

# PERVENCijske STRATEGIJE PATELARNOG TENDINITISA

---

Gašparić, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

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:117:178848>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-26**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
KINEZILOŠKI FAKULTET**

**Tomislav Gašparić**

**PATELARNI TENDINITIS**

diplomski rad

**Mentor:  
dr. sc. Marin Dadić, pred.**

Zagreb, Siječanj, 2024.

## PATELARNI TENDINITIS

### Sažetak

Patelarni tendinitis je jedno od najučestalijih oštećenja lokomotornog sustava u sportovima skakačke i trkačke prirode u kojima su ekstenzitet i frekvencija treninga visoki. Velik je broj faktora rizika za nastanka patelarnog tendinitisa koji se dijele na ekstrinzične (vanjske) i intrinzične (unutarnje). Na njegovu pojavu ipak najviše utječe količina i dužina treninga u odnosu na vrstu sporta kojim se bavimo. Najvažniji čimbenici u liječenju sportaša s tendinopatijom patele jesu naučiti ih kako promijeniti opterećenje u skladu sa simptomima te procijeniti i modificirati unutarnje i vanjske čimbenike koji mogu doprinijeti preopterećenju. Ovisno o stupnju ozljede se primjenjuju različite fizikalne metode i kineziterapija. U kineziterapiji najčešće se upotrebljavaju vježbe istežanja, jakosti i propriocepcije. Posebna pozornost tijekom kineziterapijskih programa je usmjerena na ekscentričnu fazu čučnja. Koncentrične i pliometrijske vježbe se na početku izbjegavaju, a kasnije se postupno uključuje kako bi se sportaš pripremio za povratak svakodnevnim trenažnim aktivnostima. Rehabilitaciju je moguće provoditi kroz tri faze gdje prva faza obuhvaća modulaciju boli i upravljanje opterećenjem s fokusom na izometrijske vježbe i fleksibilnost, druga faza obuhvaća vježbe jačanja i progresiju opterećenja u kojoj se najviše koriste ekscentrične kontrakcije, a treća i zadnja faza obuhvaća funkcionalno jačanje mišićnih struktura i povratak u sport.

Ključne riječi: patelarni tendinitis, rehabilitacija, skakačko koljeno, tendinopatija

## **PATELLAR TENDINOPATHY**

### **Summary**

Patellar tendinopathy is one of the most frequent damages of the locomotor system in sports of a jumping and running nature in which the extent and frequency of training are high. There are a large number of risk factors for the occurrence of patellar tendinopathy, which are divided into extrinsic (external) and intrinsic (internal). However, its appearance is mostly influenced by the amount and length of training in relation to the type of sport we play. The most important factors in the treatment of athletes with patellar tendinopathy are teaching them how to modify loading according to symptoms and to assess and modify internal and external factors that may contribute to overloading. Depending on the degree of injury, different physical methods and kinesitherapy are applied. Stretching, strength and proprioception exercises are most often used in kinesitherapy. Special attention during kinesitherapy programs is focused on the eccentric phase of the squat. Concentric and plyometric exercises are initially avoided and later gradually incorporated to prepare the athlete to return to daily training activities. Rehabilitation can be carried out through three phases, where the first phase includes pain modulation and load management with a focus on isometric exercises and flexibility, the second phase includes strengthening exercises and load progression in which eccentric contractions are mostly used, and the third and last phase includes functional strengthening of muscle structures and return to sports.

Key words: patellar tendinopathy, rehabilitation, jumper's knee, tendinopathy

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ANATOMIJA KOLJENA</b> .....	<b>3</b>
2.1 TIBIOFEMORALNI ZGLOB .....	3
2.2 PATELOFEMORALNI ZGLOB.....	4
2.3 ZGLOBNA ČAHURA .....	4
2.4 LIGAMENTI I MENISK .....	5
2.5 MENISCI.....	9
2.6 INERVACIJA .....	11
2.7 ZALIHA KRVI.....	11
2.8 POKRETI U ZGLOBU KOLJENA.....	11
2.9 MIŠIĆI KOJI DJELUJU NA ZGLOB KOLJENA .....	12
<b>3. BIOMEHANIKA</b> .....	<b>13</b>
<b>4. PATELARNI TENDINITIS</b> .....	<b>14</b>
<b>5. MEHANIZMI NASTANKA PATELARNOG TENDINITISA</b> .....	<b>17</b>
<b>6. REHABILITACIJA PATELARNOG TENDINITISA</b> .....	<b>18</b>
6.1 FAZA 1: MODULACIJA BOLI I UPRAVLJANJE OPTEREĆENJEM .....	18
6.2 FAZA 2: VJEŽBE JAČANJA I PROGRESIJA OPTEREĆENJA .....	25
6.3 FAZA 3: FUNKCIONALNO JAČANJE I POVRATAK SPORTU.....	28
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>34</b>
<b>8. LITERATURA</b> .....	<b>35</b>

## 1. UVOD

Patelarni tendinitis je jedna od najčešćih ozljeda u sportu. Uzrokuje brojne probleme tijekom sportaševе karijere (Crnjak, Kršak, 2011). Tendinopatija je izraz koji se koristi za kliničku prezentaciju boli u tetivi s posljedičnom disfunkcijom (Cardoso i sur., 2019). Patelarni tendinitis podrazumijeva upalno stanje tetive m. quadriceps femoris i patelarne sveze. Uzrokuje oštru bol u prednjem dijelu koljena.

Najčešće pogađa sportaše koji se bave skakačkim sportovima, gdje ekstenzorski mehanizam doživljava velika, ponavljajuća opterećenja i zato postoji i kolokvijalan naziv za ovaj sindrom, a to je „skakačko koljeno“ (Sprague i sur., 2018). Patelarni tendinitis ili skakačko koljeno se koristi za karakterizaciju simptoma prednjeg koljena koji se javljaju u tetivi kvadricepsa, tetivi patele ili objema, što sugerira da ovo stanje pogađa samo one koji sudjeluju u skakačkim sportovima. Međutim, svi pojedinci koji sudjeluju u aktivnostima koje uzrokuju opterećenje patelarne tetive naglim ubrzavanjem ili usporavanjem, čestim promjenama smjera, ponavljajućim pokretima ili bilo kojom kombinacijom toga izloženi su riziku od simptoma koji potječu od patelarne tetive (Cook i sur., 1997). Potrebna je temeljita anamneza i fizikalni pregled, ali slikovna pretraga također može pomoći u dijagnozi. Većina slučajeva riješi se neoperativnim liječenjem. Jednom kada pacijenti prođu početnu fazu upale i ostanu simptomatični, liječenje postaje teže (Schwartz i sur., 2015) Simptomi se s vremenom pogoršavaju te utječu na svakodnevne aktivnosti, uključujući stepenice, čučnjeve, stajanje do sjedenja i dugotrajno sjedenje (Rudarske i Cook, 2014).

U ekstenzornom sustavu koljena najznačajniju ulogu ima patelarna sveza i u slučaju da dođe do oštećenja patelarne sveze, patela gubi svoju potporu i to uzrokuje slabost i bol u koljenu te poteškoće kod ekstenzije koljena. Pravovremenim liječenjem se može izbjeći slabljenje i pucanje tetive m. quadriceps femoris ili patelarne sveze. Patelarni tendinitis s anatomskog stajališta podrazumijeva upalu tetive m. quadriceps femoris, koju sačinjavaju m. rectus femoris, m. vastus medialis, m. vastus lateralis i m. vastus intermedius, a koja veže m. quadriceps femoris s gornjim rubom patele ili patelarne sveze koja veže vrh patele s tuberositas tibiae. Ovi sportovi često dovode do velikih ekscentričnih opterećenja kvadricepsa, a to su odbojka, atletika (skok u dalj i vis), košarka, trčanje na duge staze i skijanje (Santana i sur., 2023). Izgledi za obolijevanje od patelarnog tendinitisa kod odraslih muškaraca koji igraju odbojku i košarku su 2 puta veći u odnosu na žene, a ova povećana tendencija kod muškaraca također se može primijetiti u srednjoškolskoj dobi jer ponavljajuće traumatske ozljede predstavljaju približno 50% svih pedijatrijskih ozljeda povezanih sa sportom.

Postoje brojni faktori koji utječu na pojavljivanje patelarnog tendinitisa, a mogu se podijeliti na ekstrinzične (vanjske) i intrinzične (unutarnje). Ekstrinzični faktori su vrsta sporta i sportska disciplina

kojom se bavimo, vrsta trenažnih metoda koje koristimo, količina i dužina treninga, neodgovarajuća sportska obuća i vrsta podloge. Betonska podloga se ispostavila kao veliki faktor pojave skakačkog koljena jer 37.5% sportaša koji redovito treniraju i igraju na betonskoj podlozi imaju sindrom skakačkog koljeno dok je za drvenu podlogu (parket) postotak značajno manji i iznosi 4.7%. Vrsta podloge se zato smatra jednim od najvažnijih faktora koji uzrokuju skakačko koljeno. Iako tvrde podloge mogu pojačati simptome patelarne tendinopatije, manje je vjerojatno da će one biti problem u današnje vrijeme jer se većina dvoranskih sportova sada igra na standardnim opružnim drvenim podovima (Rudarske i Cook, 2014). Na pojavu skakačkog koljena ipak više utječe količina i dužina treninga u odnosu na vrstu sporta kojim se bavimo (Ferretti, 1986). Somatske i morfološke karakteristike sportaša spadaju u intrinzične faktore, a najznačajniji su dob, spol, visina, težina, položaj patele, karakteristike koljena i stopala te somatotip sportaša. Patelarni tendinitis je povezan i s niskom fleksibilnošću mišića prednje i stražnje strane natkoljenice (Witvrouw i sur., 2001). Veliki rizik od patelarnog tendinitisa javlja se i ako je odnos jakosti mišića prednjeg i stražnjeg dijela natkoljenice ispod normalnog raspona. Jakost mišića prednje strane natkoljenice bi trebao biti 60% naspram 40% jakosti mišića stražnje strane natkoljenice (Devan i sur., 2004). Zwerver i suradnici su dokazali da je velika tjelesna visina isto kao i velika tjelesna masa veliki rizik od pojave patelarnog tendinitisa (2011). Niža visina svoda stopala, smanjena dorzalna fleksija gležnja, veća razlika u duljini nogu i patela kod muškaraca povezani su s tendinopatijom patele. Povećani opseg struka kod muškaraca povezan je s većom prevalencijom patelarnog tendinitisa. Muškarci s opsegom struka koji je veći od 83 cm imaju veću vjerojatnost da će imati probleme s tendinopatijom patele (Rudarske i Cook, 2014).

