013). The treatment of patellar tendinopathy. *Journal of orthopaedics and traumatology : official journal of the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology*, 14(2), 77–81. <https://doi.org/10.1007/s10195-012-0220-0>

25. Romeo, A. A., & Larson, R. V. (1999). Arthroscopic treatment of infrapatellar tendonitis. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 15(3), 341–345. [https://doi.org/10.1016/s0749-8063\(99\)70048-4](https://doi.org/10.1016/s0749-8063(99)70048-4)
26. Ferretti, A., Conteduca, F., Camerucci, E., & Morelli, F. (2002). Patellar tendinosis: a follow-up study of surgical treatment. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 84(12), 2179–2185.
27. Willberg, L., Sunding, K., Forssblad, M., Fahlström, M., & Alfredson, H. (2011). Sclerosing polidocanol injections or arthroscopic shaving to treat patellar tendinopathy/jumper's knee? A randomised controlled study. *British journal of sports medicine*, 45(5), 411–415. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.082446>
28. Cucurulo, T., Louis, M. L., Thauinat, M., & Franceschi, J. P. (2009). Surgical treatment of patellar tendinopathy in athletes. A retrospective multicentric study. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*, 95(8 Suppl 1), S78–S84. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2009.09.005>
29. Bahr, R., Fossan, B., Løken, S., & Engebretsen, L. (2006). Surgical treatment compared with eccentric training for patellar tendinopathy (Jumper's Knee). A randomized, controlled trial. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 88(8), 1689–1698. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.01181>
30. Blazina, M. E., Kerlan, R. K., Jobe, F. W., Carter, V. S., & Carlson, G. J. (1973). Jumper's knee. *The Orthopedic clinics of North America*, 4(3), 665–678.
31. Kaux, J. F., Forthomme, B., Goff, C. L., Crielaard, J. M., & Croisier, J. L. (2011). Current opinions on tendinopathy. *Journal of sports science & medicine*, 10(2), 238–253.
32. Kettunen, J. A., Kvist, M., Alanen, E., & Kujala, U. M. (2002). Long-term prognosis for jumper's knee in male athletes. A prospective follow-up study. *The American journal of sports medicine*, 30(5), 689–692. <https://doi.org/10.1177/03635465020300051001>
33. Rudavsky, A., & Cook, J. (2014). Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee). *Journal of physiotherapy*, 60(3), 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.06.022>
34. Gemignani, M., Busoni, F., Tonerini, M., & Scaglione, M. (2008). The patellar tendinopathy in athletes: a sonographic grading correlated to prognosis and therapy. *Emergency radiology*, 15(6), 399–404. <https://doi.org/10.1007/s10140-008-0729-y>
35. Lang, G., Pestka, J. M., Maier, D., Izadpanah, K., Südkamp, N., & Ogon, P. (2017). Arthroscopic patellar release for treatment of chronic symptomatic patellar tendinopathy: long-term outcome and influential factors in an athletic population. *BMC musculoskeletal disorders*, 18(1), 486. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1851-3>
36. Everhart, J. S., Cole, D., Sojka, J. H., Higgins, J. D., Magnussen, R. A., Schmitt, L. C., & Flanigan, D. C. (2017). Treatment Options for Patellar Tendinopathy: A Systematic Review. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 33(4), 861–872. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2016.11.007>



