

Operativno liječenje rerupture Ahilove tetive

Vrdoljak, Kristijan

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:017877>

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

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



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

MEDICINSKI FAKULTET

Kristijan Vrdoljak

Operativno liječenje rerupture Ahilove tetive

DIPLOMSKI RAD



Zagreb, 2023.

Ovaj diplomski rad izrađen je na Odjelu za ortopediju i sportsku traumatologiju u Kliničkoj bolnici Merkur pod mentorstvom izv.prof.dr.sc. Marija Starešinića. Predan je na ocjenu u akademskoj godini 2022/2023.

SADRŽAJ:

1) SAŽETAK.....	0
2) SUMMARY.....	0
3) UVOD.....	1
4) ANATOMIJA.....	2
5) HISTOLOGIJA.....	4
6) BIOMEHANIKA.....	6
7) EPIDEMIOLOGIJA.....	7
8) ETIOLOGIJA.....	8
9) DIJAGNOSTIKA.....	9
10) LIJEČENJE.....	10
a) Usporedba modaliteta liječenja.....	10
b) Operativno liječenje.....	13
i) Prijenos ipsilaterealne tetive peroneus brevis.....	15
ii) Rekonstrukcija slobodnim ipsilateralnim transplantatom tetive semitendinozusa s fiksacijom inerferentnim vijkom.....	17
11) BIOLOŠKA AUGMENTACIJA.....	19
12) POSTOPERATIVNA REHABILITACIJA.....	20
13) RASPRAVA.....	22
14) ZAHVALA.....	24

15) POPIS LITERATURE.....	25
16) ŽIVOTOPIS.....	32

1. SAŽETAK

Operativno liječenje rerupture Ahilove tetive

Kristijan Vrdoljak

Načini liječenja rupture pa tako i rerupture Ahilove tetive mogu se općenito klasificirati pod otvorene operativne zahvate, perkutane operativne i neoperativne metode. U literaturi ne postoje jasne definicije pojmova perkutani i minimalno invazivni popravak. Logički se to dvoje može razlikovati prema vizualizaciji apozicije krajeva tetive tijekom procesa popravka. Kod minimalno invazivnog popravka krajevi tetive mogu se vidjeti spojeni kroz mali rez iako se sami šavovi mogu provući kroz ubodne rezove s obje strane tetive. Za razliku, u perkutanom popravku, krajevi tetiva možda se neće izravno vidjeti, ali se mogu vizualizirati ultrazvukom i endoskopijom. Zbog velikih varijacija u kirurškim tehnikama za popravak puknute ahilove tetive, gotovo je nemoguće istaknuti koja metoda daje najbolji ukupni ishod. Otvoreni pristup je metoda izbora kod sportaša, mladih ljudi i pacijenata s kroničnim rupturama, jer im je potrebna rekonstruktivna kirurgija kako bi što ranije vratili funkciju na višoj razini odnosno vratili funkciju nakon određenog vremena. U kirurške tehnike koje su se pokazale metodom izbora u slučaju ponovljene rupture Ahilove tetive ubrajaju se prijenos tetive peroneus brevisa za rupturu s defektom manjim od 6 cm te rekonstrukcija slobodnim ipsilateralnim transplantatom tetive semitendinozusa s fiksacijom interferentnim vijkom za rupturu s defektom većim od 6 cm. Također, razvija se i metoda kombinirane biološke augmentacije uz kirurško liječenje.

Ključne riječi: reruptura Ahilove tetive, rekonstrukcija Ahilove tetive, ruptura Ahilove tetive, prijenos tetive peroneus brevisa, rekonstrukcija slobodnim transplantatom tetive semitendinozusa,

2. SUMMARY

Surgical treatment of Achilles tendon re-rupture

Kristijan Vrdoljak

Treatment methods for rupture and rerupture of the Achilles tendon can generally be classified under open surgical procedures, percutaneous operative and non-operative methods. There are no clear definitions of the terms percutaneous and minimally invasive repair in the literature. Logically, the two can be distinguished by visualizing the apposition of the tendon ends during the repair process. In minimally invasive repairs, the ends of the tendon can be seen joined through a small incision although the sutures themselves can be passed through stab incisions on either side of the tendon. In contrast, in a percutaneous repair, the ends of the tendons may not be directly seen, but can be visualized by ultrasound and endoscopy. Because of the wide variation in surgical techniques for the repair of a ruptured Achilles tendon, it is almost impossible to single out which method provides the best overall outcome. The open approach is the method of choice for athletes, young people and patients with chronic ruptures, because they need reconstructive surgery in order to restore function to a higher level as soon as possible, or to restore function after a certain time. Surgical techniques that have proven to be the method of choice in the case of repeated rupture of the Achilles tendon include transfer of the peroneus brevis tendon for rupture with a defect less than 6 cm and reconstruction with a free ipsilateral semitendinosus tendon graft with interference screw fixation for rupture with a defect larger than 6 cm. Also, a method of combined biological augmentation with surgical treatment is being developed.