Patološke promjene i simptomi patelarnog tendinitisa u 21.3% slučajeva nalaze se na hvatištu tetive m.quadriceps femoris za patelu, u 72.1% slučajeva na vršku patele i u 6,6% slučajeva na tuberositas tibiae, tj. na hvatištu patelarnog ligamenta na goljeničnoj kosti (Pećina, Bojanić i Hašpl, 2001). Na tim se mjestima pri kliničkom pregledu pojavljuje bol spontano i provocirano na pritisak. Osjetljivost donjeg patelarnog ruba, gornjeg patelarnog ruba ili tuberositas tibie na bol se također utvrđuje prilikom kliničkog pregleda kao i jakost mišića prednjeg i stražnjeg dijela natkoljenice, stabilnost ligamenata koljena i pokretljivost koljena, a provodi se i pregled susjednih zglobova (kuka i skočnog zgloba) te neurovaskularni pregled. Ravnotežni problemi, oticanje i osjećaj topline u koljenu su također jedni od simptoma koji se mogu javiti, ali oni su znatno rjeđi. Jedan od najsigurnijih znakova postojanja skakačkog koljena je Bassetov znak prilikom kojeg bolesnik, ležeći na leđima, osjeća bol prilikom palpacije vrška patele kad je noga ispružena, a kad je noga savijena pod kutom od 90 stupnjeva bol je znatno manja ili je uopće nema (Crnjak i Kršak, 2011). Patelarni tendinitis se može dijagnosticirati i preko VISA (Victorian Institute of Sport Assessment) indeksa. To je indeks boli i funkcionalnog statusa s rezultatima 0-100, a razvijen je posebno za dijagnosticiranje sindroma

prenaprezanja te se pokazao vrlo uspješnom mjerom za utvrđivanje simptoma skakačkog koljena. Ako nema simptoma onda je rezultat 100, a ako su simptomi maksimalni onda je rezultat 0. Postoje i druge metode za dijagnosticiranje skakačkog koljena kao što su magnetska rezonanca, scintigrafija, CT, ultrazvuk, rentgen (Koen, Roeland, 2005).

## **2. ANATOMIJA KOLJENA**

Zglob koljena je sinovijalni zglob. Povezuje tri kosti; bedrenu kost, tibiju i patelu. Složeni je zglob sastavljen od dva zgloba; tibiofemoralni zglob i patelofemoralni zglob. Tibiofemoralni zglob je zglob između tibije i bedrene kosti, dok je patelofemoralni zglob zglob između patele i femura. Zglob koljena je najveći zglob u tijelu i vjerojatno najopterećeniji. Raspored ekstrakapsularnih i intrakapsularnih ligamenata, kao i produžetaka mišića koji prelaze zglob, osiguravaju potrebnu stabilnost koja se suprotstavlja značajnom biomehaničkom stresu na zglobu. Koljeni zglob omogućuje fleksiju i ekstenziju koljena u sagitalnoj ravnini. Također omogućuje blagu medijalnu rotaciju tijekom fleksije i zadnje faze ekstenzije koljena, kao i lateralnu rotaciju prilikom "otključavanja" koljena.

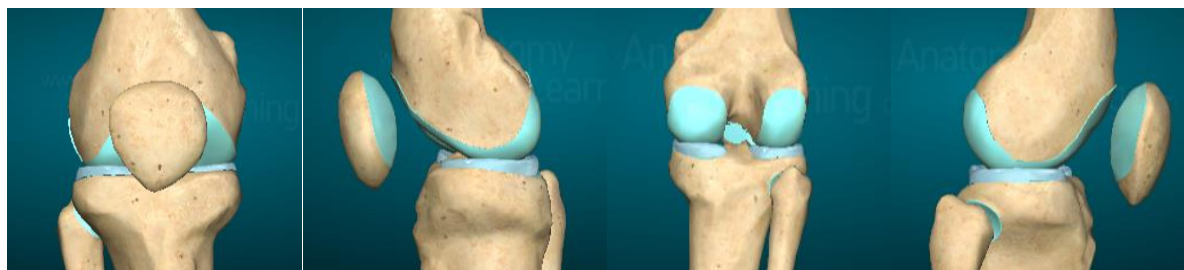
### **2.1 TIBIOFEMORALNI ZGLOB**

Tibiofemoralni zglob je artikulacija između medijalnih i lateralnih kondila distalnog kraja bedrene kosti i tibijskog platoa, od kojih su oba prekrivena debelim slojem hijaline hrskavice. Medijalni i lateralni kondil su dvije koštane izbočine smještene na distalnom kraju femura i imaju glatku konveksnu površinu te su odvojene posteriorno dubokim utorom poznatim kao interkondilarna jama. Medijalni kondil je uži, veći i dalje izbočen od svog bočnog dijela, što čini kut između bedrene kosti i tibije. Grube vanjske površine lateralnog i medijalnog kondila definirane su kao lateralni odnosno medijalni epikondil. Duž stražnje strane distalnog dijela bedrene kosti nalaze se parna gruba uzdignuća iznad lateralnih i medijalnih epikondila poznatih kao lateralni i medijalni suprakondilarni grebeni. Tibijski platoi su dvije blago konkavne gornje površine kondila smještene na proksimalnom kraju tibije, a odvojene su koštanom izbočinom poznatom kao interkondilarna eminencija. Medijalna tibijalna zglobna površina je ovalnog oblika duž svoje anteroposteriorne duljine, dok je lateralna zglobna površina kružnog oblika. Zglobne površine tibiofemoralnog zgloba su inkongruentne, pa kompatibilnost osiguravaju lateralni i medijalni meniskus. To su fibrokartilaginozne strukture u obliku polumjeseca koje omogućuju ravnomjerniju raspodjelu femoralnog pritiska na tibiju.



## 2.2 PATELOFEMORALNI ZGLOB

Patelofemoralni zglob je ravni zglob formiran artikulacijom patelarne površine bedrene kosti (također poznatog kao trohlearni žlijeb bedrene kosti) i stražnje površine patele. Patelarna površina bedrene kosti je žlijeb na prednjoj strani distalnog dijela bedrene kosti, koji se proteže posteriorno u interkondilarnu jamu. Patela je kost trokutastog oblika. Ima zakrivljenu proksimalnu bazu i šiljati distalni vrh. Njegovu zglobnu površinu definiraju lateralne i medijalne fasete koje su konkavne zglobne površine prekrivene s debelim slojem hijaline hrskavice i odvojene okomitim grebenom. Medijalno od medijalne fasete se nalazi treća sporedna faseta, poznata kao 'čudna' faseta jer joj nedostaje hijalina hrskavica. Budući da je patela sezamoidna kost, čvrsto je pričvršćena i na mjestu je drži tetiva mišića kvadriceps femorisa. Na distalnom dijelu patele produžetak tetive kvadriceps femorisa formira središnji pojas koji se naziva patelarni ligament. To je snažan i debeli ligament koji se proteže skroz od vrha patele do gornjeg područja tibijalnog tuberoziteta.



*Slika 1. Zglob koljena (prednja, medijalna, stražnja, lateralna strana)*

*(Izvor: <https://anatomylearning.com/webgl2023v3/browser.php>)*

## 2.3 ZGLOBNA ČAHURA

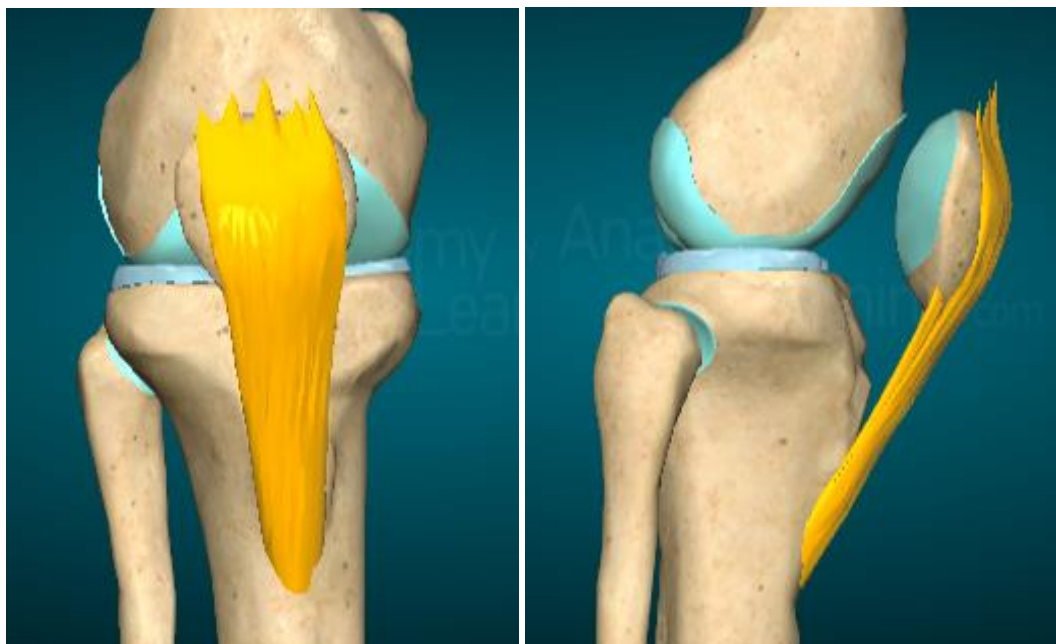
Zglobna čahura koljenskog zgloba kompozitne je prirode. Formirana od mišićnih tetiva i njihovih proširenja, tvoreći debelu ligamentnu ovojniju oko zgloba. Zglobna čahura je relativno slaba i pričvršćena na rubove zglobnih površina bedrene kosti i tibije. Prednji dio čahure ima otvor čiji se rubovi pričvršćuju na rubove patele. Drugi otvor također je prisutan u lateroposteriornom dijelu kapsule kako bi omogućio prolaz tetivi mišića popliteusa. Kapsula je formirana od vanjskog vlaknastog sloja i unutarnje sinovijalne membrane koja podmazuje zglobne površine, smanjujući trenje i osiguravajući hranu hrskavici. Zglobna čahura tvori vrećice ispunjene tekućinom koje se nazivaju burze, koje smanjuju trenje unutar zgloba koljena. Značajne burze koljenskog zgloba uključuju: suprapatelarnu burzu, prepatelarnu burzu i infrapatelarnu burzu. Suprapatelarna burza se nalazi iznad patele između femura i tetive mišića kvadricepsa. Prepatelarna burza leži ispred patele između patele i same kože. Infrapatelarna burza nalazi se ispod patele između tibije i patelarnog ligamenta.

