

Usporedba konzervativnog i operativnog liječenja rupture prednje ukrižene sveze te rezultati liječenja različitih operativnih tehnika - pregledni rad

Kovjanić, Filip

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:536259>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-03**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I DIPLOMSKI

STUDIJ MEDICINA

FILIP KOVJANIĆ

USPOREDBA KONZERVATIVNOG I OPERATIVNOG LIJEČENJA RUPTURE

PREDNJE UKRIŽENE SVEZE TE REZULTATI LIJEČENJA RAZLIČITIH

OPERATIVNIH TEHNIKA - PREGLEDNI RAD

DIPLOMSKI RAD

RIJEKA, 2024.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I DIPLOMSKI

STUDIJ MEDICINA

FILIP KOVJANIĆ

USPOREDBA KONZERVATIVNOG I OPERATIVNOG LIJEČENJA RUPTURE

PREDNJE UKRIŽENE SVEZE TE REZULTATI LIJEČENJA RAZLIČITIH

OPERATIVNIH TEHNIKA - PREGLEDNI RAD

DIPLOMSKI RAD

RIJEKA, 2024.

Mentor rada: Nasl. doc. dr. sc. Tomislav Mađarević, dr. med.

Diplomski rad ocjenjen je dana _____ u/na
_____ pred

povjerenstvom u sastavu:

1. Izv. prof. dr. sc. Zdravko Jotanović, dr. med. (predsjednik Povjerenstva)

2. Nasl. doc. dr. sc. Nikola Gržalja, dr. med.

3. Nasl. izv. prof. dr. sc. Dalen Legović, dr. med.

Rad sadrži ___47___stranica, ___0___slika, ___0___tablica, ___143___literaturnih navoda.

Sadržaj

UVOD	1
SVRHA RADA.....	2
PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU	3
Odluka o operativnom pristupu	3
Kirurški pristup liječenju rupture ACL-a.....	5
Graft.....	5
Trenutak operacije	8
Komplikacije kirurškog pristupa	9
Odluka o konzervativnom pristupu	10
Rehabilitacija nakon rekonstrukcije ACL-a	12
Principi rehabilitacije	12
Vraćanje aktivnostima i sportu	14
Rizik ponovne ozljede	16
Rizik od osteoartritisa.....	16
Rizik naknadne ozljede koljena	18
RASPRAVA	19
ZAKLJUČCI	25
SAŽETAK	27
SUMMARY.....	28
LITERATURA	29

ŽIVOTOPIS	47
-----------------	----

POPIS SKRAĆENICA I AKRONIMA

- ACL – prednja ukrižena sveza (eng. anterior cruciate ligament)
- OA - osteoartritis
- OR – omjer izgleda (eng. odds ratio)
- CI – interval sigurnosti (engl. confidence interval)
- RICE – odmor, led, kompresija, elevacija (eng. rest ice, compression, elevation)
- NSAID – nesteroidni protuupalni lijekovi (nonsteroidal antiinflammatory drugs)

UVOD

Prednja ukrižena sveza (eng. anterior cruciate ligament – ACL) važan je stabilizirajući ligament koljena koji je često ozlijeđen. Puknuće prednje ukrižene sveze najčešće se pojavljuje kod sportaša kao beskontaktna rotacijska ozljeda kada se tibia pomakne anteriorno dok je koljeno lagano u fleksiji i valgusu. Može nastati i kao rezultat direktne traume na lateralnu stranu koljena (1).

Primarna funkcija ACL-a je kontrola anteriorne translacije tibije. Također, služi kao sekundarno ograničenje tibijalne rotacije kao i valgus te varus stresa koljena (2). ACL započinje na posteriomedijalnom dijelu lateralnog femoralnog kondila. Hvatište na tibiji se nalaza otprilike 15 mm iza prednje granice zglobne površine tibije te medijalno od hvatišta prednjeg roga lateralnog meniskusa (3). ACL se sastoji od 2 snopa: anteromedijalnog koji je napet u fleksiji te posterolateralnog koji je napet u ekstenziji. Krvne žile koja opskrbljuju ACL su grane srednje genikulatne arterije. Živčanu opskrbu prima od stražnjeg artikularnog živca, koji je grana tibialnog živca (4).

ACL je često ozlijeđeni ligament u koljenu. Samo u SAD-u godišnja incidencija je 68.6 na 100.000 ljudi (5). Također incidencija rupture ACL-a je u porastu u svim dobnim skupinama (6–13).

I druge strukture često su ozlijeđene uz akutnu ozljedu ACL-a (14–16). Pridružene strukture koje se često ozljede su meniskusi, kapsula, hrskavica, subhondralna kost te drugi ligamenti koljena(17–19).

Bolesnici koji zadobiju beskontaktnu ozljedu ACL-a često se žale da su čuli pucanje u koljenu za vrijeme ozljede, akutno oticanje te osjećaj da je koljeno nestabilno ili propada.

Skoro svi bolesnici s akutnom ozljedom ACL-a se prezentiraju s izljevom u koljeno i hemartrosom. Također, otprilike 67 do 77 posto bolesnika s akutnim traumatskim hemartrosom imaju ozljedu ACL-a (20,21).

Nakon što oteknuće splasne, bolesnici mogu držati cijelu svoju težinu na ozlijeđenoj nozi, ali žale se na nestabilnost. Pokreti kao čučnjevi, rotacije oko fiksiranog stopala, koračanje lateralno te aktivnosti poput hodanja niz stepenice, što zahtijeva da cijela težina tijela bude na ozlijeđenoj nozi, najčešće uzorkuju takvu nestabilnost.

Akutno zbrinjavanje sastoji se od odmora, leda, kompresije ozlijeđenog koljena te podizanja ozlijeđenog ekstremiteta (eng. RICE = Rest ice, Compression, Elevation). Ponekad, u akutnom stadiju, potrebno je rasteretiti ozlijeđenu nogu hodom uz pomoć dolakatnih štaka, osobito ako je koljeno nestabilno. Za bolove se najčešće koriste nesteroidni protuupalni lijekovi, NSAID (eng. „nonsteroidal antiinflammatory drugs“).

SVRHA RADA

Ovaj rad će opisati prezentaciju, evaluaciju te tretiranje ozljeda ACL-a. Pregledom stručne literature istaknut će se prednosti i nedostaci pojedinih pristupa tretiranju ozljede ACL-a. Prikazat će se rizici povezani s kirurškim i nekirurškim metodama te odabir bolesnika za pojedini pristup. Također, sažet će se literatura kirurškog pristupa te odabira grafta i odabiranja trenutka operacije. Usporedno, prikazat će se tehnike konzervativnog pristupa. Kroz znanstvene radove će se prikazati utjecaj ozljede ACL i pristupa liječenju ACL na razvoj osteoartritisa (OA) koljena.

Cilj rada je sažeti znanstvene radove na temu konzervativnog i operativnog liječenja ruptуре ACL-a te rezultate liječenja različitih operativnih tehnika te na jasan način prikazati pristup odabiru tipa liječenja bolesnika s rupturom ACL-a.

PREGLED LITERATURE NA ZADANU TEMU

Pravilan način zbrinjavanja ozljede ACL-a ovisi o nekoliko čimbenika. Oni su težina ozljede, bolesnikova aktivnost te specifičnost i dostupni resursi (22,23). Također je važno da operater bolesniku objasni što očekivati od operacije, rehabilitacije i potencijalne komplikacije pojedinih pristupa. U slučaju da se bolesnik odluči za konzervativni pristup te on bude neuspješan, postoji opcija odgođenog operativnog zahvata (24–26).

Odluka o operativnom pristupu

Mnogi čimbenici utječu na odluku je li potreban operativni pristup. Ti čimbenici su razina aktivnosti bolesnika, funkcionalno opterećenje koljena te prisutnost pridruženih ozljeda meniskusa ili ostalih ligamenata koljenog zgloba. Manje značajni čimbenici koji i dalje utječu su starost te zanimanje bolesnika. Bolesnici s ozljedama više struktura u koljenu, na primjer ozljeda ACL-a i meniskusa ili medijalnog kolateralnog ligamenta, obično zahtijevaju operativno zbrinjavanje zbog povećane nestabilnosti koljena. Povećana nestabilnost koljena često dovodi do značajnog ograničenja aktivnosti i raznih mehaničkih simptoma poput zaključavanja ili propadanja koljena te takve ozljede povećavaju rizik za razvoj osteoartritisa. Također, operativni pristup je preporučan kod bolesnika koji sudjeluju u sportu ili zanimanju s visokim opterećenjem ACL-a (oni sportovi koji uključuju skakanje, rotiranje oko fiksiranog stopala te nagla usporavanja ili promjene smjerova) i također kod ljudi koji imaju značajnu nestabilnost koljena (npr. koljeno

popušta kod penjanja uz stepenice) (22,24). U prošlosti je kriterij za operativni pristup bio anteriorna translacija više od 5 mm dobivena s KT1000 ili sličnim uređajem, no istraživanja propitkuju kolika je prediktivna vrijednost testova statične translacije u predviđanju funkcije koljena te potrebe za operativnom rekonstrukcijom (27). Prema dostupnim studijama je pozitivan „pivot shift test“ tri mjeseca nakon ozljede najbolji prediktor potrebe za kirurškim zahvatom (28). Trenutno ne postoje dugoročna istraživanja koja direktno uspoređuju stopu povratka sportu između sportaša koji su podvrgnuti operativnom i neoperativnom pristupu. No unatoč tome, neki autori smatraju da sportaši koji sudjeluju u sportovima koji uključuju naglu deceleraciju, rotaciju oko fiksiranog stopala i nagle promjene smjera imaju veću šansu povratku sportu ako im ACL bude kirurški rekonstruiran (29). Općenito gledajući profesionalni sportaši i mladi sportaši imaju najgori ishod s neoperativnim pristupom (17,30). Prema sustavnom pregledu literature 69 istraživanja koja su uključila 7556 sudionika, 81% bolesnika kod kojih je rekonstruiran ACL su se vratili bilo kakvoj vrsti sportske aktivnosti, dok je 65% njih zadržalo razinu kao i prije ozljede, a 55% profesionalnih sportaša se uspješno vratilo natjecanju (31). Ove stope su prilično niske s obzirom da otprilike 90% bolesnika povrati normalnu ili skoro normalnu funkciju koljena nakon operacije, što bi upućivalo da drugi čimbenici, poput strah od ponovne ozljede igraju veliku ulogu u bolesnikovoj odluci o povratku u sport. Prema radu, čimbenici koji su udruženi s uspješnim potpunim povratkom u sport su: simetrično izvedena vježbe skakanja na jednoj nozi, mlađa dob, muški spol, profesionalno bavljenje sportom te pozitivni psihološki pogled.

Profesionalni sportaši se mnogo češće vraćaju bavljenju sportom nego rekreativni sportaši. U drugom sustavnom pregledu literature na profesionalnim sportašima, 83% bolesnika se vratilo sportu (32). Ovisnost o sportu kao primarnoj zaradi najvjerojatnije

utječe na poboljšani ishod. Motivacija je sigurno jedan od važnijih čimbenika koji utječu na to hoće li se sportaš vratiti profesionalnom bavljenju sportom. Dok profesionalni sportaši imaju neke prednosti povratku sportu, poput dostupnosti kvalitetnoj medicinskoj usluzi i rehabilitaciji, najvjerojatnije njihova psihološka predanost sportu objašnjava ovu razliku. Manje aktivni bolesnici koji ne sudjeluju u sportovima koji uključuju čučnjeve, rotiranje oko fiksiranog stopala ili lateralne pokrete imaju manji rizik pogoršavanja ozljede koljena. Takvi bolesnici bi mogli biti kandidati za konzervativni pristup. Teoretski nema gornje dobne granice za operativni tretman ruptуре ACL-a. Iako su bolesnici stariji od 55 godina rjeđe podvrgnuti operativnom zahvatu, odluka o operaciji ovisi o bolesnikovim simptomima što uključuje nestabilnost koljena, nivo aktivnosti te procjenu ortopeda. Istraživanja napravljena na tu temu pokazuju da je rekonstrukcija ACL-a generalno uspješna i u bolesnika starijih od 40 godina(33–36).