37. Malliaras, P., Cook, J., Purdam, C., & Rio, E. (2015). Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 45(11), 887–898. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5987>
38. Villardi, A. M., Villardi, J. G. C. C., de Paula, R. E., Carminatti, T., & Serra Cruz, R. (2019). Surgical Technique for Chronic Proximal Patellar Tendinopathy (Jumper's Knee). *Arthroscopy techniques*, 8(11), e1389–e1394. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2019.07.013>
39. Dan, M., Phillips, A., Johnston, R. V., & Harris, I. A. (2019). Surgery for patellar tendinopathy (jumper's knee). *The Cochrane database of systematic reviews*, 9(9), CD013034. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013034.pub2>
40. Peters, J. A., Zwerver, J., Diercks, R. L., Elferink-Gemser, M. T., & van den Akker-Scheek, I. (2016). Preventive interventions for tendinopathy: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport*, 19(3), 205–211. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.03.008>
41. Fredberg, U., Bolvig, L., & Andersen, N. T. (2008). Prophylactic training in asymptomatic soccer players with ultrasonographic abnormalities in Achilles and patellar tendons: the Danish Super League Study. *The American journal of sports medicine*, 36(3), 451–460. <https://doi.org/10.1177/0363546507310073>
42. Kraemer, R., & Knobloch, K. (2009). A soccer-specific balance training program for hamstring muscle and patellar and achilles tendon injuries: an intervention study in premier league female soccer. *The American journal of sports medicine*, 37(7), 1384–1393. <https://doi.org/10.1177/0363546509333012>
43. Cahill, B. R., & Griffith, E. H. (1978). Effect of preseason conditioning on the incidence and severity of high school football knee injuries. *The American journal of sports medicine*, 6(4), 180–184. <https://doi.org/10.1177/036354657800600406>
44. Visnes, H., & Bahr, R. (2007). The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes. *British journal of sports medicine*, 41(4), 217–223. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032417>
45. Gaida, J. E., & Cook, J. (2011). Treatment options for patellar tendinopathy: critical review. *Current sports medicine reports*, 10(5), 255–270. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31822d4016>
46. Alfredson, H., Pietilä, T., Jonsson, P., & Lorentzon, R. (1998). Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *The American journal of sports medicine*, 26(3), 360–366. <https://doi.org/10.1177/03635465980260030301>
47. Cannell, L. J., Taunton, J. E., Clement, D. B., Smith, C., & Khan, K. M. (2001). A randomised clinical trial of the efficacy of drop squats or leg extension/leg curl exercises to treat clinically diagnosed jumper's knee in athletes: pilot study. *British journal of sports medicine*, 35(1), 60–64. <https://doi.org/10.1136/bjism.35.1.60>
48. Cook, J. L., Khan, K. M., Harcourt, P. R., Grant, M., Young, D. A., & Bonar, S. F. (1997). A cross sectional study of 100 athletes with jumper's knee managed conservatively

- and surgically. The Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. *British journal of sports medicine*, 31(4), 332–336. <https://doi.org/10.1136/bjism.31.4.332>
49. Frohm, A., Saartok, T., Halvorsen, K., & Renström, P. (2007). Eccentric treatment for patellar tendinopathy: a prospective randomised short-term pilot study of two rehabilitation protocols. *British journal of sports medicine*, 41(7), e7. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032599>
50. Jonsson, P., & Alfredson, H. (2005). Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomised study. *British journal of sports medicine*, 39(11), 847–850. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018630>
51. Purdam, C. R., Jonsson, P., Alfredson, H., Lorentzon, R., Cook, J. L., & Khan, K. M. (2004). A pilot study of the eccentric decline squat in the management of painful chronic patellar tendinopathy. *British journal of sports medicine*, 38(4), 395–397. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.000053>
52. Young, M. A., Cook, J. L., Purdam, C. R., Kiss, Z. S., & Alfredson, H. (2005). Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. *British journal of sports medicine*, 39(2), 102–105. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.010587>
53. Visnes, H., Hoksrud, A., Cook, J., & Bahr, R. (2005). No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season: a randomized clinical trial. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 15(4), 227–234. <https://doi.org/10.1097/01.jsm.0000168073.82121.20>
54. Lee, D., Lee, S., & Park, J. (2015). Impact of decline-board squat exercises and knee joint angles on the muscle activity of the lower limbs. *Journal of physical therapy science*, 27(8), 2617–2619. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.2617>
55. Saithna, A., Gogna, R., Baraza, N., Modi, C., & Spencer, S. (2012). Eccentric Exercise Protocols for Patella Tendinopathy: Should we Really be Withdrawing Athletes from Sport? A Systematic Review. *The open orthopaedics journal*, 6, 553–557. <https://doi.org/10.2174/1874325001206010553>
56. Silbernagel, K. G., Thomeé, R., Eriksson, B. I., & Karlsson, J. (2007). Continued sports activity, using a pain-monitoring model, during rehabilitation in patients with Achilles tendinopathy: a randomized controlled study. *The American journal of sports medicine*, 35(6), 897–906. <https://doi.org/10.1177/0363546506298279>
57. Kongsgaard, M., Aagaard, P., Roikjaer, S., Olsen, D., Jensen, M., Langberg, H., & Magnusson, S. P. (2006). Decline eccentric squats increases patellar tendon loading compared to standard eccentric squats. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 21(7), 748–754. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2006.03.004>
58. Richards, J., Thewlis, D., Selfe, J., Cunningham, A., & Hayes, C. (2008). A biomechanical investigation of a single-limb squat: implications for lower extremity rehabilitation exercise. *Journal of athletic training*, 43(5), 477–482. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.5.477>