## 2.4 LIGAMENTI I MENISK

Ligamenti zgloba koljena mogu se podijeliti u dvije skupine; ekstrakapsularni ligamenti i intrakapsularni ligamenti. Ovi ligamenti povezuju bedrenu kost i tibiju, drže ih na mjestu, daju stabilnost i sprječavaju dislokaciju. Ekstrakapsularni ligamenti se nalaze izvan zglobne čahure i uključuju patelarni ligament, tibijalne (medijalne) i fibularne (lateralne) kolateralne ligamente te kose i lučne poplitealne ligamente. Intrakapsularni ligamenti nalaze se unutar zglobne čahure, a križni ligamenti su najpoznatiji iz ove podskupine.

### Patelarni ligament

Patelarni ligament je debela i jaka fibrozna traka koja je distalni nastavak tetive kvadriceps femorisa. Nalazi se površinski/anteriorno od infrapatelarne burze i proteže se od vrha patele do tuberoziteta tibije. Patelarni ligament stapa se s medijalnom i lateralnom patelarnom retinakulom, koje su produžeci mišića vastus medialis i lateralis, kao i gornje fascije. Ligament patele igra glavnu ulogu u stabilizaciji patele i sprječavanju njezina pomaka.



*Slika 2. Patelarni ligament (prednja i lateralna strana)*

*(Izvor: <https://anatomylearning.com/webgl2023v3/browser.php>)*

### Lateralni (fibularni) kolateralni ligament

Fibularni kolateralni ligament je jak ligament koji potječe od lateralnog epikondila bedrene kosti, odmah posteriorno od proksimalnog pripoja mišića popliteusa, i proteže se distalno kako bi se pričvrstio na lateralnu površinu glave fibule. Dok se veže za glavu fibule, razdvaja tetivu mišića bicepsa femorisa na dva dijela. Fibularni kolateralni ligament nalazi se duboko u lateralnom patelarnom retinakulumu, a površinski u odnosu na tetivu mišića popliteusa, koji odvaja ligament od lateralnog meniskusa.

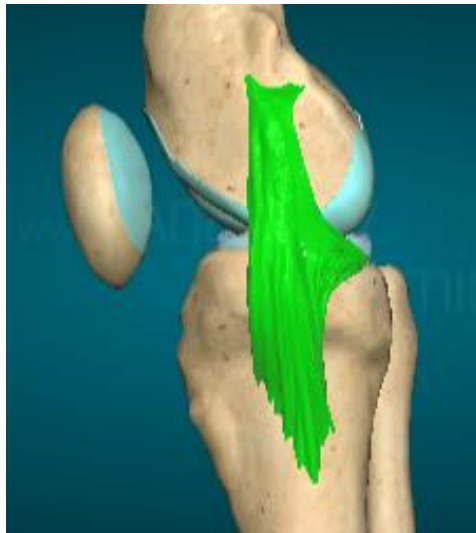


*Slika 3. Lateralni (fibularni) kolateralni ligament*

(Izvor: <https://anatomylearning.com/webgl2023v3/browser.php>)

### Medijalni (tibijalni) kolateralni ligament

Tibijski kolateralni ligament je plosnasti i snažan ligament medijalnog dijela zgloba koljena. Tibijski kolateralni ligament, uz svoj fibularni parnjak, djeluje na osiguravanje zgloba koljena sprječavajući pretjerano bočno kretanje ograničavanjem vanjske i unutarnje rotacije ispruženog koljena. Tibijski kolateralni ligament ponekad se u literaturi dijeli na površinski i duboki dio. Površinski dio polazi neposredno proksimalno od medijalnog epikondila bedrene kosti. Ovaj ligament ima dvije točke pričvršćivanja. To su proksimalni pripoj na medijalnom kondilu tibije i distalni pripoj na medijalnom trupu tibije. Sprijeda se površinski dio stapa s medijalnim patelarnim retinakulumom i medijalnim patelofemoralnim ligamentom, koji ide od medijalnog femoralnog kondila da bi se pričvrstio na medijalnu granicu patele. Duboki dio je s druge strane okomito zadebljanje zglobne čahure koljena koje se nalazi ispod površinskog dijela tibijalnog kolateralnog ligamenta. Polazi iz područja distalnog dijela bedrene kosti, zatim se pripaja na medijalni menisk, a završava na proksimalnoj tibiji. Ova dva dijela ligamenta definirana su kao meniskofemoralni i meniskotibijalni ligament.



*Slika 4. Medijalni (tibijalni) kolateralni ligament*

*(Izvor: <https://anatomylearning.com/webgl2023v3/browser.php>)*

#### Poplitealni ligament

Kosi poplitealni ligament je ekspanzija tetive semimembranosusa koja polazi posteriorno od medijalnog tibijalnog kondila i reflektira se gore i lateralno kako bi se pričvrstila na lateralni kondil bedrene kosti. Dok obuhvaća interkondilarnu jamu, kosi poplitealni ligament pojačava zglobnu čahuru na stražnjem dijelu i stapa se s njezinim središnjim dijelom.

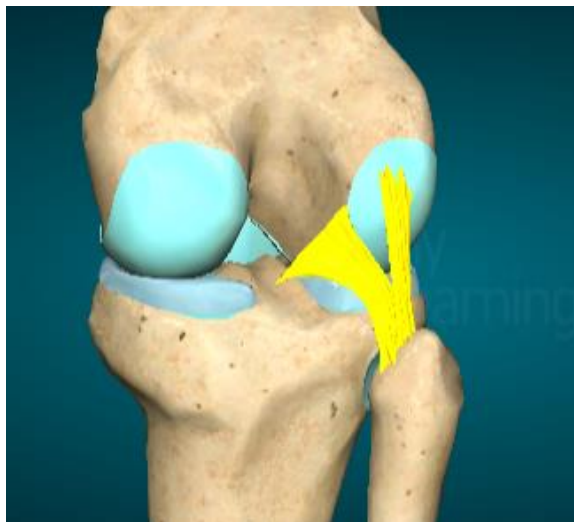


*Slika 5. Kosi poplitealni ligament*

*(Izvor: <https://anatomylearning.com/webgl2023v3/browser.php>)*

## Lučni poplitealni ligament

Lučni poplitealni ligament je vlaknasta i debela traka koja nastaje na stražnjoj strani glave fibule i savija se gornje i medijalno kako bi se pričvrstila na stražnjoj strani zglobne čahure koljena. Arkuatni poplitealni ligament učvršćuje posterolateralni dio zglobne čahure, te zajedno s kosim poplitealnim ligamentom sprječava preekstenziju koljenskog zgloba.

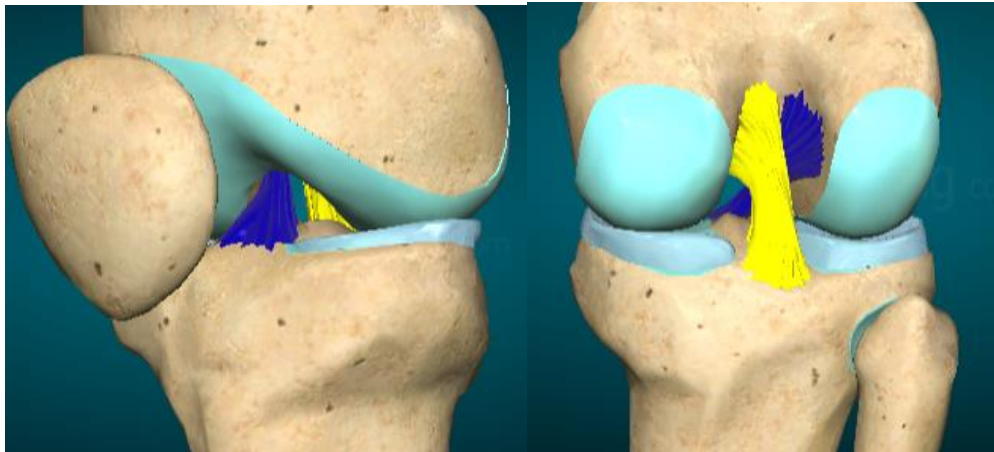


*Slika 6. Lučni poplitealni ligament*

*(Izvor: <https://anatomylearning.com/webgl2023v3/browser.php>)*

## Križni ligamenti

Parni križni ligamenti dobili su naziv po tome što se koso križaju unutar zgloba na način da podsjećaju na križ, odnosno slovo X. Ostaju izvan zgloba, ali se križaju unutar zglobne čahure. Dijele se na prednji i stražnji križni ligament. Prednji križni ligament proizlazi iz prednjeg interkondilarnog područja tibije odmah iza pripoja medijalnog meniskusa i proteže se posterolateralno i proksimalno kako bi se pričvrstio na stražnji dio medijalne površine lateralnog kondila bedrene kosti. Dok prelazi na drugu stranu zgloba koljena, ligament prolazi ispod poprečnog ligamenta i stapa se s prednjim rogom lateralnog meniska. Prednji križni ligament važan je za sprječavanje posteriornog kotrljanja i pomicanja femoralnog kondila tijekom fleksije, kao i za sprječavanje hiperekstenzije koljenskog zgloba. Stražnji križni ligament proizlazi iz stražnjeg interkondilarnog područja tibije i proteže se anteromedijalno i proksimalno kako bi se pričvrstio na prednji dio lateralne površine medijalnog kondila bedrene kosti. Gotovo je dvostruko jači i ima bolju prokrvljenost od prednjeg križnog ligamenta. Stražnji križni ligament ima suprotnu funkciju od prednjeg križnog ligamenta, a služi za sprječavanje anteriornog kotrljanja i pomaka femoralnog kondila tijekom ekstenzije, kao i za sprječavanje hiperfleksije koljenskog zgloba.