Kirurški pristup liječenju ruptуре ACL-a

Graft

Rekonstrukcija ACL-a se generalno izvodi artroskopski koristeći tetivu kao graft koji zamijeni puknuti ACL. Odabir grafta je i dalje visoko debatirana tema među ortopedima. Pri odabiru grafta na odluku utječu čimbenici bolesnika (npr. prijašnja ozljeda koljena, komorbiditeti), resursi te edukacija i preferencija kirurga. Dodatno, kirurška tehnika, najviše pravilno pozicioniranje grafta igraju veliku ulogu u uspješnosti operacije, neovisno o vrsti grafta. Za rekonstrukciju ACL-a se mogu koristiti native (autograft) i kadaverične (alograft) tetive. Autograft se može uzeti s bolesnikove patelarne tetive tetive stražnje lože (semitendinosus i gracilis) ili tetive kvadricepsa. Većina mladih sportaša koji sudjeluju u visoko rizičnim sportovima su operirani s autograftom. Prednosti autografta su brže

cijeljenje, manji rizik ponovne ozljede i dostupnost. Nedostatci autografta su problemi donorskog mjesta, duže trajanje operacije i ograničenja oko odabira tetive, na primjer, veličina ili mjesto uzimanja grafta. Kao alograft se najčešće koristi Ahilova tetiva ili patelarna tetiva, no tetiva kvadricepsa i stražnje lože može se koristiti. Alografti su najčešće korišteni kod starijih sportaša koji se bave manje rizičnim sportovima. Na puno načina, alografti su usporedivi s autograftima, no stope ponovne ozljede ACL-a rekonstruiranog alograftom su veće u mladih bolesnika (37–39). Prednosti alografta uključuju kraće trajanje operacije, bez morbiditeta donorskog mjesta te pristup raznim veličinama tetiva. Neki nedostatci alografta su potencijalni prijenos zarazne bolesti imunološke reakcije, sporije remodeliranje i integracija te viša cijena (40). Rizik infekcije dobivene putem alografta je iznimno nizak. Iako postoje zabilježeni slučajevi prijenosa hepatitisa i HIV-a, nijedan takav slučaj se nije zabilježio od 2002. godine (41,42). Klinički značajne bakterijske infekcije događaju se u manje od 1% slučajeva (43,44). Najčešće korišteni autograftovi su ligament patele i tetiva stražnje lože (hamstrings). Niti jedan graft se nije uspio dokazati da je funkcionalno bolji od drugoga u istraživanjima (37,45–49). Potencijalna prednost patelarnog grafta je veća vlačna snaga i krutost u usporedbi s fiziološkim ACL-om. Dodatno, graftovi patelarne tetive uključuju i koštani dio grafta na oba završetka, što pomaže cijeljenju kosti unutar femoralnog i tibialnog kanala koji su napravljeni tijekom operacije te time omogućuju bržu fiksaciju grafta (41). Glavni nedostatak je bolnost donorskog mjesta koja se osobito očituje pri klečanju na operiranoj nozi. Sustavni pregledi literature potvrđuju da rekonstrukcija graftom patelarne tetive rezultira jačom boli u prednjem dijelu koljena naspram ostalih graftova (50–52). Bolovi najčešće nestanu tijekom prvih godinu dana, no ne u svim slučajevima. Iako graft tetive patele pruža veću stabilnost nego tradicionalni graft tetive stražnje lože, to nije slučaj ako

se koriste višeslojni graftovi tetive stražnje lože (46,52,53). Graftovi patelarne tetive su u nekim istraživanjima povezani s povećanim razvojem OA koljena, no kako mnogo drugih čimbenika utječe na razvoj OA-a, ne može se donijeti konkretan zaključak povećava li graft patelarne tetive rizik za OA direktno (54–56). Graft tetiva stražnje lože ima nekoliko prednosti. Korištenje tetive stražnje lože kao graft eliminira morbiditet patelarne tetive, najviše bolnost prednje strane koljena. Bolnost donorskog mjesta stražnje lože obično prestane nakon 3 mjeseca te se snaga stražnje lože vrati na razinu kao prije ozljede do otprilike 12 mjeseci od operativnog zahvata (51,57). Tetiva stražnje lože se također može preklopiti više puta što rezultira višeslojnim graftom koji je snažniji i čvršći te posljedično pruža veću stabilnost koljenu (58). S obzirom da su graftovi tetive stražnje lože napravljeni u potpunosti od tetive, jedan potencijalni nedostatak je potreba cijeljenja između tetive i koštanog tunela. Isto rezultira sporijom fiksacijom i u konačnici slabijim cijeljenjem naspram kost-na-kost cijeljenja kod grafta patelarne tetive (41,59). Graft tetive kvadricepsa se rjeđe koristi za rekonstrukciju ACL-a, ali u posljednje vrijeme postaje sve korišteniji s objavom istraživanja koja podržavaju ovaj pristup (60–62). Prednosti grafta tetive kvadricepsa su izbjegavanje ozljede infrapatelarne grane nervusa saphenousa, koja nastaje najčešće kod uzimanja grafta tetive stražnje lože te čuvanje dijela kosti oko tibialnog tuberkula tijekom operacije (63). Rekonstrukcija ACL-a tetivom kvadricepsa rezultira s manjom bolnošću donorskog mjesta u usporedbi s graftom patelarne tetive (64). Poput tetive stražnje lože tetiva kvadricepsa se može preklopiti da bi se kreirao višeslojni graft što rezultira povećanjem snaga grafta te na jednom kraju graft ima koštani dio što dopušta bolje srastanje tog kraja grafta u koštanom kanalu. U sustavnom pregledu literature 27 kliničkih istraživanja uključujući 2856 rekonstrukcija ACL-a, nije pronađena razlika u funkcionalnom ishodu, uključujući i puknuće grafta između bolesnika koji su

tretirani graftom tetive kvadricepsa naspram onih bolesnika koji su tretirani graftom ligamenta patele ili graftom tetive stražnje lože (60). Postoje sve uvjerljiviji dokazi da istovremena rekonstrukcija ACL-a s procedurom anterolateralne stabilizacije (Anterolateral Ligament Reconstruction) smanjuje stopu ponovne ozljede, no tu nedostaje prospektivnih kontroliranih istraživanja (65,66).

Trenutak operacije

Najbolji trenutak da se obavi rekonstrukcija ACL-a i dalje ostaje nejasan (67). Smatra se da je stanje ozlijeđenog koljena najvažniji čimbenik za odluku o trenutku operacije. Koljeno bi se trebalo moći kretati kroz puni opseg pokreta, biti bez veće otekline te imati adekvatnu snagu za vrijeme rekonstrukcije. Opažajna istraživanja pokazuju kako prerana kirurška rekonstrukcija povećava rizik artrofibroze, što označava ožiljkavanje, abnormalno tkivo te adhezije unutar koljena (68,69). Jedno ovakvo istraživanje je pronašlo da 70% bolesnika sa znakovima otekline koljena i upale za vrijeme rekonstrukcije eventualno razviju artrofibrozu. Jednom kada se izljev koljena razriješi te se vrati pokretljivost, rani operativni zahvat može rezultirati s boljom dugoročnom funkcijom koljena (26,70,71). Prema sistematskom pregledu, Bergersona i suradnika, primarno retrospektivnih podataka, rupturi meniskusa češće su se dogodile ako je operativni zahvat bio odgođen dulje od 3 mjeseca (72). Preporučeno je provesti 2 do 4 tjedna „prerehabilitacije“ da bi se maksimizirala snaga i mobilnost prije operacije (73). Ovako kratko odgađanje operacije se ne čini rizičnim (74). U jednom randomiziranom istraživanju koje je uključivalo zdrave odrasle osobe s akutnim nekomplikiranim ozljedama ACL-a, nije pronađeno razlike u simptomima ili bolesnikovoj percepciji funkcije koljena na 2, 5 i 10 godišnjoj kontroli između bolesnika koji su tretirani strukturiranom rehabilitacijom i

ranom kirurškom rekonstrukcijom (unutar 3 tjedna od ozljede) te onih bolesnika koji su tretirani sa strukturiranom rehabilitacijom i elektivnom odgođenom rekonstrukcijom (više od 4 tjedna nakon ozljede)(25,75). Na 10 godišnjoj kontroli, preko polovica bolesnika koji su bili u skupini koji su tretirani strukturiranom rehabilitacijom i elektivnom odgođenom rekonstrukcijom su bili podvrgnuti kirurškoj rekonstrukciji. Autori tvrde da bi ovaj pristup mogao značajno smanjiti broj operacija ACL-a bez negativnog utjecaja na ishode. Dugotrajno odgođena rekonstrukcija može povisiti rizik daljnje ozljede koljena, najviše ozljeda medijalnog meniskusa, što produžuje vrijeme potrebno da se sportaš vrati potpunoj aktivnosti (72,76–78). Slično istraživanje pokazalo je da nema klinički značajne razlike u ishodu između bolesnika podvrgnutim ranom kirurškom zahvatu i onih koji su tretirani rehabilitacijom te elektivnim kirurškim zahvatom (26).

Komplikacije kirurškog pristupa

Potencijalne kratkoročne komplikacije nakon operacije ACL-a uključuju infekcije i duboku vensku trombozu. Podatci kirurških registara i prikaza slučajeva pokazuju da je stopa za obje komplikacije manja od 1% (79,80). Gubitak pokretnosti zgloba, primarno gubitak potpune ekstenzije, se dogodi u otprilike 8% bolesnika. Rizik gubitka mobilnosti je smanjen pravilnom pre- i postoperativnom fizikalnom terapijom kako bi se maksimizirala mobilnost koljena. Česta je bolnost prednje strane koljena, posebno među onim bolesnicima koji su imali graft ligamenta patele, no bol često nestane tijekom 1 do 2 godine. Važnije dugoročne komplikacije rekonstrukcije ACL-a uključuju OA koljena, propadanje grafta, kiklop leziju te artrofibrozu. Rekonstrukcija ACL-a vjerojatno ne smanjuje rizik dugoročno za razvoj OA. Propadanje grafta se prijavljuje u oko 6% bolesnika te se može dogoditi zbog loše operativne tehnike, neprepoznate konkominantne ozljede

te ponovne ozljede povezane s preranim vraćanjem visoko rizičnom sportu (80–82). Artrofibroza nije u potpunosti razjašnjena no sastoji se od ožiljkavanja, rasta abnormalnog tkiva i priraslica koje se razvijaju tijekom i nakon traume ili operacije te ograničavaju pokretljivost i uzrokuju bolnost (83). Nakon rekonstrukcije ACL-a, artrofibroza se razvije u otprilike 2-10% bolesnika (84–88). Čimbenici rizika nisu dobro istraženi, ali loše pozicioniranje grafta, ograničena pokretljivost koljena prije operacije i slabo pridržavanje fizikalne terapije nakon operativnog zahvata mogu povećati rizik. Još jedna od mogućih komplikacija je kiklop lezija koja nastaje u otprilike 5% bolesnika nakon operativnog zahvata rekonstrukcije ACL-a. Kiklop lezija je lokalizirana prednja artrofibroza koljena kao posljedica krivog pozicioniranja grafta koji se postavi previše anteriorno te uslijed sruza između rekonstruiranog ligamenta i kondila femura dolazi do pojave boli i nemogućnosti potpune ekstenzije koljena(89). Tretman artrofibroza je obično artroskopska operacija debridmenta zgloba praćena fizikalnom terapijom te u slučaju nezadovoljavajućih rezultata rekonstrukcije bolesnici su podvrgnuti revizijskom operativnom zahvatu, odnosno ponovnoj rekonstrukciji ACL-a s ispravnim pozicioniranjem grafta. Rezultati su obično poboljšanje pokretljivosti koljena, no nedostaje kvalitetnih dokaza (84).