Keywords: Achilles tendon rerupture, Achilles tendon reconstruction, Achilles tendon rupture, peroneus brevis tendon transfer, semitendinosus tendon reconstruction with a free graft,

3. UVOD

Reruptura Ahilove tetive (ATRR) je daleko najčešće prijavljivana komplikacija primarne rupture Ahilove tetive (ATR). Kada do nje dođe, očekuju se lošiji subjektivni i funkcionalni ishodi te niža stopa povratka sportu u usporedbi s primarnom ATR (1). Od posebne je važnosti iz razloga što se incidencija ATRR povećava, uglavnom zbog sve više stope sudjelovanja u rekreativnim i natjecateljskim sportskim aktivnostima, s procijenjenom prevalencijom od 6 %. Također, pacijenti s ATRR imaju dugoročno lošije funkcionalne ishode u usporedbi s pacijentima s primarnom rupturom, posebice u pogledu povratka sportu i razine sportske aktivnosti (2). S obzirom na vrstu liječenja primarne rupture, literatura navodi ponovno pucanje u 10-12 % pacijenata nakon neoperativnog (liječenja te 4-5 % nakon operacije iako randomizirana kontrolirana ispitivanja nisu izvijestila o značajno različitim stopama ponovne rupture između pacijenata podvrgnutih neoperativnom liječenju i operaciji. Operativna rekonstrukcija Ahilove tetive (AT), u liječenju kako reruptura tako i kroničnih ruptura, ima za cilj restauraciju kontinuiteta tetive i snage plantarne fleksije stopala (3).

4. ANATOMIJA

Ahilova tetiva (AT) je najjača i najdeblja tetiva u ljudskom tijelu. Nalazi se u posteriornom površinskom odjeljku potkoljenice. Počinje blizu sredine potkoljenice spajajući se s medijalnom i lateralnom glavom gastrocnemiusa proksimalno te prima mišićna vlakna od soleusa gotovo do svog donjeg kraja. Zajedno ta tri mišića čine triceps surae. Duljina AT je u rasponu od 11 do 26 cm. Širina AT kreće se od 4,5-8,6 cm na mišićno-tetivnom spoju, na središnjem dijelu se sužava i zaobljava te iznosi 1,2-2,6 cm do otprilike 4 cm iznad kalkaneusa prije nego što se distalno proširi (2,0-4,8 cm) na hvatištu za sredinu stražnje površine kalkaneusa (4). Tetivna vlakna iz gastrocnemiusa hvataju se u posterolateralni, a ona iz soleusa u posteromedijalni aspekt kalkaneusa. Kalkanealno umetanje AT je visoko specijalizirano i opisano je kao "entezivni organ", dizajniran da pomogne boljem raspoređivanju opterećenja s tetive na kost (5). Entezivni organ čine: osteotendinozni spoj između AT i kalkaneusa, sezamoidna fibrozna hrskavica u blizini dorzalne duboke površine tetive koja graniči sa spojem, sloj fibrozne hrskavice koji prekriva periost gornjeg tuberoziteta kalkaneusa i vrh Kagerova masnog jastučića. Sinovijalne burze nalaze se površinski i dubinski u odnosu na AT. Posebnu ulogu smanjivanja trenja između AT i kosti ima retrokalkanealna burza koja se nalazi između AT i stražnje površine kalkaneusa (6).

Živci i vaskularizacija stražnjeg odjeljka potkoljenice (tibijalni živac, stražnja tibijalna arterija te peronealna arterija) izravno ili kroz svoje grane opskrbljuju AT i triceps surae. Dominantna arterija je rekurentna grana stražnje tibijalne arterije (opskrbljuje uglavnom peritendinozna tkiva) dok peronealna arterija daje relativno mali doprinos. Vaskularni teritoriji također se mogu klasificirati u tri: središnji dio opskrbljen peronealnom arterijom te proksimalnim i distalnim dijelovima (mišićno-tetivni te koštano-tetivni spoj)

opskrbljenim stražnjom tibijalnom arterijom. S obzirom na navedeno, područje relativne hipovaskularnosti u središnjoj supstanci tetive mjesto je gdje se javlja većina problema (6,7).

AT dobiva svoju inervaciju od živaca mišića s kojih polazi te kožnih živaca, posebno od suralnog živca te manjim dijelom od tibijalnog živca. Suralni živac prelazi preko lateralnog ruba AT u prosjeku 9.8 cm proksimalno od kalkanealnog tuberkuluma što ga čini osjetljivim na ijtrogenu ozljedu prilikom operacije, osobito kod minimalno invazivnih zahvata (8).