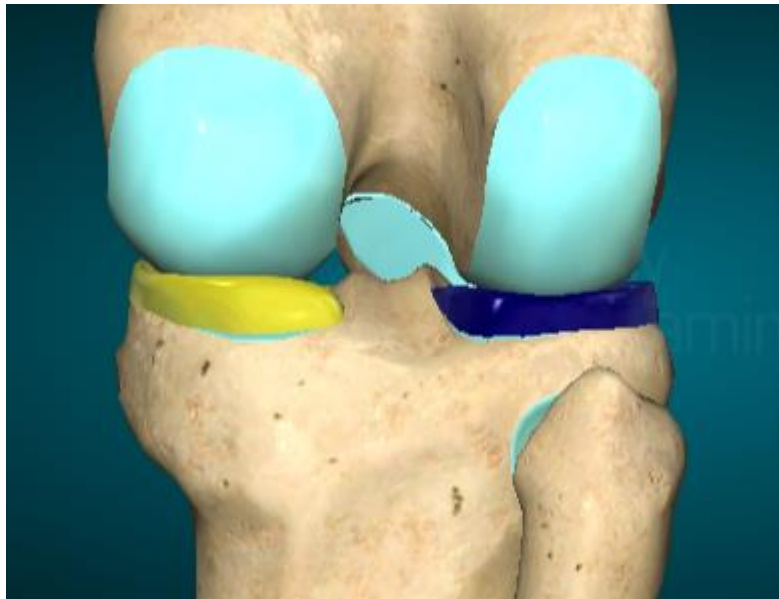
*Slika 7. Prednji (plava) i stražnji (žuta) križni ligament*

(Izvor: <https://anatomylearning.com/webgl2023v3/browser.php>)

## 2.5 MENISCI

Menisci su fibrokartilaginozne ploče u obliku polumjeseca koje se nalaze između zglobnih površina bedrene kosti i tibije i služe za njihovu podudarnost i apsorpciju udara. Meniskusi su vaskularizirani i debeli u svojoj vanjskoj trećini, dok su njihove unutarnje dvije trećine tanje i avaskularne. Unutarnje dvije trećine sadrže radijalno organizirane snopove kolagena, dok vanjska trećina sadrži veće obodno raspoređene snopove. Vjeruje se da je unutarnji dio prilagođeniji za nošenje težine i otpor tlačnim silama, dok su vanjski dijelovi prilagođeni otporu silama napetosti. Meniskusi se dijele na medijalni i lateralni menisk.

Medijalni meniskus je fibrokartilaginozna ploča u obliku slova C, gotovo polukružna, koja prekriva površinu medijalnog tibijalnog platoa. Njegov prednji rog pričvršćuje se na prednjem interkondilarnom području tibije i stapa se s prednjim križnim ligamentom. Stražnji rog pričvršćen je na stražnje interkondilarno područje tibije, između pripoja lateralnog meniskusa i stražnjeg križnog ligamenta. Lateralni meniskus je kružna fibrokartilaginozna ploča koja prekriva površinu bočnog tibijalnog platoa. Njegov prednji rog također se pričvršćuje na prednji interkondilarni dio tibije i djelomično se stapa s prednjim križnim ligamentom. Stražnji rog se veže za stražnja interkondilarna područja ispred stražnjeg roga medijalnog meniskusa.



*Slika 8. Medijalni (žuta) i lateralni (plava) menisk*

*(Izvor: <https://anatomylearning.com/webgl2023v3/browser.php>)*

Meniskuse na mjestu drži nekoliko ligamenata, uključujući transverzalni ligament, meniskofemoralne ligamente i meniskotibijalne (koronarne) ligamente. Stabilizirajući meniskuse, ovi ligamenti također neizravno sudjeluju u sprječavanju pomaka koljenskog zgloba. Transverzalni ligament povezuje sprijeda meniske koji se protežu od prednjeg ruba lateralnog meniskusa do prednjeg roga medijalnog meniskusa. Smatra se da ovaj ligament stabilizira meniskuse tijekom pokreta koljena i smanjuje napetost koja se stvara u uzdužnim obodnim vlaknima. Meniskofemoralni ligamenti su gornji dijelovi distalnog tibijalnog kolateralnog ligamenta koji se protežu od stražnjeg roga lateralnog meniska do lateralne strane medijalnog kondila bedrene kosti. Dijele se na prednji meniskofemoralni ligament koji ide anteriorno od stražnjeg križnog ligamenta i stražnji meniskofemoralni ligament, koji ide posteriorno od stražnjeg križnog ligamenta. Meniskotibijalni (koronarni) ligamenti su donji dijelovi distalnog tibijalnog kolateralnog ligamenta, protežu se između ruba lateralnog meniska i perifernog područja tibijalnih kondila. Sastoji se od lateralnog i medijalnog meniskotibijalnog (koronarnog) ligamenta. Patelomeniskalni ligament se sastoji od lateralnog i medijalnog patelomeniskalnog ligamenta, koji se često opisuje kao jednostavno lateralni i medijalni ligament. Ovi ligamenti polaze od donje trećine patele da bi se umetnuli na prednji dio lateralnog i medijalnog meniskusa.

#### Ostali ligamenti

Neki drugi značajni ligamenti zgloba koljena uključuju ligamentum mucosum, popliteofibularni i fabellofibularni ligament. Ligamentum mucosum se sastoji od dva nabora koji se pričvršćuju na infrapatelarni masni jastučić, držeći ga u položaju. Ova je struktura embrionalni ostatak koji odvaja

lateralni i medijalni odjeljak koljena. Popliteofibularni ligament se nalazi na posterolateralnom dijelu zgloba koljena, proteže se od mišića popliteusa do medijalnog dijela fibule. Fabellofibularni ligament proizlazi iz male sezamoidne kosti na stražnjoj strani bočnog suprakondilarnog grebena bedrene kosti i umeće se distalno na posterolateralni rub stiloidnog nastavka fibule.

## 2.6 INERVACIJA

Zglob koljena dobiva inervaciju od femoralnog živca, preko saphenous živca i mišićnih grana. Zglob također prima doprinose tibijalnog i zajedničkog fibularnog (peronealnog) živca i stražnjeg dijela opturatornog živca.

## 2.7 ZALIHA KRVI

Zglob koljena ima bogatu vaskularizaciju koja proizlazi iz genikularne anastomoze koju tvori nekoliko arterijskih krvnih žila, a glavni doprinos daju femoralna i poplitealna arterija. Postoji desetak arterija uključenih u formiranje genikularne anastomoze.