Odluka o konzervativnom pristupu

Manji se dio bolesnika s ozljedama ACL-a može bez rekonstrukcije vratiti profesionalnom sportu (90). Procjena sposobnosti povratka sportu ubrzo nakon ozljede najbolje se izvodi testovima dinamičke neuromišićne funkcije (27,91,92). Identifikacija bolesnika koji bi mogli funkcionirati bez operativnog pristupa bi tim bolesnicima omogućila brži povratak sportu, time bi izbjegli operativni zahvat koji bi zahtijevao isključenje iz bilo kakvih sportskih aktivnosti. Ovakav pristup podržava i prospektivno istraživanje na 345

bolesnika, aktivnih u sportu s velikim opterećenjem koljena, koji su zadobili ozljedu ACL-a te bili ispitani unutar 7 mjeseci od ozljede (27). Prema istraživanju, dinamičko funkcionalno testiranje (set vježbi skakanja) bolje je predvidjelo tko bi se mogao vratiti sportu na razini kao i prije ozljede bez rekonstrukcije ACL-a naspram izoliranog testiranja snage ili opseg pokreta. U navedenom istraživanju, 88 od 146 sportaša koji su preliminarnom rehabilitacijom povratili minimalnu snagu i pokretljivost koljena te su prošli dinamičke funkcionalne testove, odabrali su konzervativni pristup rehabilitacijom kao primarni način zbrinjavanja ozljede ACL-a. Nakon 10 godina u ispitivanju je ostalo 61 od 63 sportaša koji su se nastavili baviti sportom, od kojih je 25 nastavilo u potpunosti bez rekonstrukcije, dok su 36 bolesnika ipak imala rekonstrukciju ACL-a. Rezultati ovog i još jednog istraživanja predlažu da postoji skupina aktivnih bolesnika, koje još ne možemo utvrditi točno, kojima je neoperativni pristup ipak potencijalna opcija (25,27). No, potrebna su daljnja istraživanja kako bi se sa sigurnošću mogli odabrati ovakvi bolesnici. Kod bolesnika s niskim funkcionalnim zahtjevima koljena te kod sportaša koji sudjeluju u sportovima bez velikog opterećenja na koljeno, poput onih s linearnim ne decelerirajućim pokretima, konzervativni pristup je opravdan (4,22). Uz neke modifikacije aktivnosti i pravilnu rehabilitaciju, ovakvi bolesnici mogu imati dobre rezultate (93,94). Ovi bolesnici trebaju raditi s kvalificiranim fizioterapeutom nakon ozljede kako bi poboljšali snagu i propriocepciju potrebnu za funkciju koljena te tako smanjili rizike degenerativnih bolesti koljena ili daljnje ozljede. Ako odlučujemo konzervativno liječiti kompletnu rupturu ACL-a, važno je shvatiti mogući redoslijed događaja. Iako su kvalitetna istraživanja ovih ishoda rijetka što ograničava mogućnost donošenja sigurne odluke, koljeno bez prednjeg ukriženog ligamenta ima veći rizik za ozljedu meniskusa, zglobne hrskavice, kroničnu bol i smanjenu aktivnost bolesnika(95–101).

Rehabilitacija nakon rekonstrukcije ACL-a

Principi rehabilitacije

Novi pristupi rehabilitacija ACL-a se razvijaju konstantno. Svejedno, nekoliko principa rehabilitacije konstantno su se ustanovili kao važni za kompletan oporavak (102). Kao primjer, potpuni opseg kretnji, posebno ekstenzija koljena, treba biti potican odmah nakon rekonstrukcije ACL-a. Nemogućnost povratka normalnog opsega kretnji koljena je povezano s povećanim rizikom za nastanak OA (103). Smanjenje otekline, aktivacija bedrenog mišića ispružanje koljena, savijanje koljena i ponovno učenje pravilnog hoda pomoću štaka su glavne odrednice rane rehabilitacije. Vježbe zatvorenog lanca za jačanje stražnje lože i kvadricepsa su učinkovite za inicijalnu rehabilitaciju (104). Postoji prijedor oko vježbi otvorenog kinetičkog lanca u rehabilitaciji ozljede ACL-a. No prema sistematskom pregledu i meta analizi, vježbe otvorenog kinetičkog lanca su bolje u jačanju kvadricepsa te jednako ili više učinkovite u poboljšanju stabilnosti koljena(105). Prema ograničenim dokazima, naporne vježbe otvorenog kinetičkog lanca ne bi se smjele dodati ranije od 6 tjedana nakon operacije (104,106,107). Vježbe otvorenog kinetičkog lanca koje ne stvaraju stres u koljenu ili mjestu kirurškog grafta se mogu koristiti odmah nakon operacije. U prvoj fazi rehabilitacije nakon ozljede, koja traje 2 tjedna nakon rekonstrukcije, potrebno je fokusirati se na zaštitu grafta. Kao pomoć u kontroli pokreta može se koristiti ortoza koja u početku dopušta fleksiju do 50° te se povećava 5-10° svaki dan prema toleranciji bolova. U ovoj fazi se izvode izometrične vježbe jačanja kvadricepsa te vježbe mobilizacije patele. U drugoj fazi rehabilitacije (3-6 tjedana nakon rekonstrukcije), kada se postigne potpuna ekstenzija koljena, skida se ortoza te se koriste vježbe za povećanja opsega pokreta koljena te jačanje okolnih mišića. U ovoj se fazi

postepeno uvode vježbe ravnoteže i hoda. U trećoj fazi (6-12 tjedana nakon rekonstrukcije) se dalje razvija snaga, fleksibilnost te opseg pokreta koljena. Cilj ove faze je normalan hod 20 minuta bez boli. U četvrtoj fazi (12-24 tjedana nakon rekonstrukcije) cilj je postignuti potpuni opseg pokreta te zadovoljavajuću propriocepciju i stabilnost koljena uz dostizanje snage kvadricepsa i stražnje lože najmanje 80% zdrave noge. U svim fazama rehabilitacije se koristi krioterapija za smanjenje oteknuća i boli koljena (108). Vježbe za poboljšanje biomehanike specifične za sport kojim se bolesnik bavi, također trebalo bi uključiti u postoperativnu rehabilitaciju (109,110). Bolesnici koji se odluče za konzervativni pristup također imaju dobrobiti od svih ovih navedenih vježbi te bi trebali sudjelovati u opsežnom rehabilitacijskom programu nakon ozljede. Motivirani bolesnici mogu izvoditi postoperativnu rehabilitaciju samostalno bez razlike u dugoročnim ishodima (111). Bolesnici koji žele izvoditi rehabilitaciju samostalno moraju dobiti jasne upute kako izvoditi vježbe ispravno. Nadalje, moraju demonstrirati pravilnu tehniku fizioterapeutu prije započinjanja rehabilitacije. Također, postoje posebni protokoli rehabilitacije ovisno o mjestu grafta (112). Brojni uređaju su se koristili u rehabilitaciji, ali često nema dokaza o njihovoj učinkovitosti. Sistematski pregledni rad, Wrighta i suradnika, nije pronašao prednost korištenja stroja za pasivni pokret nakon operacije (104). Korištenje ortoze nakon operacije ovisi o bolesnikovoj preferenciji kao i preferenciji kirurga. Sustavni pregledi literature korištenja ortoza nakon rekonstrukcije ACL-a ne pokazuju jasne dokaze boljih ishoda ili smanjenog rizika ponovne ozljede među bolesnika koji su koristili ortozu (113–115).

Vraćanje aktivnostima i sportu

Postoji mala količina kvalitetnih istraživanja koji predlažu trenutak kada se bolesnik može vratiti potpunoj aktivnosti i sportu (116–119). No, stopa ponovne ozljede nakon rekonstrukcije je značajna, oko 20%, čak i više u mladim sportaša te prerani povratak sportu sigurno povećava rizik za ponovnu ozljedu ili insuficijenciju grafta (120–122). Smatra se da se bolesnik može sa sigurnošću vratiti sportu kada ozlijeđeno koljeno pokaže snagu, propriocepciju te funkciju približno jednaku neozlijeđenom koljenu. To bi uključivalo sljedeće kliničke kriterije: donji ekstremiteti pokazuju jednaku snagu u svim većim skupinama mišića i pokreta, balansiranje na jednoj nozi je jednako s otvorenim i zatvorenim očima, sposobnost da se izvedu dinamički pokreti u svim smjerovima su jednaki za obje noge te pokreti specifični za sport se mogu izvesti u punoj brzini bez bolova, nestabilnosti ili šepanja. Ne bi trebalo biti vremensko ograničenje za dostizanje ovih ciljeva te se niti jedan sportaš ne bi trebao vratiti sportu bez da ispuni sve kriterije. Očekivani povratak potpunoj aktivnosti i sportu je između 8 i 12 mjeseci nakon operacije i ovisi o bolesnikovom funkcionalnom statusu, sportu i pridržavanju rehabilitacijskog programa. Svejedno, minimalno 10 mjeseci rehabilitacije prije povratka sportu može smanjiti rizik od ponovljene ozljede, posebno u visoko rizičnim sportovima. To se postiže tako što ćemo biti sigurni da su ciljevi rehabilitacije dostignuti te je graft u potpunosti inkorporiran. U nekim slučajevima, 18 mjeseci ili više, potrebno je da se graft u potpunosti inkorporira, što samim time produžava vrijeme do potpunog oporavka. Unatoč kompleksnim zahtjevima koljenog zgloba tijekom sudjelovanja u visoko rizičnim sportovima i značajnom riziku ponovne ozljede nakon rekonstrukcije ACL-a, objavljeni kriteriji za određivanje može li se sportaš vratiti sportu sastoje se najviše od vremena koje

je prošlo te jednakosti snage u obje noge (118). Sustavni pregled literature preko 264 istraživanja povratka sportu nakon rekonstrukcije ACL-a je pronašao samo 35 istraživanja s objektivnim kriterijima za povratak sportu (123). U mnogim istraživanjima, vrijeme proteklo od operacije je jedini kriterij. Sustavni pregled literature istraživanja testova za povratak sportu nakon operacije pronašao je da dostizanje kriterija testova nije imalo značajno smanjenje ponovljene ozljede koljena, ali je bilo povezano s manjim rizikom ruptur ACL grafta (117). Unatoč tome, autori su pronašli da čak i istraživanja koja su pokazivala manju stopu ruptur grafta, statistički značajno bio je povećan rizik za ozljedu kontralateralnog ACL-a među bolesnicima koji su zadovoljili kriterije testiranja. Potrebno je još istraživanja kako bi se identificirali najkorisniji kriteriji za određivanje kada je sportaš spreman vratiti se sportu s minimalnim rizikom od ponovljene ozljede, ruptur grafta te ozljede kontralateralnog ACL-a. Ti kriteriji će najvjerojatnije uključivati kombinaciju čimbenika poput kretnje koljena, snage podražavajućih mišića te neuromuskularne funkcije. Također, sportašev subjektivni osjećaj da je spreman vratiti se sportu ne korelira s objektivnom procjenom snage i agilnosti te se ne bi trebao koristiti kao pouzdani kriterij za raniji povratak sportu (124). Neki bolesnici se mogu vratiti potpunoj aktivnosti već nakon 6 mjeseci rehabilitacije (neki profesionalni sportaši i ranije). Za određene sportaše koji se žele brzo vratiti natjecanju, ranije uključivanje možda i nije nepovoljno, ako se pravilni i strogi rehabilitacijski program odradi do kraja i dostignu se funkcionalni ciljevi (104). Doduše istraživanja koja podržavaju ranije uključivanje u sport uključuju mali broj bolesnika te bi se trebalo biti oprezan zbog mogućnosti ponovne ozljede (81). Ubrzani povratak sportu se odvija prije nego što se ACL graft u potpunosti inkorporirao u koljeno. Sportaši koji sudjeluju u ubrzanim rehabilitacijskim programima češće pokazuju abnormalne pokrete zgloba i relativnu slabost do 22 mjeseca nakon operacije. Iako su

istraživanja ograničena, raniji povratak sportu može povisiti rizik od razvoja OA koljena (125).