59. Zwerver, J., Bredeweg, S. W., & Hof, A. L. (2007). Biomechanical analysis of the single-leg decline squat. *British journal of sports medicine*, 41(4), 264–268. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032482>
60. Torgerson, D. J., & Roberts, C. (1999). Understanding controlled trials. Randomisation methods: concealment. *BMJ (Clinical research ed.)*, 319(7206), 375–376. <https://doi.org/10.1136/bmj.319.7206.375>
61. Palazón-Bru, A., Tomás Rodríguez, M. I., Mares-García, E., Hernández-Sánchez, S., Carbonell-Torregrosa, M. Á., & Gil-Guillén, V. F. (2021). The Victorian Institute of Sport Assessment Scale for Patellar Tendinopathy (VISA-P): A Reliability Generalization Meta-analysis. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 31(5), 455–464. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000810>
62. Mersmann, F., Domroes, T., Tsai, M. S., Pentidis, N., Schroll, A., Bohm, S., & Arampatzis, A. (2023). Longitudinal Evidence for High-Level Patellar Tendon Strain as a Risk Factor for Tendinopathy in Adolescent Athletes. *Sports medicine - open*, 9(1), 83. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00627-y>
63. Roos, E. M., & Lohmander, L. S. (2003). The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): from joint injury to osteoarthritis. *Health and quality of life outcomes*, 1, 64. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-1-64>
64. Retzky, J. S., Palhares, G. M., Rizy, M., Hinkley, P., Gomoll, A. H., & Strickland, S. M. (2023). Multi-Surface Cartilage Defects about the Knee Treated with Cartilage Restoration Procedures Show Good Outcomes and Survivorship at Minimum 2-Year Follow-Up. *Cartilage*, 19476035231207780. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/19476035231207780>
65. Lysholm, J., & Tegner, Y. (2007). Knee injury rating scales. *Acta orthopaedica*, 78(4), 445–453. <https://doi.org/10.1080/17453670710014068>
66. Zagaria, D., Costantini, P., Percivale, I., Abruzzese, F., Ghilardi, G., Landrino, M., Porta, M., Leigh, M., & Carriero, A. (2023). Early patello-femoral condropathy assessment through quantitative analyses via T2 mapping magnetic resonance after anterior cruciate ligament reconstruction. *La Radiologia medica*, 128(11), 1415–1422. <https://doi.org/10.1007/s11547-023-01716-4>
67. Zhou, D., Xia, X., Ling, J., & Liu, C. (2023). Regulating spleen and stomach can improve bone and joint function of knee osteoarthritis patients complicated with osteoporosis. *American journal of translational research*, 15(9), 5769–5777.
68. Alfredson, H., & Cook, J. (2007). A treatment algorithm for managing Achilles tendinopathy: new treatment options. *British journal of sports medicine*, 41(4), 211–216. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.035543>
69. Rutland, M., O'Connell, D., Brismée, J. M., Sizer, P., Apte, G., & O'Connell, J. (2010). Evidence-supported rehabilitation of patellar tendinopathy. *North American journal of sports physical therapy : NAJSPT*, 5(3), 166–178.
70. Eastside Sports Rehabilitation Clinic: Interenet: [http://www.eastsideportsrehab.com/uploads/1/8/7/5/18757520/knee\\_strength.pdf](http://www.eastsideportsrehab.com/uploads/1/8/7/5/18757520/knee_strength.pdf)