## 2.8 POKRETI U ZGLOBU KOLJENA

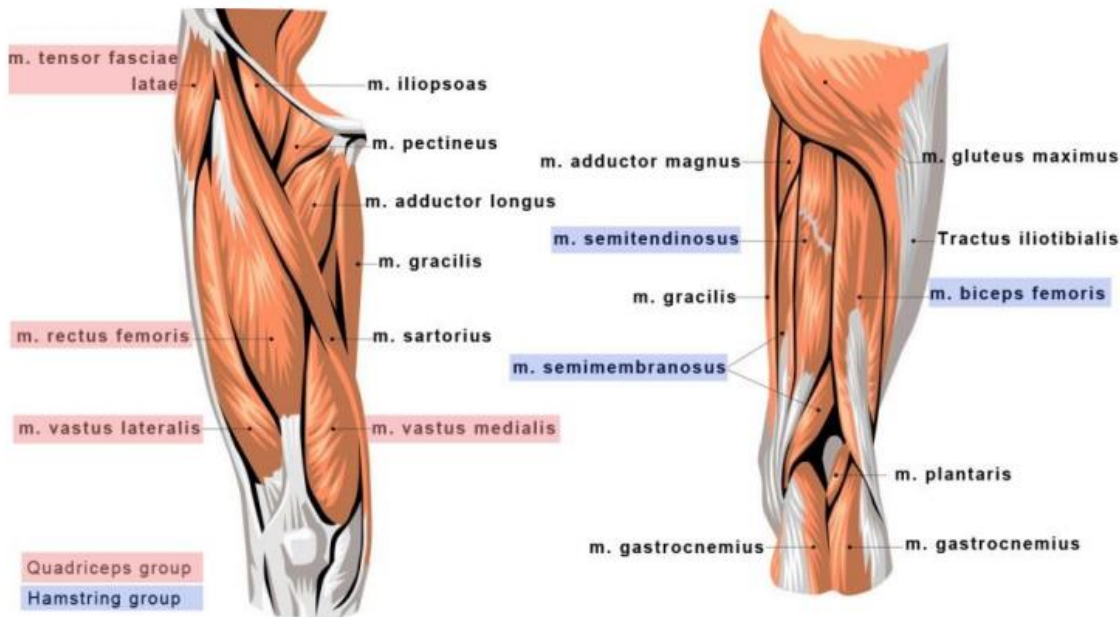
Glavni pokreti u zglobu koljena su fleksija i ekstenzija u sagitalnoj ravnini. Također omogućuje ograničenu medijalnu rotaciju u flektiranom položaju i u posljednjoj fazi ekstenzije, kao i lateralnu rotaciju pri "otključavanju" i fleksiji koljena. Za razliku od zgloba lakta, zglob koljena nije pravi zglob. Razlog tome je rotacijska komponenta, pomoćno gibanje koje prati fleksiju i ekstenziju, pa se stoga naziva modificirani zglob. Stupanj moguće fleksije koljena ovisi o položaju zgloba kuka i je li pokret pasivan ili aktivan. Kada je kuk savijen, u zglobu koljena je mogući maksimalni stupanj fleksije od 140°, dok ekstenzirani kuk dopušta samo 120°. To je zbog činjenice da su tetive koljena i ekstenzori kuka i fleksori koljena, pa gube dio svoje učinkovitosti savijanja koljena ako je kuk ispružen, i obrnuto. Osim toga, veći raspon pokreta u koljenom zglobu se postiže pasivnom fleksijom koljena, povećavajući ga do 160°. Glavni ograničavajući čimbenik fleksije koljena je kontakt stražnje noge s bedrom. Osim toga, kapsularni uzorak zgloba koljena, u smislu najvećeg ograničenja, je fleksija i ekstenzija u manjem stupnju. Tijekom pomicanja koljena od fleksije do ekstenzije, femoralni kondili kotrljaju se i klize posteriorno preko tibijalnih platoa zahvaljujući svojoj većoj zglobnoj površini. Stražnji pokret klizanja je jako važan jer bi se bez njega bedrena kost otkotrljala s tibije prije nego što se završi potpuna ekstenzija. Dodatno, budući da je zglobna površina lateralnog femoralnog kondila manja od njegovog medijalnog dvojnika, stražnje klizanje medijalnog kondila tijekom posljednjih stupnjeva ekstenzije rezultira medijalnom rotacijom bedrene kosti na tibiji. Tijekom posljednjih nekoliko stupnjeva ekstenzije, femoralni kondil rotira medijalno na tibijalnom platou "zaključavajući" koljeno. To se zove "mehanizam za zavrtnje", koji omogućuje produženo nošenje težine bez pomoći mišića koljena.



Potpuna ekstenzija koljena zajedno s medijalnom rotacijom femoralnog kondila stavlja koljeno u takozvani "zbijeni položaj", u kojem nema dodatnih pokreta. Kako bi se koljeno ponovno savijalo, mora biti "otključano" kontrakcijom popliteusa, što uzrokuje lateralnu rotaciju bedrene kosti na tibiji. Fleksija koljena stavlja ga u "otvoreni skupni položaj", koji je manje stabilan i ima više opuštenosti od "zbijenog skupnog položaja". U patelofemoralnom zglobu glavno kretanje je klizanje stražnje površine patele preko patelarne površine bedrene kosti sve do interkondilarnog usjeka. Glavna funkcija patele je osigurati veći krak momenta za mišić quadriceps femoris, što je udaljenost između osi mišića i središta zgloba. To čini djelujući poput kolotura za kvadriceps femoris, povećavajući njegovu mehaničku prednost i osiguravajući veću kutnu silu. Neki pomoćni pokreti u zglobu koljena su mogući, ali ovise o položaju koljena. Na primjer, adukcija i abdukcija je spriječena isprepletenošću femoralnog i tibijalni kondili, kao i kolateralni ligamenti i križni ligamenti kada je koljeno potpuno ispruženo. S druge strane, kada je koljeno blago savijeno, moguća je ograničena adukcija i abdukcija. Pokreti u uzdužnoj osi, kao u lateralnoj i medijalnoj rotaciji, podjednako su pod utjecajem količine savijanja zgloba, a mogući su ako je zglob koljena blago savijen.

## 2.9 MIŠIĆI KOJI DJELUJU NA ZGLOB KOLJENA

Glavni fleksori koljenskog zgloba su biceps femoris, semitendinosus i semimembranosus, dok popliteus pokreće fleksiju "zakočenog koljena", a gracilis i sartorius pomažu kao slabi fleksori. Primarni ekstenzor koljenskog zgloba je quadriceps femoris, kojemu pomaže tensor fasciae latae. Quadriceps femoris četiri trbušna mišića; rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis i vastus intermedius, a sve inervira femoralni živac. Medijalna rotacija, kao što je ranije objašnjeno, događa se kada je koljeno u posljednjoj fazi ekstenzije, a neke se događaju i kada je koljeno savijeno. Prvenstveno se proizvodi djelovanjem popliteusa, semimembranosusa i semitendinosusa, kojima pomažu sartorius i gracilis. Bočnu rotaciju proizvodi biceps femoris, a također se događa kada je koljeno savijeno.



Slika 9. Mišići koljenog zgloba

(Izvor: <http://www.kneeexercises.net/author/andrew/>)

### 3. BIOMEHANIKA

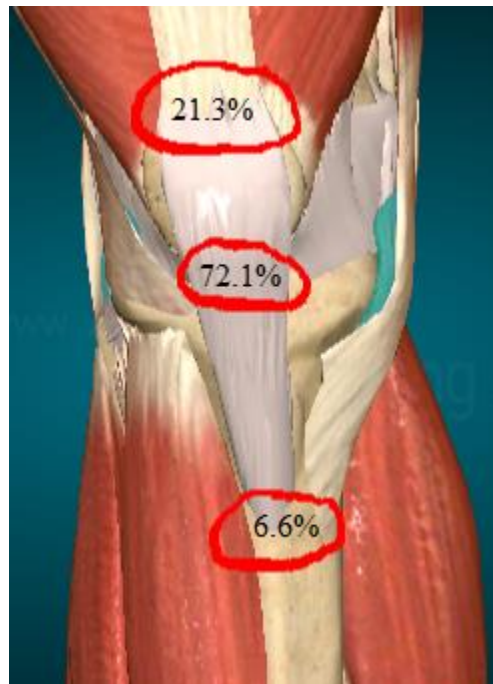
Istraživanja su pokazala da je patelarna tetiva odrasle osobe 25-40 milimetara široka, 4-6 centimetara duga i 5-7 milimetara debela (Panni, Tartarone i Maffulli, 2000; Basso, Johnson i Amis, 2001; Reinking, 2016). Istezanja patelarne tetive dovodi do određenih strukturnih promjena, tako se kolagenske niti najprije izravnavaju pa skupe i tek tada rastegnu (Franchi, Trire, Quaranta, Orsini i Ottani, 2007). Kad je patelarni ligament u istegnutoj, tada se stres na tetivu s vremenom smanjuje, a ako bi ostali u tom položaju neko vrijeme onda bi došlo do povećanja opterećenja i duljine tetive. Tetiva se skraćuje kada se opterećenje prekine, ali ostaje dulja nego je bila prije nego smo je opteretili (Dideriksen i sur., 2013). Patelarna tetiva u suradnji s Ahilovom može podnijeti silu do otprilike osam puta veću od tjelesne težine (Magnussona, Aagaarda, Dyhre-Poulsena i Kjaera, 2001). DeFrate i sur. (2007) prikazuju i objašnjavaju biomehaniku i strukturno ponašanje patelarne tetive, pri punoj ekstenziji i različitim kutovima fleksije koljena koristeći 3D tehnologiju. Oni zaključuju da se patelarna tetiva naglo izduži kad se koljeno iz potpune ekstenzije flektira do 30°. To potvrđuje i Imran (2014), koji dolazi do spoznaje da je patelarna tetiva najdulja na 40° fleksije koljena. Duljina patelarne tetive nakon toga ostaje relativno konstantna do maksimalne fleksije. Patelarna tetiva je orijentirana anteriorno na goljeničnu kost u punoj ekstenziji u sagitalnoj ravnini. Povećanjem fleksije koljena se kut značajno

smanjuje i patelarna tetiva dolazi u posteriorni položaj kod velike fleksije koljena. Patelarna tetiva orijentirana je medijalno na goljениčnu kost kod manjih stupnjeva fleksije u koronalnoj ravnini te se kut značajno smanjuje od 60° do maksimalne fleksije koljena.