Rizik ponovne ozljede

Nakon rekonstrukcije ACL-a, značajni su rizici rupture grafta te ozljede kontralateralnog ACL-a (120–122). Ova činjenica potvrđuje važnost kompleksnog rehabilitacijskog programa prije povratka sportu. U sustavnom pregledu literature i meta analizi 24 istraživanja elitnih sportaša, stopa rupture grafta je bila 5,2% (32). U drugom sustavnom pregledu literature i meta analizi 14 istraživanja, ukupna stopa rupture grafta je bila 7%, no kod bolesnika mlađih od 25 godina je porasla na 10% (122). Dodatno, stopa ruptura za neozlijeđeni ACL je bila 11% u ovoj mlađoj kohorti. Prema sustavnom pregledu literature 71 istraživanja s preko 600.000 sportaša, čimbenici povezani s povećanim rizikom ponovne ozljede ACL uključuju muški spol, mlađu dob, predoperativno veliki opseg kretnji koljena, povratak visokoj razini aktivnosti ili sportu te konkominantna ozljeda kolateralnog ligamenta (126).

Rizik od osteoartritisa

Trenutno se vodi debata o tome povećava li nedostatak ACL-a rizik za nastanak osteoartritisa. Smatra se da je rizik nastanka OA multifaktorijalan te da jačina primarne traume, stupanj ozljede meniskusa, kvaliteta rekonstrukcije, biomehanika koljena i bolesnikova aktivnost nakon zahvata igraju ulogu kao glavni rizici za nastanak OA (96,127–132). Do sada objavljena istraživanja i sustavni pregledi literature pokušali su utvrditi rizike za razvoj OA nakon ozljede ACL-a. Kvalitetna istraživanja s radiološkom kontrolom nakon minimalno 10 godina pokazala su da je prevalencija OA u bolesnika s izoliranom

ozljedom ACL-a između 0-13%, što je niže nego što se prije mislilo (95). Zatim su istraživanja i sustavni pregledi literature pronašli da je prevalencija OA viša u bolesnika s dodatnim ozljedama koljena uz ozljedu ACL-a. Rezultati se kreću od 20% do 50% (97,100,129,131,133,134). Jedan sustavni pregled literature i meta analiza su pronašli da kirurški pristup nije povezan s redukcijom prevalencije OA, što podržava teoriju da je OA multifaktorijalan (135). Smatra se da degenerativni OA nastane neovisno o tome koji pristup odaberemo, kirurški ili konzervativni (96,99,135). Prema nekoliko istraživanja, rizik razvoja OA u koljenu s rekonstruiranim ACL-om je nekoliko puta veća nego u neozlijeđenom koljenu istog bolesnika (99,134). U sustavnom pregledu literature i meta analizi 53 istraživanja, koja uključuju više od 185.000 bolesnika s izoliranom ozljedom ACL-a i preko 725.000 bolesnika s kombiniranim ozljedama ACL-a i meniskusa, autori su pronašli veći rizik za razvoj OA ukoliko je udružena ozljeda ACL-a i meniskusa. Omjer izgleda (OR) za izoliranu ozljedu ACL-a je 4,2 te je OR za kombiniranu ozljedu je 6,4. Zbog ograničenja uključenih istraživanja rezultati se moraju interpretirati s oprezom te se svejedno mora uzeti u obzir svaki bolesnik zasebno kao i kliničke okolnosti. Važno ograničenje skoro svih istraživanja uključenih u ove sistematske preglede je nemogućnost uračunavanja bolesnikove razine aktivnosti nakon ozljede. Možemo pretpostaviti da je aktivnost tipično veća u bolesnika koji se podvrgnu kirurškoj metodi, što povećava rizik za nastanak OA. Također, kirurški pristup bi mogao biti vjerojatniji kod bolesnika kod kojih je ozljeda koljena bila veća, još jedan od važnih čimbenika za nastanak OA. Čini se malo vjerojatno da rekonstrukcija ACL-a sama po sebi povećava rizik za nastanak OA, ali bi mogao biti marker za ove ostale čimbenike. Još jedno ograničenje većine opazajnih istraživanja je ograničen vremenski raspon. Poznavajući razvoj OA, može se zaključiti da bi trebao puno duži period kontrola nakon ozljede da bi se otkrili znakovi OA-a u bolesnika

tretiranih konzervativnim metodama. U svojem sustavnom pregledu literature, Chalmer i ostali su baš zbog navedenog problema, za pregled odabrali istraživanja s kontrolom nakon minimalno 10 godina. Ta istraživanja su uključila 1.585 bolesnika koji su tretirani kirurški i 685 bolesnika koji su tretirani konzervativno. Pronašli su da bolesnici koji su primarno tretirani kirurškom metodom imali rjeđe potrebnu naknadnu operaciju koljena, uključujući i operacije meniskusa. Nadalje, bolesnici koji su tretirani neoperativno su imali veliko smanjenje aktivnosti temeljem „Tegner“ bodovnog sustava iako se apsolutni nivo aktivnosti na zadnjoj kontroli (prosječno 13,9 godina nakon ozljede) nije signifikantno razlikovao između te dvije skupine bolesnika. Također su pronašli da nije bilo razlike u OA koji se može vidjeti na rendgenu između operativne i konzervativne skupine bolesnika, 35,3% za bolesnike koji su bili operirani te 32,8% za bolesnike koji su konzervativno tretirani (136). U kohortnom istraživanju, Shelbourne i ostali, su pregledali radiološke procjene 432 koljena nakon minimalno 20 godina nakon rekonstrukcije ACL-a. Pronašli su da 28,6% bolesnika je razvilo umjereni do teški OA. Zaključili su da statistički važni čimbenici za razvoj OA su starija dob za vrijeme operativnog zahvata, medijalna meniscektomija te ograničena ekstenzija koljena nakon operacije (137).

Rizik naknadne ozljede koljena

Sekundarna ozljeda meniskusa relativno je česti slijed događaja nakon rupture ACL-a te je važan čimbenik u razvoju OA koljena (131,138). Iako je kvaliteta dokaza ograničena, rizik sekundarne ozljede meniskusa čini se veći u bolesnika koji su operativni zahvat odgodili više od nekoliko mjeseci nego u onih koji su liječeni konzervativno (138–142). Ove zaključke podržavaju i nekoliko opažajnih istraživanja, uključujući istraživanje koje je uključilo 1.398 bolesnika iz baze podataka ACL ozljeda u kojima je stopa sekundarne

ozljede meniskusa u ozlijeđenom koljenu bila 7% za bolesnike koji su imali operativni zahvat unutar 6 mjeseci nakon ozljede, 33% kod onih koji su operativni zahvati odgodili više od 6 mjeseci nakon ozljede, a 19% u onih bolesnika koji su odabrali konzervativni pristup (139). Većina sekundarnih ozljeda meniskusa zahtijeva kiruršku intervenciju. Uz povišen rizik sekundarne ozljede meniskusa, odgođeni operativni zahvat bi mogao i povećati težinu ozljede meniskusa koja se onda ne može popraviti nego se meniskus mora resecirati (143).

RASPRAVA

Prednja ukrižena sveza važan je ligament koljena koji se najčešće ozljedi kod sportaša tijekom beskontaktno rotacijske ozljede pri anteriornoj translaciji tibije dok je koljeno flektirano i u valgusu ili kao posljedica direktne traume na lateralnu stranu koljenog zgloba (1). Akutno zbrinjavanje rupture ACL-a je odmor, hlađenje, kompresija ozlijeđenog koljena te podizanja ozlijeđenog ekstremiteta (eng. RICE = Rest ice, Compression, Elevation). Ispravan način tretiranja ozljede ACL-a ovisi o čimbenicima poput težine ozljede, bolesnikove aktivnosti te specifičnosti i dostupnim resursima (22,23). Najčešće bolesnik koji ozljedi više struktura u koljenu zahtijeva operativno zbrinjavanje zbog povećane nestabilnosti koljena koja dovodi do velikih ograničenja aktivnosti (22,24).

Trenutno nema jednoznačnog odgovora koji su kriteriji treba li bolesnik s ozljedom ACL-a rekonstrukciju, no neki stručnjaci su uvjereni da je pozitivan „pivot shift“ test tri mjeseca nakon ozljede najbolji prediktor potrebe za kirurškim zahvatom (28). U ovom trenutku, ne postoje dugoročna istraživanja koja direktno uspoređuju operativni i neoperativni pristup te njihov utjecaj na povratak sportu nakon ozljede ACL-a. Za uspješni povratak sportu

postoje čimbenici koji to mogu predvidjeti: simetrično izvedena jednonožna vježbe skakanja, mlađa dob, muški spol, profesionalno bavljenje sportom te pozitivni psihološki pogled (31). Bolesnici koji bi mogli biti kandidati za konzervativni pristup su manje aktivni bolesnici koji ne sudjeluju u rizičnim sportovima koji uključuju čučnjeve, rotiranje oko fiksiranog stopala ili lateralne pokrete, zbog čega imaju manji rizik od pogoršanja ozljede koljena (4,22). Uz ovakve bolesnike postoji i skupina aktivnih bolesnika, koji se još ne mogu utvrditi točno, kojima je neoperativni pristup ipak potencijalna opcija (25,27). U svrhu potencijalnog odabira ovih bolesnika, dinamičko funkcionalno testiranje (set vježbi skakanja) pokazalo se bolje u predviđanju tko bi se mogao vratiti sportu na razini kao i prije ozljede bez rekonstrukcije ACL-a, naspram izoliranog testiranja snage ili opsega pokreta. No unatoč tome, potrebno je napraviti još kvalitetnih istraživanja kako bi se mogli odabrati navedeni bolesnici sa sigurnošću. Kod pristupa potpunoj rupturi ACL-a konzervativno, koljeno bez ACL ligamenta ima veći rizik za ozljedu meniskusa, zglobne hrskavice, kroničnu bol i često dolazi do smanjene aktivnosti bolesnika (95–101).

Kod kirurškog pristupa rupturi ACL-a još se uvijek vodi debata o odabiru grafta i najboljem trenutku za operaciju. Rekonstrukcija ACL-a se danas najčešće izvodi artroskopski te se kao zamjena za rupturirani ACL najčešće koristi graft tetive. Pri odabiru grafta treba razmišljati o određenim čimbenicima poput: čimbenici bolesnika (npr. prijašnja ozljeda koljena, komorbiditeti), resursi te edukacija i preferencija kirurga. Usprkos svim čimbenicima, veliku ulogu u uspješnosti same rekonstrukcije ACL-a igra kirurška tehnika, a ponajviše pravilno pozicioniranje grafta, neovisno o vrsti grafta. Pri operativnom pristupu rekonstrukciji ACL-a mogu se koristiti native (autograft) i kadaverične (alograft) tetive te pri odabiru treba razmišljati o prednostima i nedostacima navedenih graftova. Najveće prednosti autografta su brže cijeljenje, manji rizik ponovne ozljede i dostupnost.