71. Bridge exercise, Internet: [http://www.aucd.org/docs/Yoga\\_Exercises.pdf](http://www.aucd.org/docs/Yoga_Exercises.pdf)
72. Bolgla, L. A., Shaffer, S. W., & Malone, T. R. (2008). Vastus medialis activation during knee extension exercises: evidence for exercise prescription. *Journal of sport rehabilitation*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.1123/jsr.17.1.1>
73. Distefano, L. J., Blackburn, J. T., Marshall, S. W., & Padua, D. A. (2009). Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 39(7), 532–540. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2796>
74. Ireland, M. L., Willson, J. D., Ballantyne, B. T., & Davis, I. M. (2003). Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 33(11), 671–676. <https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.11.671>
75. Eccentric training and an Achilles wrap reduce Achilles tendon capillary blood flow and capillary venous filling pressures and increase tendon oxygen saturation in insertional and midportion tendinopathy. (2007). *The American journal of sports medicine*, 35(4), 673. <https://doi.org/10.1177/0363546506295700a>
76. Stanish, W. D., Rubinovich, R. M., & Curwin, S. (1986). Eccentric exercise in chronic tendinitis. *Clinical orthopaedics and related research*, (208), 65–68.
77. Clark, A., & Mach, N. (2016). Exercise-induced stress behavior, gut-microbiota-brain axis and diet: a systematic review for athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 43. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0155-6>
78. Leppänen, M., Pasanen, K., Kujala, U. M., & Parkkari, J. (2015). Overuse injuries in youth basketball and floorball. *Open access journal of sports medicine*, 6, 173–179. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S82305>
79. Acaröz Candan, S., Sözen, H., & Arı, E. (2023). Electromyographic activity of quadriceps muscles during eccentric squat exercises: implications for exercise selection in patellar tendinopathy. *Research in sports medicine (Print)*, 31(5), 517–527. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.2010200>
80. Dimitrios, S., Pantelis, M., & Kalliopi, S. (2012). Comparing the effects of eccentric training with eccentric training and static stretching exercises in the treatment of patellar tendinopathy. A controlled clinical trial. *Clinical rehabilitation*, 26(5), 423–430. <https://doi.org/10.1177/0269215511411114>
81. Lim, H. Y., & Wong, S. H. (2018). Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: A systematic review. *Physiotherapy research international : the journal for researchers and clinicians in physical therapy*, 23(4), e1721. <https://doi.org/10.1002/pri.1721>
82. van der Worp, H., van Ark, M., Roerink, S., Pepping, G. J., van den Akker-Scheek, I., & Zwerver, J. (2011). Risk factors for patellar tendinopathy: a systematic review of the literature. *British journal of sports medicine*, 45(5), 446–452. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2011.084079>
83. Turnbull, A., Sculley, D., Escalona-Marfil, C., Riu-Gispert, L., Ruiz-Moreno, J., Gironès, X., & Coda, A. (2020). Comparison of a Mobile Health Electronic Visual Analog Scale App

With a Traditional Paper Visual Analog Scale for Pain Evaluation: Cross-Sectional Observational Study. *Journal of medical Internet research*, 22(9), e18284.  
<https://doi.org/10.2196/18284>

84. Zhang, J., Zhao, Y., Shone, F., Li, Z., Frangi, A. F., Xie, S. Q., & Zhang, Z. Q. (2022). Physics-informed Deep Learning for Musculoskeletal Modelling: Predicting Muscle Forces and Joint Kinematics from Surface EMG. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering : a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, PP, 10.1109/TNSRE.2022.3226860. Advance online publication.  
<https://doi.org/10.1109/TNSRE.2022.3226860>

## 8. ŽIVOTOPIS AUTORA

Vladimir Knež rođena je 10. travnja 1981. godine u Gospiću, Ličko-senjska županija, Republika Hrvatska. Nakon završetka osnovnoškolskog obrazovanja OŠ dr. Jure Turić u Gospiću upisuje i završava Opću gimnaziju u Gospiću s odličnim uspjehom, te potom upisuje Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu na kojem diplomira 2006. godine. Po položenom pripravničkom stažu, dr. Vladimir Knež radi 5 godina u multinacionalnim farmaceutskim tvrtkama Pfizer i Astrazeneca. Od 2006 surađuje i radi kao sportski doktor u medicinskom timu Nogometni klub Hrvatski dragovoljac Zagreb, Hrvatska nogometna liga (HNL), a od 2010.g surađuje i radi kao sportski doktor u medicinskom timu Nogometni klub HAŠK Zagreb, Hrvatska nogometna liga (HNL).