#### 4. PATELARNI TENDINITIS

Tendinopatija je izraz za kliničko stanje na i oko preopterećene tetive (Couppe, Svensson, Silbernagel, Langberg i Magnusson, 2015). Dokazano je da 30% do 50% sportskih ozljeda pripada nekoj vrsti tendinopatije (Kujala, Sarna i Kaprio, 2005). Kannus (1997) tvrdi da dolazi do tendinopatije kada tetiva nema mogućnost daljnjeg povećanja napetosti, a do tog stanja dolazi kontinuiranim istezanjem tetive od 4-8% iznad njene prirodne duljine. Tendinopatije postaju značajni klinički izazov jer uvelike mogu limitirati bavljenje sportom mjesecima, a u nekim slučajevima i godinama (Alfredson, Pietila, Jonsson i Lorentzon, 1998; Kettunen, Kvist, Alanen i Kujala, 2002). Prema Cooku i Purdamu (2009) postoji tri različita stadija patologije tetiva, a to su reaktivna tendinopatija, tetivni poremećaj te degenerativna tendinopatija. Patelarni tendinitis je jedna od najčešćih tendinopatija u današnjem sportu gdje se radi o upali patelarne tetive. Spada u sindrome prenaprežanja koje Pećina (2004) definira kao “kronična oštećenja sustava za kretanje nastala u sportu, rekreaciji ili kod nekih zanimanja, a posljedica su dugotrajnih ponavljanih mikrotrauma koje uzrokuju prenaprežanje određenog tkiva, odnosno dijela sustava za kretanje“. Osnova nastanka svih sindroma prenaprežanja lokomotornog sustava jest ponavljana trauma koja nadvladava sposobnost reparacije tkiva, i to bilo da je riječ o tetivi, kosti, hrskavici, mišiću, sluznoj vrećici ili pak o mišićno-tetivnom ili tetivno-koštanom prijelazu. Sindrom prenaprežanja karakteriziran je osjećajem zatezanja, a zatim i boli pri pasivnom ili aktivnom istezanju, kontrakciji odgovarajućeg mišića protiv otpora ili pri normalnoj kontrakciji mišića u dijelu ili u cijelom mioentezijskom aparatu. Kasnije se pojavljuje bol na palpaciju, pa i otok zahvaćenog područja. Prema Malliarasu i sur. (2015): “Patelarna tendinopatija je ponajprije stanje relativno mladih (15-30 godina) sportaša, posebno muškaraca koji sudjeluju u sportovima poput košarke, odbojke, atletskih skokova, tenisa i nogometa, za koje je potrebno kontinuirano i učestalo opterećivanje patelarne tetive” (str. 887). Naziva se još i “skakačko” ili “košarkaško” koljeno (Blazina, Kerlan, Jobe, Carter i Carlson, 1973). Nastaje zbog oštećenja i trošenja patelarne tetive koja obavija patelu i kojoj je hvatište na goljениčnoj kosti. Dimnjaković i sur. (2012) kao i mnogi drugi svrstaju patelarni tendinitis u sindrome prenaprežanja, jer je razvoj oštećenja postepeni i do njega dolazi učestalim ponavljanjem istih pokreta kroz duže vremensko razdoblje. Zbog učestalog ponavljanja istog pokreta se patelarna tetiva nema vremena obnoviti jer je pod neprestanim opterećenjem koje dovodi do nastanka mikrotrauma. Zamor se akumulira i s vremenom dovodi do trošenja i propadanja patelarne tetive, te razvoja upale koja uzrokuje bol i osjetljivost. Prepoznatljiv je po dubokoj i oštroj boli neposredno ispod patele, ali ima

slučajeva gdje se bol pojavljuje na gornjem dijelu patele ili na samom hvatištu patelarne tetive i goljenične kosti. Savijanjem i ispružanjem koljena, skakanjem i trčanjem, penjanjem i silaženjem niz stepenice, dugotrajnim sjedenjem i podizanjem iz čučnja se bol pojačava. Koljeno može oticati i osjetljivo je na dodir, a mirovanjem se smiruju simptomi i nestaje bol. Postoji puno unutarnjih i vanjskih faktora rizika za nastanka patelarnog tendinitisa. Unutarnji se dijele na spol, rasa, genetika, struktura kostiju, gustoća kostiju, anatomska odstupanja i deformacije (npr. O noge, X noge ili sabljaste noge), mišićno tetivnu neravnotežu te ostali unutarnji čimbenici od kojih treba napomenuti rast. S druge strane vanjske čimbenike možemo podijeliti na pogrešno programiranje trenažnog procesa, podloga, sportska obuća i čimbenik okoline. Prema Van der Worp, Van Ark, Roerink, Pepping, Van den Akker-Scheek i Zwerver (2011) ovih devet čimbenika dokazano pridonose nastanku patelarnog tendinitisa. To su težina, omjer truka i kukova, indeks tjelesne mase, visina luka stopala, razlika u dužini nogu, fleksibilnost četveroglavog bedrenog mišića i izvedba vertikalnog skoka. Patelarni tendinitis može nastati i degenerativnim promjenama na koštanim i tetivnim strukturama u starijoj životnoj dobi što znači da ne mora nužno nastati radi prenaprezanja patelarne tetive (Dimjaković i sur., 2012). Najčešća pojava patelarnog tendinitisa je kod kompleksnih sportskih aktivnosti i sportskih igara čije su sastavne kretnje specifične za nastanak patelarnog tendinitisa (skokovi, doskoci, ubrzanja, zaustavljanja, sprintevi, promjene pravca i smjera kretanja) (Alexander, 1991.) Pojavnost patelarnog tendinitisa je 40% kod profesionalnih košarkaša i odbojkaša i ostalih sportova koji imaju te specifične kretnje, a pojavljuje se i u 14% rekreativaca istih aktivnosti (Feretti, 1986; Lian i sur, 2005). Zwervere (2010) je s druge strane dokazao da je pojava patelarnog tendinitisa najčešća u timskim sportovima kao što su odbojka, rukomet, košarka, nogomet, hokej na travi, ali se pojavljuje i kod individualnih sportskih aktivnosti poput tenisa, stolnog tenisa i badmintona. Rijetko se pojavljuje i u aktivnostima kao što su trčanje i biciklizam jer se isti pokret ponavlja tijekom cijele aktivnosti, ali to su rijetki slučajevi. Patelarni tendinitis se češće pojavljuje kod muškaraca, a Pena i sur. (2017) navodi da je razlog tome njihova veća masa tijela, mišićna masa, veći kut dorzifleksije gležnja, sila pri doskoku i sposobnost većeg odraza. Pojava ovog sindroma je česta i kod mladih u pubertetskoj dobi zbog naglog rasta i nepravilne progresije trenažnog procesa.



*Slika 10. Lokalizacija bolnog podražaja u ispitanika sa “skakačkim koljenom” (Pećina, Bojanić i Hašpl, 2001)*

*(Izvor: <https://anatomylearning.com/webgl2023v3/browser.php>)*

## 5. MEHANIZMI NASTANKA PATELARNOG TENDINITISA

Tri su mehanizma (modela) nastanka patelarnog tendinitisa: mehanički, biokemijski i neovaskularni mehanizam. Pećina (2004) navodi kako mehanički nastanak patelarnog tendinitisa nastaje “kad je tetiva ponavljano istezana za 4 do 8% od svoje originalne dužine, što rezultira patološkim promjenama od upale, do degenerativnih promjena, parcijalnih puknuća i konačno do potpunog puknuća prekida kontinuiteta same tetive.” (str. 92). Različita istraživanja donose različite zaključke i tako Lorbach, Diamantopoulos, Kammerer i Paessler (2008) navode da je nastanak patelarnog tendinitisa povezan s istaknutim donjim dijelom pola ivera kod pozicije duboke fleksije koljena. Međutim istraživanje Khana i Cooka (2006) govori da razlog nije nužno duboka fleksija koljena već postoje tri klinička promatranja koja su kontradiktorna dubokoj fleksiji koljena kao jedinom mehanizmu nastanke patelarne boli. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se točno utvrdio mehanizam opterećenja tetive kao esencija adekvatnog tretiranja patelarnog tendinitisa. Biokemijski mehanizam nastanka se odnosi na kemijsku iritaciju kod tendinoze zbog anoksije i nedostatka fagocitnih stanica da uklone štetne proizvode nastale staničnom aktivnošću (Kraushaar i Nirschl, 1999.). Može biti da sindrom prenaprežanja patelarne tetive velikim dijelom nastaje zbog aktiviranja biokemijskih čimbenika na nociceptorima. Neovaskularni mehanizam nastanka se odnosi na vaskularnost tetive koja je kod normalnih tetiva relativno slaba, ali dovoljna za opskrbu njihove metaboličke potrebe (Khan i Cook, 2006). Neovaskularizacija je povezana s nastankom patelarnog tendinitisa i nadalje da se uklanjanjem neovaskularizacije smanjuje bol u patelarnoj tetivi (Ohberg i Alfredson, 2002.) Neka istraživanja donose upravo suprotne zaključke kako se tetive s dobrom neovaskularnom opskrbom manje oštećuju, ali takvi dokazi su malobrojniji i u puno manjem postotku. Zato se ovaj mehanizam još treba istražiti za dobivanje točnih podataka. Patelarnog tendinitis ipak nastaje najvećim dijelom putem mehaničkog mehanizma, u kombinaciji s biokemijskim i neovaskularnim mehanizmom.

## 6. REHABILITACIJA PATELARNOG TENDINITISA

Ključni cilj rehabilitacije je razviti toleranciju na opterećenje od strane tetive tako da se inicijalno bavi smanjenjem boli, nakon čega slijedi progresivno opterećenje. U rehabilitaciji patelarnog tendinitisa koriste se vježbe s velikim sporim otporom, ekscentrične i izometrijske vježbe. Studije nam dokazuju da je jedna od najučinkovitijih i najčešće korištenih intervencijskih strategija u liječenju patelarnog tendinitisa ekscentrično vježbanje. Takvim načinom vježbanja se može povećati remodeliranje kolagenih vlakana unutar tetive (Figuroa i Calvo, 2016). To dovodi do toga da se mišićno-tetivna jedinica prilagođava stresu koji je posljedica tjelesne aktivnosti. Zabilježeni su izvrsni rezultati i kod sportaša i kod nesportaša te je više od 80% pacijenata pokazalo zadovoljstvo takvim tretmanom i vratili su prjašnju razinu sposobnosti (Koen i Roeland, 2005).

Predloženi rehabilitacijski protokol u tri faze temelji se na najnovijim istraživanjima. Ovaj protokol može usmjeravati kliničare u napredovanju tjelesne aktivnosti pacijenata s patelarnim tendinitisom. Doziranje nije spomenuto jer može varirati, ovisno o individualnim čimbenicima.

### 6.1 FAZA 1: MODULACIJA BOLI I UPRAVLJANJE OPTEREĆENJEM

Početne faze rehabilitacije trebaju se usmjeriti na upravljanje opterećenjem i modulaciju boli, posebno u slučaju sportaša tijekom sezone. Biomehanička oštećenja donjih ekstremiteta kao što su neravnoteža snage i slaba fleksibilnost moraju se riješiti u početnoj fazi. Kontrola opterećenja i modifikacija aktivnosti neke su od najučinkovitijih metoda za smanjenje boli i drugih simptoma patelarnog tendinitisa (Rudavsky i Cook, 2014). Važno izbjegavati potpuni prekid aktivnosti jer to može dodatno smanjiti kapacitet opterećenja tetive. Neke od najučinkovitijih metoda za upravljanje opterećenjem su smanjenje obujma i učestalosti treninga te uklanjanje aktivnosti za skladištenje energije visokog opterećenja kao što su trčanje, skakanje itd. Dokazano je da je kontinuirana izometrijska vježba srednjeg opsega učinkovita metoda smanjenja boli kod patelarnog tendinitisa.