Glavni nedostaci autografta su problemi donorskog mjesta, duže trajanje operacije i ograničenja oko odabira tetive, na primjer, veličina ili mjesto uzimanja grafta. Prednosti alografta ključne pri odluci su kraće trajanje operacije, bez morbiditeta donorskog mjesta te pristup raznim veličinama tetiva te s druge strane nedostaci su potencijalni prijenos zarazne bolesti imunološke reakcije, sporije remodeliranje i integracija te viša cijena naspram autografta (40). Bitno je za naglasiti iako su alografti usporedivi s autograftima, stope ponovne ozljede ACL-a su veće u mlađih bolesnika s alograftom (37–39). Danas se pri rekonstrukciji ACL-a najčešće koriste graft ligamenta patele ili tetive stražnje lože. Oba navedena grafta su dobar odabir za rekonstrukciju jer prema istraživanjima oba imaju jednake funkcionalne ishode nakon rekonstrukcije (37,45–49). U zadnje vrijeme graft tetive kvadricepsa, objavom istraživanja koja podržavaju njegovo korištenje, postaje sve korišteniji (60–62). U istraživanjima, navedene prednosti grafta tetive kvadricepsa su poštediti oštećenja tibialnog tuberozitasa i izbjegavanje ozljede infrapatelarne grane nervusa saphenousa tijekom operacije (63). Još uvijek nije poznato koji je najbolji trenutak za rekonstrukciju ACL-a (67). Pri odluci o trenutku operacije, najvažniji čimbenik je stanje koljena s rupturom ACL-a, a neke od stavki koje se uzimaju u obzir su: koljeno bi se trebalo moći kretati kroz puni opseg pokreta, biti bez veće otekline te imati adekvatnu snagu. Odluka o trenutku operativnog pristupa je važna zato što su istraživanja pokazala kako je rizik od artrofibroze veći s preranom kirurškom rekonstrukcijom (68,69). Da bi se spriječio nastanak artrofibroze, preporuča se „prererehabilitacija“ u trajanju od 2 do 4 tjedna nakon ozljede (73,74). Jedan od mogućih načina da se smanji broj operacija ACL-a bez negativnog utjecaja na ishod bi bio da bolesnici budu tretirani strukturiranom rehabilitacijom i elektivnom odgođenom kirurškom rekonstrukcijom (25,75). No, potreban je oprez jer dugotrajna odgođena rekonstrukcija može povisiti rizik daljnje

ozljede koljena i time produžuje vrijeme potrebno da se sportaš vrati potpunoj aktivnosti (72,76–78). Pri odluci o operativnom pristupu treba razmišljati također o kratkoročnim i dugoročnim komplikacijama. Kratkoročne komplikacije su infekcija i duboka venska tromboza te je stopa za obje komplikacije manja od 1%. Neke dugoročne komplikacije su gubitak pokretnosti zgloba u otprilike 8% bolesnika, gdje se najčešće izgubi potpuna ekstenzija koljena (79,80). Uz navedenu komplikaciju, može doći i do OA koljena, artrofibroze (otprilike 2-10% bolesnika), propadanja grafta te kiklop lezije (otprilike 5% bolesnika). Propadanje grafta se događa u otprilike 6% bolesnika te je najčešće rezultat loše operativne tehnike, neprepoznate konkominantne ozljede ili ponovne ozljede povezane s preranim vraćanjem rizičnom sportu (80–82,84–88). Pristup kiklop leziji je revizijski operativni zahvat kojim ponovno rekonstruiramo ACL. Pristup artrofibrozi je artroskopski debridment zgloba i fizikalna terapija. Potencijalni čimbenici rizika za nastanak artrofibroze su ograničena mobilnost koljena prije operacije te slabo pridržavanje fizikalne terapije nakon operativnog zahvata, no ne možemo ih još odrediti sa sigurnošću (84).

Razvoj rehabilitacije ACL-a je još uvijek u tijeku, no nekoliko principa je utvrđeno kao ključno za potpuni oporavak (102). Odmah nakon rekonstrukcije ACL-a treba biti potican potpuni opseg kretnji, najviše ekstenzija koljena. Za inicijalnu rehabilitaciju se koriste vježbe zatvorenog lanca za jačanje stražnje lože i kvadricepsa, a nakon inicijalne rehabilitacije uvode se vježbe otvorenog kinetičkog lanca, vježbe za poboljšanje ravnoteže, propriocepcije te snage trupa, kao i vježbe za poboljšanje biomehanike specifične za sport kojim se bolesnik bavi (104,109,110). Iako se još uvijek vodi rasprava o sigurnosti vježbi otvorenog kinetičkog lanca pri rehabilitacije rupture ACL-a istraživanja su pokazala da su superiorne u jačanju bedrenog mišića. Također, u usporedbi s vježbama zatvorenog

kinetičkog lanca, vježbe otvorenog kinetičkog lanca su jednako ili više učinkovite u poboljšanju stabilnosti koljena te bih ih se trebalo uključiti u plan rehabilitacije 6 tjedana nakon rekonstrukcije ACL-a (104–107). Čak je moguće i ranije uključiti vježbe otvorenog kinetičkog lanca, ako ne stvaraju stres u koljenu i mjestu kirurškog grafta. To su vježbe poput podizanja ravne noge izometrična kontrakcija kvadricepsa te jednostavna dorzifleksija i plantarna fleksija stopala kao vježba za mišiće potkoljenice. Danas se najčešće koriste protokoli za rehabilitaciju u 4 faze koje imaju svoje određene ciljeve i pristup. U ranijim fazama se treba fokusirati na zaštitu grafta te postepenom povećanju opsega pokreta dok je u kasnijim fazama fokus na razvijanju snage, propriocepcije, stabilnosti koljena i potpunog opsega kretanja koljena. Često se pri rehabilitaciji koriste ortoze kako bi se ograničila fleksija koljena i time zaštitile graft, no istraživanja korištenja ortoza nakon rekonstrukcije ACL-a ne pokazuju dokaze boljih ishoda ili smanjeni rizik ponovne ozljede (113–115). Prema tome, odluka o korištenju ortoze ovisi o preferenciji bolesnika i kirurga.

Trenutna istraživanja koja predlažu trenutak kada se bolesnik može vratiti potpunoj aktivnosti i sportu su nedovoljna da bi se mogao donesti konkretan odgovor, no stopa ponovne ozljede nakon rekonstrukcije ACL-a je značajna te je poznato da prerani povratak sportu sigurno povećava rizik za ponovnu ozljedu (116–122). Prilikom procjene stanja za povratak sportu nužno je da ozlijeđeno koljeno pokaže snagu, propriocepciju te funkciju približno jednaku neozlijeđenom koljenu. Dostignuće navedenih kriterije te povratak sportu se očekuje između 8 i 12 mjeseci nakon operacije. Kod visoko rizičnih sportova preporučeno je imati minimalno 10 mjeseci rehabilitacije kako bi se osiguralo da je graft u potpunosti integriran te da su postignuti ciljevi poput zadovoljavajuće kretnje koljena, snage podražavajućih mišića te neuromuskularne funkcije. Za potpunu integraciju grafta,

kod nekih bolesnika, može proći i više od 18 mjeseci što odgađa trenutak povratka sportu (118). Zanimljivo je da sportašev subjektivni osjećaj povratka sportu ne korelira s objektivnom procjenom snage i agilnosti te se ne može koristiti kao pouzdani kriterij za raniji povratak sportu (124).

Rizik od ponovljene ozljede ACL-a imaju bolesnici muškog spola, mlađe dobi, predoperativno velikog opsega kretnji koljena, koji se vraćaju visokoj razini aktivnosti ili sportu te oni bolesnici koji imaju konkominantnu ozljeda kolateralnog ligamenta (126). Nakon rupture ACL-a često dolazi do sekundarne ozljede meniskusa koja je važan čimbenik za razvoj OA koljena (131,138). Unatoč tome što su istraživanja slabije kvalitete, kod bolesnika koji su operativni zahvat odgodili više od nekoliko mjeseci primjećuje se da je rizik od sekundarne ozljede meniskusa veći, naspram onih bolesnika koji su tretirani konzervativno rehabilitacijom (138–142). Potreban je oprez jer teža ozljeda meniskusa može zahtijevati resekciju istog te dokazano povećava rizik za nastanak OA koljena (97,100,129,131,133,134,143). Nije moguće sa sigurnošću utvrditi povećava li nedostatak ACL-a rizik za nastanak osteoartrisa. Dio istraživanja je pronašao da veliki utjecaj na rizik za razvoj OA ima stupanj traume zgloba zadobiven tijekom primarne ozljede koja je uzrokovala rupturu ACL-a. Ostali čimbenici pored stupnja primarne traume su: stupanj ozljede meniskusa, kvaliteta kirurške rekonstrukcije, biomehanika koljena te bolesnikova starost i aktivnost nakon zahvata (96,127–132). Prema istraživanju, kirurški pristup nije povezan sa smanjenom incidencijom OA (135). S posebnom je pažnjom potrebno pristupiti eventualnoj pristranosti odabira jer bolesnici koji odaberu kirurški tretman obično imaju aktivniji život i stavljaju veće potrebe na tretirano koljeno. Svejedno većina studija je retrospektivna i dvojbene kvalitete dokaza. Nadalje, različite radiološke sheme su korištene za procjenu OA što otežava uspoređivanje istraživanja. Također,

degenerativni OA nastaje kod bolesnika neovisno o pristupu tretiranja rupture ACL-a (96,99,135). Iz svega navedenoga, zaključuje se da je razvoj OA multifaktorijalan te je potrebno provesti dodatna kvalitetna istraživanja kako bi se sa sigurnošću mogao utvrditi utjecaj pristupa tretiranja rupture ACL-a na OA koljena.

ZAKLJUČCI

ACL je jedan od najčešće ozlijeđenih ligamenata koljena. Najčešći mehanizam ozljede je beskontaktna, naglom deceleracijom ili rotacijom oko stopala tijekom sportske aktivnosti. Klinički, bolesnici se prezentiraju s akutnim oticanje koljena, hemartrozom, osjećajem da je koljeno nestabilno ili propada te navode da su čuli pucanje u koljenu za vrijeme ozljede. Akutni pristup ozljedi je odmor, hlađenje, kompresija i podizanje noge (RICE akronim – Rest, Ice, Compression, Elevation). O jačini ozljede, razini bolesnikove aktivnosti te dostupnim resursima ovisi hoće li se bolesniku pristupiti operativno ili neoperativno. Bolesnici sa simptomatskom nestabilnosti koljena najčešće zahtijevaju rekonstrukciju. No, ne postoje objedinjeni kriteriji treba li bolesnik rekonstrukciju. Bolesnici kojima bi mogli pristupiti konzervativno su manje aktivni bolesnici koji ne sudjeluju u visoko rizičnim sportovima. Bolesnici s ozljedama više struktura u koljenu, značajnom nestabilnošću koljena te oni koji se bave visoko rizičnim sportom obično zahtijevaju operativni pristup. Među ovakvim aktivnim bolesnicima postoje i oni kojima je neoperativni pristup ipak potencijalna opcija, no trenutno se ne zna kako ih prepoznati. Neoperativni pristup ipak ima neke rizike poput većeg rizika za ozljedu meniskusa, zglobne hrskavice, kroničnu bol i smanjenu aktivnost bolesnika. Veliku ulogu u uspješnosti operativne rekonstrukcije ACL-a igra kirurška tehnika, najviše pravilno postavljen graft, neovisno o vrsti. Između

autografta, ligament patele i tetiva stražnje lože su najčešće korišteni i jednaki po istraživanjima u ishodu, no postoje novija istraživanja koja podržavaju korištenje grafta tetive kvadricepsa. Prerana kirurška intervencija povećava rizik artrofibroze, dok predugo odgođena operacije povećava rizik daljnje ozljede koljena. Najbolja opcija je 2 do 4 tjedna pre-rehabilitacije prije rekonstrukcije. Konzervativni pristup ima nekoliko važnih ciljeva koje želi postići: snaga, propriocepcija te funkcija približno jednaka neozlijeđenom koljenu. Korištenje ortoze ne pokazuje bolje ishode ili smanjeni rizik ponovne ozljede, kao ni drugi uređaji korišteni u rehabilitaciji. Smatra se da kada bolesnik dosegne navedene ciljeve (snaga, propriocepcija te funkcija približno jednaka neozlijeđenom koljenu) te se graft u potpunosti integrira, može se vratiti potpunoj aktivnosti i sportu. To obično nastupa između 8 i 12 mjeseci nakon operacije. Ne može se sa sigurnošću utvrditi povećava li nedostatak ACL-a rizik za nastanak OA. OA je multifaktorijalan pri čemu su najvažniji čimbenici stupanj primarne traume, stupanj ozljede meniskusa, kvaliteta rekonstrukcije, biomehanika koljena te bolesnikova starost i aktivnost nakon zahvata.