Od 2011.godine se zapošljava i radi u Specijalnoj bolnici za medicinsku rehabilitaciju "Varaždinske Toplice" kao doktor medicine, liječnik. Specijalizaciju iz fizikalne medicine i rehabilitacije odrađuje za Specijalnu bolnicu za medicinsku rehabilitaciju "Varaždinske Toplice".

2015.godine upisuje Poslijediplomski studij kineziologije pri Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Specijalistički poslijediplomski studij iz Fizikalne medicine i rehabilitacije, Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu završava 2016. godine. Specijalističko usavršavanje doktora medicine iz fizikalne medicine i rehabilitacije, glavni mentor prof. dr. sc. Simeon Grazio, dr. med., spec. fizikalne medicine i rehabilitacije, KBC Sestre Milosrdnice, Zagreb završava 2016.godine.

Nakon specijalizacije kreće s edukacijom iz ultrazvuka muskulo skeletnog sustava i denzitometrije kosti. Kao područje interesa izdvaja traumatološku, ortopedsku, neurokiruršku i neurološku rehabilitaciju te rehabilitaciju sportskih ozljeda.

2017. godine završava FIFA edukaciju i stječe FIFA diplomu nogometna medicina.

Dr.Knež voditelja je odjela za rehabilitaciju traumatoloških i ortopedskih bolesnika, Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju "Varaždinske Toplice".

Dr.Knež je član Hrvatske liječničke komore, Hrvatskog liječničkog zbora, Hrvatskog društva za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu (HDFRM) i Hrvatskog vertebralnog društva.

Autor je više znanstvenih i stručnih radova te aktivni sudionik domaćih i međunarodnih kongresa.

2019., 2020., 2021. i 2022. godine proglašen je najdoktorom specijalistom fizijatarom po izboru pacijenata s web portala Najdoktor.com.

Popis radova:

1. Knež, V., & Hudetz, D. (2023). Eccentric Exercises on the Board with 17-Degree Decline Are Equally Effective as Eccentric Exercises on the Standard 25-Degree Decline Board in the Treatment of Patellar Tendinopathy. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 59(11), 1916.  
<https://doi.org/10.3390/medicina59111916>
2. Grazio, Simeon; Doko, Ines; Grubišić, Frane; Knež, Vladimir; Cvjetić, Selma: Comparison of the count of tender and swollen joints by self-assessment and assessment by a physician in patients with rheumatoid arthritis – results from a single tertiary care center in Croatia // *Clin Exp Rheumatol*.2014. 19-20 (poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni).
3. Simeon Grazio, Frane Grubišić, Tomislav Nemčić, Vladimir Knež: Oksikodon u liječenju jake kronične mišićno- koštano- zglobove boli – naša iskustva, šesnaesti godišnji kongres Hrvatskoga reumatološkog društva HLZ-a, Šibenik – Solaris 23. – 26. listopada 2014, *Reumatizam*, Vol.61 No.2 Listopad 2014. str 146-146.
4. Simeon Grazio, Frane Grubišić, Hana Skala Kavanagh, Tomislav Nemčić, Vladimir Knež: Oxycodone in the treatment of chronic musculoskeletal pain- preliminary single-centre experience The 9th Congress of the European Pain Federation, EFIC® 2015.
5. Vladimir Knež, Tomislav Kelava, Filip Čulo: A comparison of effects of dimethyl formamide and N-acetyl-Cysteine on acetaminophen toxicity, Zagreb International Medical Summit, *Liječnički Vjesnik* 133, Supplement 6, Zagreb, November 2011, str 40., indexed in EMBASE / Index Medicus.
6. Vladimir Knež, Ivana Božić Knež: Uloga liječnika obiteljske medicine u dijagnosticiranju i liječenju bolesnika s rupturom prednjeg križnog ligamenta (ACL-a) – prikaz bolesnika, *Zbornik – Dvanaesti kongres Hrvatskog društva obiteljskih doktora, Hrvatskog liječničkog zbora, Rovinj*, 4.-6.listopada 2012., str 231-240.