Primjer vježbi koje se provode u prvoj fazi rehabilitacije:

- 1) Izdržaj u čučnju uza zid (slika 1)
- 2) Izdržaj u čučnju uza zid sa split pozicijom nogu (slika 2)
- 3) Izdržaj u čučnju uza zid stopalima bliže zidu (slika 3)
- 4) Jednonožni izdržaj u čučnju uza zid (slika 4)
- 5) Izometrijski čučanj sa šipkom (slika 5)
- 6) Izometrija ekstenzije na trenažeru (slika 6)
- 7) Izometrija jednonožne ekstenzije na trenažeru (slika 7)
- 8) Španjolski čučanj (slika 8)

- 9) Istezanje kvadricepsa u stojećem položaju (slika 9)
- 10) Istezanje kvadricepsa u ležećem položaju na prsima (slika 10)
- 11) Istezanje kvadricepsa u položaju kleka (slika 11)



*Slika 11. Izdržaj u čučnju uza zid*





*Slika 12. Izdržaj u čučnju uza zid sa split pozicijom nogu*



*Slika 13. Izdržaj u čučnju uza zid stopalima bliže zidu*



*Slika 14. Jednonožni izdržaj u čučnju uza zid*



*Slika 15. Izometrijski čučanj sa šipkom*



*Slika 16. Izometrija ekstenzije na trenažeru*



*Slika 17. Izometrija jednonožne ekstenzije na trenažeru*



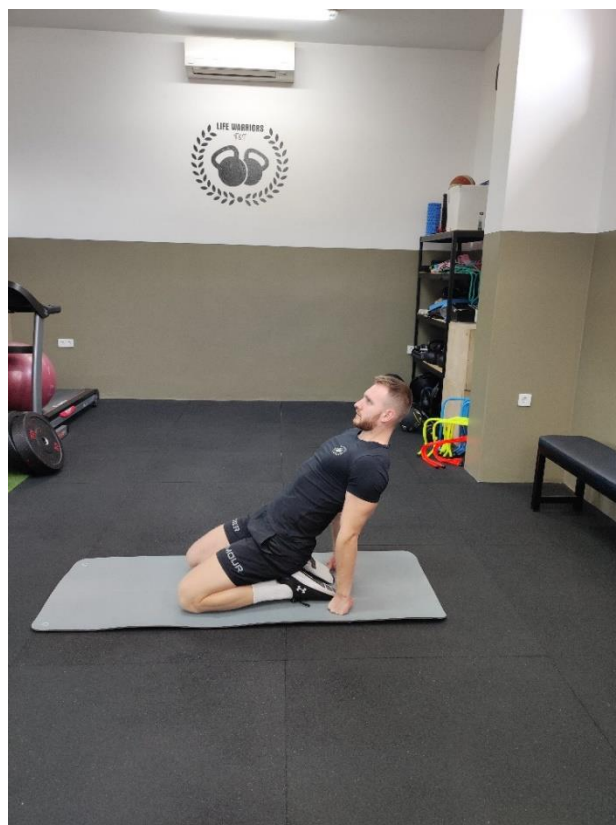
*Slika 18. Španjolski čučanj*



*Slika 19. Istezanje kvadricepsa u stojećem položaju*



*Slika 20. Istezanje kvadricepsa u ležećem položaju na prsima*



*Slika 21. Istezanje kvadricepsa u položaju kleka*

## 6.2 FAZA 2: VJEŽBE JAČANJA I PROGRESIJA OPTEREĆENJA

Kada pacijent može izvoditi izotonične vježbe uz minimalnu bol, mogu se započeti teške vježbe sporog otpora i ekscentrične vježbe. Teške spore vježbe otpora mogu povećati mehanička svojstva tetive i mogu uzrokovati hipertrofiju tetive (Kongsgaard, i suradnici, 2007). Preporuča se postupno napredovanje vježbi. Unilateralne vježbe mogu se izvoditi ovisno o tome kako stanje napreduje. Dodatnu otpornost mogu pružiti pojasevi s utezima, prsluk ili torbe s utezima.

Primjer vježbi za drugu fazu rehabilitacije:

- 1) Ekscentrična faza čučnja na platformi (slika 12)
- 2) Ekscentrična faza čučnja na platformi s opterećenjem (slika 13)
- 3) Ekscentrična faza čučnja na platformi s balans-jastukom (slika 14)
- 4) Ekscentrična faza čučnja na platformi s balans-jastukom i opterećenjem (slika 15)
- 5) Ekscentrična faza jednonožnog čučnja uz pomoć trx-a (slika 16)
- 6) Ekscentrična faza bugarskog čučnja (slika 17)
- 7) Čučanj na tlu (slika 18)
- 8) Čučanj na balans-jastuku (slika 19)



*Slika 22. Ekscentrična faza čučnja na platformi*



*Slika 23. Ekscentrična faza čučnja na platformi s opterećenjem*



*Slika 24. Ekscentrična faza čučnja na platformi s balans-jastukom*



*Slika 25. Ekscentrična faza čučnja na platformi s balans-jastukom i opterećenjem*



*Slika 26. Ekscentrična faza jednonožnog čučnja uz pomoć trx-a*



*Slika 27. Ekscentrična faza bugarskog čučnja*





*Slika 28. Čučanj na tlu*



*Slika 29. Čučanj na balans-jastuku*

### 6.3 FAZA 3: FUNKCIONALNO JAČANJE I POVRATAK SPORTU

Glavni naglasak funkcionalnog jačanja je na obrascu kretanja i nedostacima kinetičkog lanca, kao i na kapacitetu tetive velikog opterećenja. Nakon što se poboljša obrazac kretanja i kinetički lanac, trening može napredovati do pliometrijskih i sportskih aktivnosti. U program treninga bi trebali biti uključeni i visoko energetske treninzi poput preskakanja, skakanja i sprinta, te skokovi i trening agilnosti. Trening i opterećenje se moraju nadzirati i kvantificirati, a preporučuje se dnevni pristup visokog - niskog srednjeg opterećenja s obzirom na ponovno uvođenje aktivnosti s velikim opterećenjem. Jačina boli, patologija i disfunkcija su odrednice prognoze i povratka sportu.

Primjer vježbi za treću fazu rehabilitacije:

- 1) Mrtvo dizanje s trap šipkom (slika 20)
- 2) Čučanj s opterećenjem (slika 21)
- 3) Bugarski čučanj s opterećenjem (slika 22)
- 4) Pliometrijski skokovi preko niskih prepona (slika 23)
- 5) Pliometrijski skokovi preko niskih i srednje visokih prepona (slika 24)
- 6) Pliometrijski skokovi preko srednje visokih i visokih prepona (slika 25)
- 7) Jednonožni pliometrijski skokovi preko niskih prepona (slika 26)
- 8) Naskok na nisko povišenje (slika 27)
- 9) Naskok na visoko povišenje (slika 28)
- 10) Saskok sa niskog povišenja (slika 29)
- 11) Saskok sa visokog povišenja (slika 30)



*Slika 30. Mrtvo dizanje s trap šipkom*



*Slika 31. Čučanj s opterećenjem*



*Slika 32. Bugarski čučanj s opterećenjem*



*Slika 33. Pliometrijski skokovi preko niskih prepona*



*Slika 34. Pliometrijski skokovi preko niskih i srednje visokih prepona*



*Slika 35. Pliometrijski skokovi preko srednje visokih i visokih prepona*



*Slika 36. Jednonožni pliometrijski skokovi preko niskih prepona*



*Slika 37. Naskok na nisko povišenje*



*Slika 38. Naskok na visoko povišenje*



*Slika 39. Saskok sa niskog povišenja*



*Slika 40. Saskok sa visokog povišenja*

## 7. ZAKLJUČAK

U sportovima skakačke i trkačke prirode u kojima su ekstenzitet i frekvencija treninga visoki skakačko koljeno je jedno od najučestalijih oštećenja lokomotornog sustava. Postoji puno unutarnjih i vanjskih faktora rizika za nastanka patelarnog tendinitisa. Unutarnji se dijele na spol, rasa, genetika, struktura kostiju, gustoća kostiju, anatomska odstupanja i deformacije, mišićno tetivnu neravnotežu te ostale unutarnje čimbenike od kojih treba napomenuti rast. S druge strane vanjske čimbenike možemo podijeliti na pogrešno programiranje trenažnog procesa, podloga, sportska obuća i čimbenik okoline. Najvažniji faktor u liječenju sportaša s tendinopatijom patele jest educirati ih o tome kako promijeniti opterećenje u skladu sa simptomima. Potrebno ih je educirati kako povećati ili smanjiti opterećenje na odgovarajući način te kako procijeniti i modificirati unutarnje i vanjske čimbenike koji mogu doprinijeti preopterećenju. Ovisno o stupnju ozljede se primjenjuju različite fizikalne metode i kineziterapija. U kineziterapiji najčešće se upotrebljavaju vježbe istezanja, jakosti i propiocepcije. Posebna pozornost tijekom kineziterapijskih programa je usmjerena na ekscentričnu fazu čučnja jer su studije dokazale da je ekscentrično vježbanje jedna od najučinkovitijih i najčešće korištenih intervencijskih strategija u liječenju patelarnog tendinitisa. Koncentrične i pliometrijske vježbe se na početku izbjegavaju, a kasnije se postupno uključuje kako bi se sportaš pripremio za povratak na svakodnevnim trenažnim aktivnostima. Rehabilitaciju je moguće provoditi kroz tri faze gdje prva faza obuhvaća modulaciju boli i upravljanje opterećenjem s fokusom na izometrijske vježbe i fleksibilnost. Druga faza obuhvaća vježbe jačanja i progresiju opterećenja u kojoj se najviše koriste ekscentrične kontrakcije. Treća i zadnja faza obuhvaća funkcionalno jačanje mišićnih struktura i povratak u sport. Koncentrične vježbe s otporom i pliometrija su glavni alat u trenažnom procesu ove faze rehabilitacije.