SAŽETAK

Prednji križni ligament važan je ligament koljena, često ozlijeđen kod sportaša, najčešće zbog beskontaktno rotirajuće ozljede. Pristup varira ovisno o težini ozljede, aktivnosti bolesnika te dostupnim resursima. Čimbenici koji predviđaju uspješan povratak sportu su simetrično izvedeni test skakanja, mlađa dob, muški spol, profesionalno bavljenje sportom te pozitivni psihološki pogled. Nekompletna ruptura ACL-a se može tretirati neoperativno rehabilitacijom. Odabir grafta kod operativnog pristupa je debatirana tema, gdje čimbenici poput anamneze bolesnika, resursi te edukacija kirurga igraju ulogu. Autograftovi imaju prednost brže integracije, manji rizik ponovne ozljede te nemaju rizik infekcije, dok alograftovi imaju prednost kraćeg trajanja operacije, nemaju problema donorskog mjesta te je moguć pristup raznim veličinama tetiva. Najbolji trenutak za rekonstrukciju ACL-a ovisi o čimbenicima stanja ozlijeđenog koljena poput potpuni opseg kretnji, bez oteknuća i adekvatna snaga. Prerehabilitacija je preporučena, no značajno odgođena rekonstrukcija može povećati rizik za daljnju ozljedu koljena. Kratkoročne komplikacije operativnog pristupa su infekcije i duboka venska tromboza, dok dugoročne komplikacije su OA koljena, artrofibroza, propadanje grafta te ponovna ozljeda. Principi rehabilitacije su dostizanje ciljeva poput potpunog opsega pokreta i adekvatne snage i propriocepcije koji se dostižu vježbama zatvorenog lanca te vježbama specifičnim za sport. Rizik za nastanak OA je multifaktorijalan, po utjecajem čimbenika poput težine primarne traume, konkominantna ozljeda meniskusa, kvaliteta kirurške rekonstrukcije te starost, aktivnost i biomehanika koljena samog bolesnika.

SUMMARY

The anterior cruciate ligament is an important ligament of the knee, often injured in athletes, most often due to a non-contact pivoting injury. The approach varies depending on the severity of the injury, the activity of the patient, and the available resources. Factors that predict a successful return to sports are a symmetric performance of unilateral hopping exercises, younger age, male gender, playing sports at an elite level, and a positive psychological outlook. Incomplete rupture of the ACL can be treated non-operatively. The choice of graft in the operative approach is a debated topic, where factors such as the patient's history, resources, and the surgeon's education play a role. Autografts have the advantage of faster integration, lower risk of re-injury, and no risk of infection, while allografts have the advantage of a shorter duration of surgery, no donor site problems, and access to various tendon sizes. The best time for ACL reconstruction depends on factors of the condition of the injured knee, like full range of motion, no swelling, and adequate strength. Pre-rehabilitation is recommended, but significantly delayed reconstruction may increase the risk of further knee injury. Short-term complications of the operative approach are infections and deep vein thrombosis, while long-term complications are knee OA, arthrofibrosis, graft failure and re-injury. The principles of rehabilitation are to achieve goals such as full range of motion and adequate strength and proprioception, which are achieved through closed-chain exercises and sport-specific exercises. The risk of OA is multifactorial influenced by factors such as the severity of the primary trauma, concomitant meniscus injury, the quality of the surgical repair, and the age, activity and biomechanics of the patient's own knee.

LITERATURA

1. Evans J, Mabrouk A, Nielson J l. Anterior Cruciate Ligament Knee Injury. U: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [citirano 18. ožujak 2024.]. Dostupno na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499848/>
2. Markolf KL, Mensch JS, Amstutz HC. Stiffness and laxity of the knee--the contributions of the supporting structures. A quantitative in vitro study. *J Bone Joint Surg Am.* srpanj 1976.;58(5):583–94.
3. Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, Ma CB. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med.* 1999.;27(6):821–30.
4. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med.* 1982.;10(6):329–35.
5. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA i ostali. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med.* 01. lipanj 2016.;44(6):1502–7.
6. Agel J, Rockwood T, Klossner D. Collegiate ACL Injury Rates Across 15 Sports: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Data Update (2004-2005 Through 2012-2013). *Clin J Sport Med.* studeni 2016.;26(6):518–23.
7. Beck NA, Lawrence JTR, Nordin JD, DeFor TA, Tompkins M. ACL Tears in School-Aged Children and Adolescents Over 20 Years. *Pediatrics.* ožujak 2017.;139(3):e20161877.
8. Kooy CEVW, Jakobsen RB, Fenstad AM, Persson A, Visnes H, Engebretsen L i ostali. Major Increase in Incidence of Pediatric ACL Reconstructions From 2005 to 2021: A Study From the Norwegian Knee Ligament Register. *Am J Sports Med.* rujan 2023.;51(11):2891–9.

9. Kaeding CC, Léger-St-Jean B, Magnussen RA. Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clin Sports Med.* siječanj 2017.;36(1):1–8.
10. Zbrojkiewicz D, Vertullo C, Grayson JE. Increasing rates of anterior cruciate ligament reconstruction in young Australians, 2000-2015. *Med J Aust.* 07. svibanj 2018.;208(8):354–8.
11. Sutherland K, Clatworthy M, Fulcher M, Chang K, Young SW. Marked increase in the incidence of anterior cruciate ligament reconstructions in young females in New Zealand. *ANZ J Surg.* rujan 2019.;89(9):1151–5.
12. Weitz FK, Sillanpää PJ, Mattila VM. The incidence of paediatric ACL injury is increasing in Finland. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* veljača 2020.;28(2):363–8.
13. Best MJ, Zikria BA, Wilckens JH. Anterior Cruciate Ligament Injuries in the Older Athlete. *Sports Health.* 2021.;13(3):285–9.
14. Spindler KP, Wright RW. Clinical practice. Anterior cruciate ligament tear. *N Engl J Med.* 13. studeni 2008.;359(20):2135–42.
15. Gracia G, Cavaignac M, Marot V, Mouarbes D, Laumonerie P, Cavaignac E. Epidemiology of Combined Injuries of the Secondary Stabilizers in ACL-Deficient Knees: Medial Meniscal Ramp Lesion, Lateral Meniscus Root Tear, and ALL Tear: A Prospective Case Series of 602 Patients With ACL Tears From the SANTI Study Group. *Am J Sports Med.* lipanj 2022.;50(7):1843–9.
16. Nicholls M, Ingvarsson T, Briem K. Younger age increases the risk of sustaining multiple concomitant injuries with an ACL rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* kolovoz 2021.;29(8):2701–8.
17. Fithian DC, Paxton LW, Goltz DH. Fate of the anterior cruciate ligament-injured knee. *Orthop Clin North Am.* listopad 2002.;33(4):621–36, v.
18. Hardaker WT, Garrett WE, Bassett FH. Evaluation of acute traumatic hemarthrosis of the knee joint. *South Med J.* lipanj 1990.;83(6):640–4.

19. Bernholt DL, DePhillipo NN, Crawford MD, Aman ZS, Grantham WJ, LaPrade RF. Incidence of Displaced Posterolateral Tibial Plateau and Lateral Femoral Condyle Impaction Fractures in the Setting of Primary Anterior Cruciate Ligament Tear. *Am J Sports Med.* ožujak 2020.;48(3):545–53.
20. Maffulli N, Binfield PM, King JB, Good CJ. Acute haemarthrosis of the knee in athletes. A prospective study of 106 cases. *J Bone Joint Surg Br.* studeni 1993.;75(6):945–9.
21. Noyes FR, Bassett RW, Grood ES, Butler DL. Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee. Incidence of anterior cruciate tears and other injuries. *J Bone Joint Surg Am.* srpanj 1980.;62(5):687–95, 757.
22. Diermeier TA, Rothrauff BB, Engebretsen L, Lynch A, Svantesson E, Hamrin Senorski EA i ostali. Treatment after ACL injury: Panther Symposium ACL Treatment Consensus Group. *Br J Sports Med.* siječanj 2021.;55(1):14–22.
23. Musahl V, Karlsson J. Anterior Cruciate Ligament Tear. *N Engl J Med.* 13. lipanj 2019.;380(24):2341–8.
24. Beard DJ, Davies L, Cook JA, Stokes J, Leal J, Fletcher H i ostali. Rehabilitation versus surgical reconstruction for non-acute anterior cruciate ligament injury (ACL SNNAP): a pragmatic randomised controlled trial. *Lancet.* 20. kolovoz 2022.;400(10352):605–15.
25. Frobell RB, Roos EM, Roos HP, Ranstam J, Lohmander LS. A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears. *N Engl J Med.* 22. srpanj 2010.;363(4):331–42.
26. Reijman M, Eggerding V, van Es E, van Arkel E, van den Brand I, van Linge J i ostali. Early surgical reconstruction versus rehabilitation with elective delayed reconstruction for patients with anterior cruciate ligament rupture: COMPARE randomised controlled trial. *BMJ.* 09. ožujak 2021.;372:n375.

27. Hurd WJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A 10-year prospective trial of a patient management algorithm and screening examination for highly active individuals with anterior cruciate ligament injury: Part 2, determinants of dynamic knee stability. *Am J Sports Med.* siječanj 2008.;36(1):48–56.
28. Kostogiannis I, Ageberg E, Neuman P, Dahlberg LE, Fridén T, Roos H. Clinically assessed knee joint laxity as a predictor for reconstruction after an anterior cruciate ligament injury: a prospective study of 100 patients treated with activity modification and rehabilitation. *Am J Sports Med.* kolovoz 2008.;36(8):1528–33.
29. Giove TP, Miller SJ, Kent BE, Sanford TL, Garrick JG. Non-operative treatment of the torn anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* veljača 1983.;65(2):184–92.
30. van der List JP, Hagemans FJA, Hofstee DJ, Jonkers FJ. The Role of Patient Characteristics in the Success of Nonoperative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Am J Sports Med.* lipanj 2020.;48(7):1657–64.
31. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med.* studeni 2014.;48(21):1543–52.
32. Lai CCH, Ardern CL, Feller JA, Webster KE. Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis of return to sport rates, graft rupture rates and performance outcomes. *Br J Sports Med.* siječanj 2018.;52(2):128–38.
33. Barrett G, Stokes D, White M. Anterior cruciate ligament reconstruction in patients older than 40 years: allograft versus autograft patellar tendon. *Am J Sports Med.* listopad 2005.;33(10):1505–12.
34. Legnani C, Terzaghi C, Borgo E, Ventura A. Management of anterior cruciate ligament rupture in patients aged 40 years and older. *J Orthop Traumatol.* prosinac 2011.;12(4):177–84.

35. Toanen C, Demey G, Ntagiopoulos PG, Ferrua P, Dejour D. Is There Any Benefit in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Patients Older Than 60 Years? *Am J Sports Med.* ožujak 2017.;45(4):832–7.
36. Costa GG, Grassi A, Perelli S, Agrò G, Bozzi F, Lo Presti M i ostali. Age over 50 years is not a contraindication for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* studeni 2019.;27(11):3679–91.
37. Foster TE, Wolfe BL, Ryan S, Silvestri L, Kaye EK. Does the graft source really matter in the outcome of patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction? An evaluation of autograft versus allograft reconstruction results: a systematic review. *Am J Sports Med.* siječanj 2010.;38(1):189–99.
38. Zeng C, Gao S guang, Li H, Yang T, Luo W, Li Y sheng i ostali. Autograft Versus Allograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials and Systematic Review of Overlapping Systematic Reviews. *Arthroscopy.* siječanj 2016.;32(1):153-163.e18.
39. Widner M, Dunleavy M, Lynch S. Outcomes Following ACL Reconstruction Based on Graft Type: Are all Grafts Equivalent? *Curr Rev Musculoskelet Med.* prosinac 2019.;12(4):460–5.
40. Peterson RK, Shelton WR, Bomboy AL. Allograft versus autograft patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction: A 5-year follow-up. *Arthroscopy.* siječanj 2001.;17(1):9–13.
41. Miller SL, Gladstone JN. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop Clin North Am.* listopad 2002.;33(4):675–83.
42. Conrad EU, Gretch DR, Obermeyer KR, Moogk MS, Sayers M, Wilson JJ i ostali. Transmission of the hepatitis-C virus by tissue transplantation. *J Bone Joint Surg Am.* veljača 1995.;77(2):214–24.
43. Guelich DR, Lowe WR, Wilson B. The routine culture of allograft tissue in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* rujan 2007.;35(9):1495–9.