5. HISTOLOGIJA

Tenociti (specijalizirani fibrociti) i tenoblasti čine 90-95% staničnih elemenata tetive, dok hondrociti, vaskularne stanice, sinovijalne stanice i glatke mišićne stanice čine preostalih 5-10%. Kolagen i elastin čine glavni dio izvanstaničnog matriksa, 70% odnosno 2% suhe težine tetive. Kolagena vlakna su čvrsto zbijena u paralelne snopove (živci, krvne i limfne žile), tvoreći fascikle. Oni su okruženi endotenonom i grupiraju se u makroskopsku tetivu. Tetiva je obavijena epitenonom, koji je opet okružen paratenonom. Paratenon, koji se radi svoje vlastite vaskularizacije ponaša kao zasebna struktura te je ponekad teško razlikovati patologiju paratenona od same AT, i epitenon su odvojeni tankim slojem tekućine kako bi se smanjilo trenje tijekom kretanja tetive. Kolagen tipa I čini više od 90% normalne tetive. Međutim, tenociti iz rupturirane i tendinopatski promijenjene AT proizvode veći udio kolagena tipa III in vitro, koji je manje otporan na vlačne sile (6). Opći obrazac degeneracije zajednički je u oba slučaja, ali postoji statistički napredniji stupanj degeneracije kod rupturiranih tetiva. Stoga je moguće da postoji zajednički, još neidentificirani, patološki mehanizam koji djeluje na obje ove populacije tetiva. Navedena promijenjena proizvodnja kolagena može biti jedan od razloga za opisane histopatološke promjene. Od procesa koji se zbivaju u tendinopatiji neovaskularizacija ima dvosmislenu ulogu. S jedne strane, ona je ključna u procesu cijeljenja tendinopatski promijenjene AT, a s druge strane neke studije pokazuju da ultrazvučno ustanovljen stupanj neovaskularizacije korelira s težinom kliničke slike u domeni funkcije tetive. S obzirom da ova korelacija nije jaka, a ostale (odnos neovaskularizacije i boli, aktivnosti te dijagnostički značaj) se nisu pokazale dovoljno pouzdanim, potrebna su daljnja istraživanja uloge neovaskularizacije u patohistologiji tendinopatije AT kako bi se utvrdio potencijalni klinički značaj (9,10). Zanimljivo, ostaje

nejasno zašto tetive koje su histološki manje degenerirane uzrokuju izrazitu bol (u tendinopatiji), dok tetive koje puknu pokazuju veći histopatološki stupanj degeneracije unatoč tome što nisu proizvodile simptome prije rupture (11).

6. BIOMEHANIKA

U mirovanju, tetiva ima valovitu konfiguraciju zbog skupljanja kolagenih fibrila. Valovita konfiguracija se gubi prilikom rastezanja više od 2% dužine u mirovanju. Kolagena vlakna pokazuju linearni odgovor kako se sila povećava i tetiva može vratiti svoj normalan valovit izgled dok je rastezanje manje od 4%. Na razinama naprezanja između 4 i 8%, kolagena vlakna počinju kliziti jedno pokraj drugog dok se međumolekularne poprečne veze kidaju. Na razinama naprezanja većim od 8%, dolazi do makroskopskog pucanja tetive (12,13). Izravna in vivo mjerenja sila tijekom različitih aktivnosti otkrila su opterećenje u AT od čak 9 KN tijekom trčanja, što je do 12,5 puta veća od tjelesne težine (14). Također su zabilježena opterećenja od 2,6 KN tijekom sporog hodanja i manje od 1 KN tijekom vožnje biciklom, vršna opterećenja od 3,79 KN tijekom repetitivnog skakanja te 2,2 KN tijekom skokova iz čučnja (6). Područje kontakta između AT i kalkaneusa stvara uporišnu točku, osiguravajući AT mehaničku prednost povećanjem njezine poluge (15). Kagerov masni jastučić također ima svoju biomehaničku ulogu. On je pokretan i ulazi u retrokalkanealnu burzu tijekom plantarne fleksije i povlači se tijekom dorzalne fleksije gležnja. Smatra se da izbočenje u burzu tijekom plantarne fleksije smanjuje razvoj negativnog tlaka u burzi te tako smanjuje uvijanje AT pod opterećenjem (16).