## 8. LITERATURA

- Alexander, R. (1991). Energy-saving mechanisms in walking and running. *Journal of Experimental Biology*, 160, 5. Dostupno na: <http://e.guigon.free.fr/rsc/article/AlexanderRM91.pdf>
- Alfredson, H., Pietilä, T., Jonsson, P. i Lorentzon R. (1998). Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *The American Journal of Sports Medicine*, 26, 360-366. doi: 10.1177/03635465980260030301
- Basso, O., Johnson, D. P., & Amis, A. A. (2001). The anatomy of the patellar tendon. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 9(1), 2–5. <https://doi.org/10.1007/s001670000133>
- Blazina, M., Kerlan, R., Jobe, F., Carter, V. i Carlson, G. (1973). Jumper's Knee. *Orthopedic Clinics of North America*, 4(3), 665-78. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4783891/>
- Cardoso, T. B., Pizzari, T., Kinsella, R., Hope, D., & Cook, J. L. (2019). Current trends in tendinopathy management. *Best practice & research. Clinical rheumatology*, 33(1), 122–140. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2019.02.001>
- Cook, J. i Purdam, C. (2009). Is Tendon Pathology a Continuum? A Pathology Model to Explain the Clinical Presentation of Load-Induced Tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 43(6), 409-16. doi: 10.1136/bjism.2008.051193
- 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>
- DeFrate, L.E., Wook Nha, K., Papannagari, R., Moses, J.M., Gill, T.J. i Li, G. (2007). The Biomechanical Function of the Patellar Tendon During In-vivo Weight-bearing Flexion. *J Biomechanics*, 40(8), 1716-1722. doi: 10.1016/j.jbiomech.2006.08.009
- Devan MR, Pescatello LS, Faghri P, Anderson J. A Prospective Study of Overuse Knee Injuries Among Female Athletes With Muscle Imbalances and Structural Abnormalities. *J Athl Train*. 2004 Sep;39(3):263-267. PMID: 15496997; PMCID: PMC522150.
- Dideriksen, K., Sindby, A. K., Krogsgaard, M., Schjerling, P., Holm, L., & Langberg, H. (2013). Effect of acute exercise on patella tendon protein synthesis and gene expression. *SpringerPlus*, 2(1), 109. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-109>
- Dimnjaković, D., Bojanić, I., Smoljanović, T., Mahnik, A. i Barbarić-Peraić, N. (2012). Ekscentrične vježbe u liječenju sindroma prenaprezanja sustava za kretanje. *Liječnički Vjesnik*, 134, 29-41. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/172393>



- Ferretti A. (1986). Epidemiology of jumper's knee. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 3(4), 289–295. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603040-00005>
- Ferretti, A. (1986). Epidemiology of jumper's knee. *Sports Medicine*, 3(4), 289-295. doi: 10.2165/00007256-198603040-00005
- Figueroa, D., Figueroa, F., & Calvo, R. (2016). Patellar Tendinopathy: Diagnosis and Treatment. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 24(12), e184–e192. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-15-00703>
- Franchi, M., Trirè, A., Quaranta, M., Orsini, E., i Ottani, V. (2007). Collagen structure of tendon relates to function. *The Scientific World Journal*, 7, 404–420. doi: 10.1100/tsw.2007.92
- Imran, A. (2014). Analyzing the Patellar Tendon Force During Quadriceps Muscle Exercise. *Proceedings of the World Congress on Engineering, Volume 2*. Dostupno na: <https://pdfs.semanticscholar.org/e6a2/3f47393891cfda28cd947d92e708eb7f8ca7.pdf>
- Kannus, P. (1997). Etiology and pathophysiology of chronic tendon disorders in sports. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7, 78–85. doi: 10.1111/j.1600-0838.1997.tb00123.x
- Kettunen, J.A., Kvist, M., Alanen, E. i Kujala U.M. (2002). Long-term prognosis for jumpers knee in male athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(5), 689-692. doi: 10.1177/03635465020300051001
- Khan, K. i Cook, J. (2006). Patellar tendinopathy: where does the pain come from? U Sanchis Alfonso, V. i sur., *Anterior Knee Pain and Patellar Instability*, 257 – 26
- Kongsgaard, M., Reitelseder, S., Pedersen, T. G., Holm, L., Aagaard, P., Kjaer, M., & Magnusson, S. P. (2007). Region specific patellar tendon hypertrophy in humans following resistance training. *Acta physiologica (Oxford, England)*, 191(2), 111–121. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2007.01714.x>
- Kraushaar, B. i Nirschl, P. (1999). Tendinosis of the elbow (tennis elbow). Clinical features and findings of histological, immunohistochemical, and electron microscopy studies. *The Journal of Bone and Joint surgery*, 81(2), 259-278. doi: 10.1302/0301-620x.81b2.9154
- Kujala, U.M., Sarna, S. i Kaprio, J. (2005). Cumulative incidence of Achilles tendon rupture and tendinopathy in male former elite athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 15, 133-135. doi: 10.1097/01.jsm.0000165347.55638.23
- Lian, Ø., Refsnes, P. E., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2003). Performance characteristics of volleyball players with patellar tendinopathy. *The American journal of sports medicine*, 31(3), 408–413. <https://doi.org/10.1177/03635465030310031401>

- Lian, O.B., Engebretsen, L. i Bahr, R. (2005). Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 561-567. doi: 10.1177/0363546504270454
- Lorbach, O., Diamantopoulos, A., Kammerer, K. P., & Paessler, H. H. (2008). The influence of the lower patellar pole in the pathogenesis of chronic patellar tendinopathy. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 16(4), 348–352. <https://doi.org/10.1007/s00167-007-0455-0>
- Magnusson, S. P., Aagaard, P., Dyhre-Poulsen, P., & Kjaer, M. (2001). Load-displacement properties of the human triceps surae aponeurosis in vivo. *The Journal of physiology*, 531(Pt 1), 277–288. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0277j.x>
- Malliaras, P., Cook, J., Purdam, C. i Rio, E. (2015). Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 45(11), 887-898. doi: 10.2519/jospt.2015.5987
- Ohberg, L. i Alfredson, H. (2002). Ultrasound guided sclerosis of neovessels in painful chronic Achilles tendinosis: pilot study of a new treatment. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 173-177. doi: 10.1136/bjism.36.3.173
- Panni, A. S., Tartarone, M., & Maffulli, N. (2000). Patellar tendinopathy in athletes. Outcome of nonoperative and operative management. *The American journal of sports medicine*, 28(3), 392–397. <https://doi.org/10.1177/03635465000280031901>
- Pećina, M. i sur., (2004). *Športska medicina*. Zagreb: Medicinska naklada.
- Pećina, M., Bojanić, I. i Hašpl, M. (2001). Overuse Injuries of the Knee Joint. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 52 (4), 429-439. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/474>
- Peers, K. H., & Lysens, R. J. (2005). Patellar tendinopathy in athletes: current diagnostic and therapeutic recommendations. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(1), 71–87. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535010-00006>
- Pena, J., Moreno-Doutres, D., Borrás, X., Altarriba, A., Baiget, E., Caparros, A. i Busca, B. (2017). Patellar Tendinopathy in Team Sports: Preventive Exercises. *Strength and conditioning Journal*, 39(3), 20-30. doi: 10.1519/SSC.0000000000000303
- Reinking M. F. (2016). CURRENT CONCEPTS IN THE TREATMENT OF PATELLAR TENDINOPATHY. *International journal of sports physical therapy*, 11(6), 854–866.
- 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>

- Sabalbal, M, Johnson, M., McAlister, V. (2013), Absence of the genicular arterial anastomosis as generally depicted in textbooks. *Annals of the Royal College of Surgeons, England*, 95, 405–409. DOI: 10.1308/003588413X13629960046831
- Santana, J. A., Mabrouk, A., & Sherman, A. L. (2023). Jumpers Knee. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- Schwartz, A., Watson, J. N., & Hutchinson, M. R. (2015). Patellar Tendinopathy. *Sports health*, 7(5), 415–420. <https://doi.org/10.1177/1941738114568775>
- Sprague, A. L., Smith, A. H., Knox, P., Pohlig, R. T., & Grävare Silbernagel, K. (2018). Modifiable risk factors for patellar tendinopathy in athletes: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 52(24), 1575–1585. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-099000>
- Van der Worp, H., Van Ark, M., Roerink, S., Pepping, G.J., Van den Akker-Scheek, I. i Zwerver, J. (2011). Risk factors for patellar tendinopathy: a systematic review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 45(5), 446-452. doi: 10.1136/bjism.2011.084079
- Witvrouw, E., Bellemans, J., Lysens, R., Danneels, L., & Cambier, D. (2001). Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. A two-year prospective study. *The American journal of sports medicine*, 29(2), 190–195. <https://doi.org/10.1177/03635465010290021201>
- Zwerver, J. (2010). Patellar tendinopathy: Prevalence. Groningen: ESWT treatment and evaluation.
- Zwerver, J., Bredeweg, S. W., & van den Akker-Scheek, I. (2011). Prevalence of Jumper's knee among nonelite athletes from different sports: a cross-sectional survey. *The American journal of sports medicine*, 39(9), 1984–1988. <https://doi.org/10.1177/0363546511413370>

Elektronički izvori:

1. <https://anatomylearning.com/webgl2023v3/browser.php>
2. <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/the-knee-joint>