44. Crawford C, Kainer M, Jernigan D, Banerjee S, Friedman C, Ahmed F i ostali. Investigation of postoperative allograft-associated infections in patients who underwent musculoskeletal allograft implantation. *Clin Infect Dis.* 15. srpanj 2005.;41(2):195–200.
45. Mohtadi N, Chan D, Barber R, Oddone Paolucci E. A Randomized Clinical Trial Comparing Patellar Tendon, Hamstring Tendon, and Double-Bundle ACL Reconstructions: Patient-Reported and Clinical Outcomes at a Minimal 2-Year Follow-up. *Clin J Sport Med.* srpanj 2015.;25(4):321–31.
46. Xie X, Liu X, Chen Z, Yu Y, Peng S, Li Q. A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee. ožujak* 2015.;22(2):100–10.
47. Samuelsen BT, Webster KE, Johnson NR, Hewett TE, Krych AJ. Hamstring Autograft versus Patellar Tendon Autograft for ACL Reconstruction: Is There a Difference in Graft Failure Rate? A Meta-analysis of 47,613 Patients. *Clin Orthop Relat Res.* listopad 2017.;475(10):2459–68.
48. Tan SHS, Lau BPH, Krishna L. Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Females Using Patellar-Tendon-Bone versus Hamstring Autografts: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Knee Surg.* kolovoz 2019.;32(8):770–87.
49. Bergeron JJ, Sercia QP, Drager J, Pelet S, Belzile EL. Return to Baseline Physical Activity After Bone-Patellar Tendon-Bone Versus Hamstring Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Am J Sports Med.* srpanj 2022.;50(8):2292–303.
50. Biau DJ, Tournoux C, Katsahian S, Schranz P, Nizard R. ACL reconstruction: a meta-analysis of functional scores. *Clin Orthop Relat Res.* svibanj 2007.;458:180–7.
51. Poolman RW, Farrokhyar F, Bhandari M. Hamstring tendon autograft better than bone patellar-tendon bone autograft in ACL reconstruction: a cumulative meta-analysis and clinically relevant sensitivity analysis applied to a previously published analysis. *Acta Orthop.* lipanj 2007.;78(3):350–4.

52. Li S, Su W, Zhao J, Xu Y, Bo Z, Ding X i ostali. A meta-analysis of hamstring autografts versus bone-patellar tendon-bone autografts for reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Knee*. listopad 2011.;18(5):287–93.
53. Brown CH, Steiner ME, Carson EW. The use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. Technique and results. *Clin Sports Med*. listopad 1993.;12(4):723–56.
54. Pinczewski LA, Lyman J, Salmon LJ, Russell VJ, Roe J, Linklater J. A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and patellar tendon autograft: a controlled, prospective trial. *Am J Sports Med*. travanj 2007.;35(4):564–74.
55. Sajovic M, Vengust V, Komadina R, Tavcar R, Skaza K. A prospective, randomized comparison of semitendinosus and gracilis tendon versus patellar tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction: five-year follow-up. *Am J Sports Med*. prosinac 2006.;34(12):1933–40.
56. Xie X, Xiao Z, Li Q, Zhu B, Chen J, Chen H i ostali. Increased incidence of osteoarthritis of knee joint after ACL reconstruction with bone-patellar tendon-bone autografts than hamstring autografts: a meta-analysis of 1,443 patients at a minimum of 5 years. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. siječanj 2015.;25(1):149–59.
57. Yasuda K, Tsujino J, Ohkoshi Y, Tanabe Y, Kaneda K. Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med*. 1995.;23(6):706–14.
58. Mascarenhas R, Cvetanovich GL, Sayegh ET, Verma NN, Cole BJ, Bush-Joseph C i ostali. Does Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Improve Postoperative Knee Stability Compared With Single-Bundle Techniques? A Systematic Review of Overlapping Meta-analyses. *Arthroscopy*. lipanj 2015.;31(6):1185–96.
59. Poolman RW, Abouali JAK, Conter HJ, Bhandari M. Overlapping systematic reviews of anterior cruciate ligament reconstruction comparing hamstring autograft with bone-

patellar tendon-bone autograft: why are they different? *J Bone Joint Surg Am.* srpanj 2007.;89(7):1542–52.

60. Mouarbes D, Menetrey J, Marot V, Courtot L, Berard E, Cavaignac E. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Outcomes for Quadriceps Tendon Autograft Versus Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring-Tendon Autografts. *Am J Sports Med.* prosinac 2019.;47(14):3531–40.
61. Lind M, Nielsen TG, Soerensen OG, Mygind-Klavsen B, Faunø P. Quadriceps tendon grafts does not cause patients to have inferior subjective outcome after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction than do hamstring grafts: a 2-year prospective randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* veljača 2020.;54(3):183–7.
62. Ajrawat P, Dwyer T, Whelan D, Theodoropoulos J, Murnaghan L, Bhargava M i ostali. A Comparison of Quadriceps Tendon Autograft With Bone-Patellar Tendon-Bone Autograft and Hamstring Tendon Autograft for Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Quantitative Synthesis. *Clin J Sport Med.* 01. srpanj 2021.;31(4):392–9.
63. Hardy A, Casabianca L, Andrieu K, Baverel L, Noailles T, Junior French Arthroscopy Society. Complications following harvesting of patellar tendon or hamstring tendon grafts for anterior cruciate ligament reconstruction: Systematic review of literature. *Orthop Traumatol Surg Res.* prosinac 2017.;103(8S):S245–8.
64. Dai W, Leng X, Wang J, Cheng J, Hu X, Ao Y. Quadriceps Tendon Autograft Versus Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* listopad 2022.;50(12):3425–39.
65. Firth AD, Bryant DM, Litchfield R, McCormack RG, Heard M, MacDonald PB i ostali. Predictors of Graft Failure in Young Active Patients Undergoing Hamstring Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With or Without a Lateral Extra-articular Tenodesis: The Stability Experience. *Am J Sports Med.* veljača 2022.;50(2):384–95.

66. Sonnery-Cottet B, Saithna A, Cavalier M, Kajetanek C, Temponi EF, Daggett M, et al. Anterolateral Ligament Reconstruction Is Associated With Significantly Reduced ACL Graft Rupture Rates at a Minimum Follow-up of 2 Years: A Prospective Comparative Study of 502 Patients From the SANTI Study Group. *Am J Sports Med.* lipanj 2017.;45(7):1547–57.
67. Shen X, Liu T, Xu S, Chen B, Tang X, Xiao J, et al. Optimal Timing of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Patients With Anterior Cruciate Ligament Tear: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open.* 01. studeni 2022.;5(11):e2242742.
68. Beynon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *Am J Sports Med.* listopad 2005.;33(10):1579–602.
69. Mayr HO, Weig TG, Plitz W. Arthrofibrosis following ACL reconstruction--reasons and outcome. *Arch Orthop Trauma Surg.* listopad 2004.;124(8):518–22.
70. Isberg J, Faxén E, Laxdal G, Eriksson BI, Kärrholm J, Karlsson J. Will early reconstruction prevent abnormal kinematics after ACL injury? Two-year follow-up using dynamic radiostereometry in 14 patients operated with hamstring autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* listopad 2011.;19(10):1634–42.
71. Bergerson E, Persson K, Svantesson E, Horvath A, Olsson Wållgren J, Karlsson J, et al. Superior Outcome of Early ACL Reconstruction versus Initial Non-reconstructive Treatment With Late Crossover to Surgery: A Study From the Swedish National Knee Ligament Registry. *Am J Sports Med.* ožujak 2022.;50(4):896–903.
72. Prodromidis AD, Drosatou C, Thivaos GC, Zreik N, Charalambous CP. Timing of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Relationship With Meniscal Tears: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* srpanj 2021.;49(9):2551–62.
73. Alshewaiher S, Yeowell G, Fatoye F. The effectiveness of pre-operative exercise physiotherapy rehabilitation on the outcomes of treatment following anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Clin Rehabil.* siječanj 2017.;31(1):34–44.

74. Matthewson G, Kooner S, Rabbani R, Gottschalk T, Old J, Abou-Setta AM i ostali. Does a Delay in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Increase the Incidence of Secondary Pathology in the Knee? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin J Sport Med.* 01. svibanj 2021.;31(3):313–20.
75. Lohmander LS, Roemer FW, Frobell RB, Roos EM. Treatment for Acute Anterior Cruciate Ligament Tear in Young Active Adults. *NEJM Evid. kolovoz 2023.;2(8):EVIDoa2200287.*
76. Sri-Ram K, Salmon LJ, Pinczewski LA, Roe JP. The incidence of secondary pathology after anterior cruciate ligament rupture in 5086 patients requiring ligament reconstruction. *Bone Joint J. siječanj 2013.;95-B(1):59–64.*
77. Tandogan RN, Taşer O, Kayaalp A, Taşkiran E, Pinar H, Alparslan B i ostali. Analysis of meniscal and chondral lesions accompanying anterior cruciate ligament tears: relationship with age, time from injury, and level of sport. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. srpanj 2004.;12(4):262–70.*
78. Dumont GD, Hogue GD, Padalecki JR, Okoro N, Wilson PL. Meniscal and chondral injuries associated with pediatric anterior cruciate ligament tears: relationship of treatment time and patient-specific factors. *Am J Sports Med. rujan 2012.;40(9):2128–33.*
79. Jameson SS, Downen D, James P, Serrano-Pedraza I, Reed MR, Deehan D. Complications following anterior cruciate ligament reconstruction in the English NHS. *Knee. siječanj 2012.;19(1):14–9.*
80. Rousseau R, Labruyere C, Kajetanek C, Deschamps O, Makridis KG, Djian P. Complications After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Their Relation to the Type of Graft: A Prospective Study of 958 Cases. *Am J Sports Med. rujan 2019.;47(11):2543–9.*
81. Salmon L, Russell V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K. Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy. kolovoz 2005.;21(8):948–57.*

82. Crawford SN, Waterman BR, Lubowitz JH. Long-term failure of anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. rujan 2013.;29(9):1566–71.
83. Usher KM, Zhu S, Mavropalias G, Carrino JA, Zhao J, Xu J. Pathological mechanisms and therapeutic outlooks for arthrofibrosis. *Bone Res*. 2019.;7:9.
84. Ekhtiari S, Horner NS, de Sa D, Simunovic N, Hirschmann MT, Ogilvie R i ostali. Arthrofibrosis after ACL reconstruction is best treated in a step-wise approach with early recognition and intervention: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. prosinac 2017.;25(12):3929–37.
85. Nwachukwu BU, McFeely ED, Nasreddine A, Udall JH, Finlayson C, Shearer DW i ostali. Arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction in children and adolescents. *J Pediatr Orthop*. prosinac 2011.;31(8):811–7.
86. Sanders TL, Kremers HM, Bryan AJ, Kremers WK, Stuart MJ, Krych AJ. Procedural intervention for arthrofibrosis after ACL reconstruction: trends over two decades. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. veljača 2017.;25(2):532–7.
87. Noailles T, Chalopin A, Boissard M, Lopes R, Bouguennec N, Hardy A. Incidence and risk factors for cyclops syndrome after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic literature review. *Orthop Traumatol Surg Res*. studeni 2019.;105(7):1401–5.
88. Christensen JE, Miller MD. Knee Anterior Cruciate Ligament Injuries: Common Problems and Solutions. *Clin Sports Med*. travanj 2018.;37(2):265–80.
89. Roberts D, Gaillard F. Cyclops lesion (knee). U: Radiopaedia.org [Internet]. Radiopaedia.org; 2008 [citirano 03. lipanj 2024.]. Dostupno na: <http://radiopaedia.org/articles/1187>
90. Hurd WJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A 10-year prospective trial of a patient management algorithm and screening examination for highly active individuals with anterior cruciate ligament injury: Part 1, outcomes. *Am J Sports Med*. siječanj 2008.;36(1):40–7.

91. Eastlack ME, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Laxity instability, and functional outcome after ACL injury: copers versus noncopers. *Med Sci Sports Exerc.* veljača 1999.;31(2):210–5.
92. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000.;8(2):76–82.
93. Ageberg E, Pettersson A, Fridén T. 15-year follow-up of neuromuscular function in patients with unilateral nonreconstructed anterior cruciate ligament injury initially treated with rehabilitation and activity modification: a longitudinal prospective study. *Am J Sports Med.* prosinac 2007.;35(12):2109–17.
94. Kostogiannis I, Ageberg E, Neuman P, Dahlberg L, Fridén T, Roos H. Activity level and subjective knee function 15 years after anterior cruciate ligament injury: a prospective, longitudinal study of nonreconstructed patients. *Am J Sports Med.* srpanj 2007.;35(7):1135–43.
95. Øiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, Risberg MA. Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Am J Sports Med.* srpanj 2009.;37(7):1434–43.
96. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med.* listopad 2007.;35(10):1756–69.
97. Barenius B, Ponzer S, Shalabi A, Bujak R, Norlén L, Eriksson K. Increased risk of osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction: a 14-year follow-up study of a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* svibanj 2014.;42(5):1049–57.
98. Neuman P, Englund M, Kostogiannis I, Fridén T, Roos H, Dahlberg LE. Prevalence of tibiofemoral osteoarthritis 15 years after nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study. *Am J Sports Med.* rujun 2008.;36(9):1717–25.

99. Ajuied A, Wong F, Smith C, Norris M, Earnshaw P, Back D i ostali. Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* rujanj 2014.;42(9):2242–52.
100. van Meer BL, Meuffels DE, van Eijnsden WA, Verhaar JAN, Bierma-Zeinstra SMA, Reijman M. Which determinants predict tibiofemoral and patellofemoral osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury? A systematic review. *Br J Sports Med.* kolovoz 2015.;49(15):975–83.
101. Lien-Iversen T, Morgan DB, Jensen C, Risberg MA, Engebretsen L, Viberg B. Does surgery reduce knee osteoarthritis, meniscal injury and subsequent complications compared with non-surgery after ACL rupture with at least 10 years follow-up? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* svibanj 2020.;54(10):592–8.
102. van Melick N, van Cingel REH, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hullegie W i ostali. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med.* prosinac 2016.;50(24):1506–15.
103. Shelbourne KD, Urch SE, Gray T, Freeman H. Loss of normal knee motion after anterior cruciate ligament reconstruction is associated with radiographic arthritic changes after surgery. *Am J Sports Med.* siječanj 2012.;40(1):108–13.
104. Wright RW, Preston E, Fleming BC, Amendola A, Andrich JT, Bergfeld JA i ostali. A systematic review of anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: part II: open versus closed kinetic chain exercises, neuromuscular electrical stimulation, accelerated rehabilitation, and miscellaneous topics. *J Knee Surg.* srpanj 2008.;21(3):225–34.
105. Pamboris GM, Pavlou K, Paraskevopoulos E, Mohagheghi AA. Effect of open vs. closed kinetic chain exercises in ACL rehabilitation on knee joint pain, laxity, extensor muscles strength, and function: a systematic review with meta-analysis. *Front Sports Act Living.* 2024.;6:1416690.

106. Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E. Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports: a prospective matched follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000.;8(6):337–42.
107. Perriman A, Leahy E, Semciw AI. The Effect of Open- Versus Closed-Kinetic-Chain Exercises on Anterior Tibial Laxity, Strength, and Function Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* srpanj 2018.;48(7):552–66.
108. Grle I. REHABILITACIJA BOLESNIKA NAKON REKONSTRUKCIJE PREDNJE KRIŽNE SVEZE. *Zdravstveni glasnik.* 31. svibanj 2019.;5(1):78–84.
109. Risberg MA, Holm I, Myklebust G, Engebretsen L. Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* lipanj 2007.;87(6):737–50.
110. van Grinsven S, van Cingel REH, Holla CJM, van Loon CJM. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* kolovoz 2010.;18(8):1128–44.
111. Grant JA, Mohtadi NGH. Two- to 4-year follow-up to a comparison of home versus physical therapy-supervised rehabilitation programs after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* srpanj 2010.;38(7):1389–94.
112. Hiemstra LA, Webber S, MacDonald PB, Kriellaars DJ. Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc.* kolovoz 2000.;32(8):1472–9.
113. Wright RW, Fetzer GB. Bracing after ACL reconstruction: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* veljača 2007.;455:162–8.

114. Lowe WR, Warth RJ, Davis EP, Bailey L. Functional Bracing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *J Am Acad Orthop Surg.* ožujak 2017.;25(3):239–49.
115. Yang XG, Feng JT, He X, Wang F, Hu YC. The effect of knee bracing on the knee function and stability following anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Orthop Traumatol Surg Res.* listopad 2019.;105(6):1107–14.
116. Czuppon S, Racette BA, Klein SE, Harris-Hayes M. Variables associated with return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Br J Sports Med.* ožujak 2014.;48(5):356–64.
117. Webster KE, Hewett TE. What is the Evidence for and Validity of Return-to-Sport Testing after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* lipanj 2019.;49(6):917–29.
118. Burgi CR, Peters S, Ardern CL, Magill JR, Gomez CD, Sylvain J i ostali. Which criteria are used to clear patients to return to sport after primary ACL reconstruction? A scoping review. *Br J Sports Med.* rujana 2019.;53(18):1154–61.
119. Berg B, Urhausen AP, Øiestad BE, Whittaker JL, Culvenor AG, Roos EM i ostali. What tests should be used to assess functional performance in youth and young adults following anterior cruciate ligament or meniscal injury? A systematic review of measurement properties for the OPTIKNEE consensus. *Br J Sports Med.* prosinac 2022.;56(24):1454–64.
120. Kay J, Memon M, Marx RG, Peterson D, Simunovic N, Ayeni OR. Over 90 % of children and adolescents return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* travanj 2018.;26(4):1019–36.
121. Dekker TJ, Godin JA, Dale KM, Garrett WE, Taylor DC, Riboh JC. Return to Sport After Pediatric Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Its Effect on Subsequent

- Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Bone Joint Surg Am.* 07. lipanj 2017.;99(11):897–904.
122. Wiggins AJ, Grandhi RK, Schneider DK, Stanfield D, Webster KE, Myer GD. Risk of Secondary Injury in Younger Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* srpanj 2016.;44(7):1861–76.
123. Barber-Westin SD, Noyes FR. Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* prosinac 2011.;27(12):1697–705.
124. O'Connor RF, King E, Richter C, Webster KE, Falvey EC. No Relationship Between Strength and Power Scores and Anterior Cruciate Ligament Return to Sport After Injury Scale 9 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* siječanj 2020.;48(1):78–84.
125. Culvenor AG, Crossley KM. Accelerated return to sport after anterior cruciate ligament injury: a risk factor for early knee osteoarthritis? *Br J Sports Med.* ožujak 2016.;50(5):260–1.
126. Zhao D, Pan JK, Lin FZ, Luo MH, Liang GH, Zeng LF i ostali. Risk Factors for Revision or Rerupture After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* rujan 2023.;51(11):3053–75.
127. Mihelic R, Jurdana H, Jotanovic Z, Madjarevic T, Tudor A. Long-term results of anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison with non-operative treatment with a follow-up of 17-20 years. *Int Orthop.* srpanj 2011.;35(7):1093–7.
128. Cox CL, Huston LJ, Dunn WR, Reinke EK, Nwosu SK, Parker RD i ostali. Are articular cartilage lesions and meniscus tears predictive of IKDC, KOOS, and Marx activity level outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction? A 6-year multicenter cohort study. *Am J Sports Med.* svibanj 2014.;42(5):1058–67.
129. Oiestad BE, Holm I, Aune AK, Gunderson R, Myklebust G, Engebretsen L i ostali. Knee function and prevalence of knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament

- reconstruction: a prospective study with 10 to 15 years of follow-up. *Am J Sports Med.* studeni 2010.;38(11):2201–10.
130. Risberg MA, Oiestad BE, Gunderson R, Aune AK, Engebretsen L, Culvenor A i ostali. Changes in Knee Osteoarthritis, Symptoms, and Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A 20-Year Prospective Follow-up Study. *Am J Sports Med.* svibanj 2016.;44(5):1215–24.
131. Lie MM, Risberg MA, Storheim K, Engebretsen L, Øiestad BE. What's the rate of knee osteoarthritis 10 years after anterior cruciate ligament injury? An updated systematic review. *Br J Sports Med.* rujan 2019.;53(18):1162–7.
132. Rothrauff BB, Jorge A, de Sa D, Kay J, Fu FH, Musahl V. Anatomic ACL reconstruction reduces risk of post-traumatic osteoarthritis: a systematic review with minimum 10-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* travanj 2020.;28(4):1072–84.
133. Magnussen RA, Mansour AA, Carey JL, Spindler KP. Meniscus status at anterior cruciate ligament reconstruction associated with radiographic signs of osteoarthritis at 5- to 10-year follow-up: a systematic review. *J Knee Surg.* listopad 2009.;22(4):347–57.
134. Lindanger L, Strand T, Mølster AO, Solheim E, Fischer-Bredenbeck C, Ousdal OT i ostali. Predictors of Osteoarthritis Development at a Median 25 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using a Patellar Tendon Autograft. *Am J Sports Med.* travanj 2022.;50(5):1195–204.
135. Webster KE, Hewett TE. Anterior Cruciate Ligament Injury and Knee Osteoarthritis: An Umbrella Systematic Review and Meta-analysis. *Clin J Sport Med.* 01. ožujak 2022.;32(2):145–52.
136. Chalmers PN, Mall NA, Moric M, Sherman SL, Paletta GP, Cole BJ i ostali. Does ACL reconstruction alter natural history?: A systematic literature review of long-term outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 19. veljača 2014.;96(4):292–300.

137. Shelbourne KD, Benner RW, Gray T. Results of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon Autografts: Objective Factors Associated With the Development of Osteoarthritis at 20 to 33 Years After Surgery. *Am J Sports Med.* listopad 2017.;45(12):2730–8.
138. Sanders TL, Pareek A, Kremers HM, Bryan AJ, Levy BA, Stuart MJ i ostali. Long-term follow-up of isolated ACL tears treated without ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* veljača 2017.;25(2):493–500.
139. Hagmeijer MH, Hevesi M, Desai VS, Sanders TL, Camp CL, Hewett TE i ostali. Secondary Meniscal Tears in Patients With Anterior Cruciate Ligament Injury: Relationship Among Operative Management, Osteoarthritis, and Arthroplasty at 18-Year Mean Follow-up. *Am J Sports Med.* lipanj 2019.;47(7):1583–90.
140. Sanders TL, Kremers HM, Bryan AJ, Fruth KM, Larson DR, Pareek A i ostali. Is Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Effective in Preventing Secondary Meniscal Tears and Osteoarthritis? *Am J Sports Med.* srpanj 2016.;44(7):1699–707.
141. Zoller SD, Toy KA, Wang P, Ebramzadeh E, Bowen RE. Temporal relation of meniscal tear incidence, severity, and outcome scores in adolescents undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* siječanj 2017.;25(1):215–21.
142. Ekås GR, Ardern CL, Grindem H, Engebretsen L. Evidence too weak to guide surgical treatment decisions for anterior cruciate ligament injury: a systematic review of the risk of new meniscal tears after anterior cruciate ligament injury. *Br J Sports Med.* svibanj 2020.;54(9):520–7.
143. Krutsch W, Zellner J, Baumann F, Pfeifer C, Nerlich M, Angele P. Timing of anterior cruciate ligament reconstruction within the first year after trauma and its influence on treatment of cartilage and meniscus pathology. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* veljača 2017.;25(2):418–25.

ŽIVOTOPIS

Filip Kovjanić rođen je 1. travnja 1998. godine u Sisku gdje je odrastao te završio osnovnu školu i Prirodoslovno-matematičku gimnaziju. Tijekom školovanja aktivno se bavio sportom te je na državnom natjecanju iz odbojke osvojio 2. mjesto. Također, bio je član Hrvatskog Crvenog križa u sklopu kojeg je volontirao i sudjelovao na natjecanjima iz prve pomoći. Nakon polaganja ispita državne mature, upisuje Medicinski fakultet u Rijeci čime ispunjava svoju želju o studiranju medicine. I dalje se aktivno bavi sportom.