7. EPIDEMIOLOGIJA

Prosječna incidencija ATRR-a iznosi 0,94/100 000 godišnje za sve uzraste te 1,16/100000 godišnje za odraslu populaciju (≥ 18 godina). Za usporedbu, srednja incidencija primarnog ATR-a iznosi 15,26/100 000 godišnje za sve dobi te 18,75/100 000 godišnje u odraslih (≥ 18 godina). Vrhunac incidencije i primarnog ATR-a i ATRR-a pojavljuje se u petom desetljeću. Medijan dobi u vrijeme ATRR-a iznosi 44 godine (IQR 33–54), a u ženskoj populaciji postoji trend ka starijoj dobi (medijan dobi 47, IQR 42–66) naspram muškoj (41, IQR 33–52). Muški spol, bolja socioekonomska situacija kao i mlađa životna dob (<45 godina) postavljanja dijagnoze primarne ATR predstavljaju veću vjerojatnost za razvijanje rerupture. Medijan vremena između primarne ATR i ATRR je 99,5 dana, iako se manji udio (16,7%) dogodi i kasnije, između 3 i 50 godina nakon primarne ozljede. Maempel et al. navode stopu ponovne rupture nakon funkcionalne neoperativne rehabilitacije od 3,8%, što je u skladu s objavljenom literaturom te je slična onoj za kirurški liječene slučajeve, dok nakon tradicionalne imobilizacije gipsom iznosi 6,7% (1,17).

8. ETIOLOGIJA

U usporedbi s ATR kojoj najčešće prethodi sportska aktivnost, većina ATRR-a nastaje uslijed ozljeda niske energije (hodanje, poskliznuće, spoticanje, inverzija gležnja ili pad s razine uspravnog stajanja), a u manjoj mjeri do rerupture dolazi i tijekom provođenja vježbi rehabilitacije primarne ATR. Ni jedan mehanizam niti godišnje doba u kojem dođe do primarne ATR nisu demonstrirali povezanost s povećanim rizikom od ATRR-a (1).

S obzirom da opskrba krvlju AT ovisi o dobi, postoji vjerojatnost smanjene opskrbe tetive krvlju s godinama (6). Na taj način relativna hipovaskularizacija ovisna o dobi u kombinaciji s ostalim faktorima (kao što je nastavak sportske aktivnosti na istoj razini) povećava vjerojatnost od rupture, a tako i rerupture.

Nadalje, ATRR može biti povezana s nepotpunim zatvaranjem paratenona tijekom operativnog zahvata zbog povećanog obujma dijela tetive na kojemu je učinjena rekonstrukcija primarne rupture (18).

Uzrok ATRR koja nastane nakon šivanja primarne rupture može ovisiti o tehnici šivanja i vrsti šava koja je primjenjena. Studija na ovčjim AT je usporedila i pokazala da je Tsuge tehnika šivanja jednako učinkovita kao i modificirana Kessler i Bunnell tehnika šivanja u biomehaničkom smislu. Međutim, na temelju niskih srednjih vrijednosti izmjerenih biomehaničkih parametara, izgleda da ove tehnike dvostrukih šavova nemaju dovoljno snage da bi omogućile ranu rehabilitaciju i prijenos težine. Stoga se predlaže višestruko šivanje korištenjem Tsuge tehnike, posebno minimalno invazivnim pristupom, kao obećavajući postupak za tretiranje ATR. Također, upotreba pletenog poliesterskog konca čini se biomehanički povoljnijom u usporedbi s upotrebom monofilamentnog polidioksanonskog konca za Tsuge i modificiranu Kesslerovu tehniku (19).

9. DIJAGNOSTIKA

S obzirom na činjenicu da ne postoje posebne smjernice za postavljanje dijagnoze ATRR, za tu namjeru koriste se isti klinički testovi kao i za primarnu rupturu. Tu ubrajamo sljedeće testove: palpacija, Simmondsov test, Matlesov, Copelandov i O'Brienov test. U izvješću Maffulli N. donosi podatke da je palpacija jaza najmanje osjetljiv klinički test s budnim pacijentom (0,73), povećavajući se na 0,81 kada je test obavljen pod anestezijom, a testovi Copeland i O'Brien 0,8. Simmondsov i Matlesov test značajno su osjetljiviji od ostalih testova (0,96 odnosno 0,88). Koji god testovi korišteni, pokazalo se da su najmanje dva pozitivna na potkožno puknuće AT kod svih pacijenata (20).

Što se tiče slikovnih pretraga, u akutnom stanju nema potrebe za istim u svrhu postavljanja dijagnoze. Naprotiv, mogu poslužiti čak i za zbunjivanje i lažno uvjeravanje. Također, u slučaju ultrazvučnog radiološkog nalaza (koji se kao i magnetska rezonanca može koristiti u dijagnostici, ali je relativno dostupnija metoda) o "djelomičnom puknuću" trebalo bi pretpostaviti potpuna rupturu AT, ako se to poklapa s kliničkom slikom. Također treba obratiti pozornost te uzeti u obzir činjenicu da se ponekad očuvana tetiva m. plantaris može zamijeniti za AT te tako pogrešno opisati kao parcijalna ruptura AT. Naravno, izuzetne i rijetke situacije u kojima se dobije lažno pozitivni rezultat postoje. Neke od njih su: operacija fuzije zgloba stražnjem stopalu, vrlo ukočen gležanj zbog artritisa ili traume, atrofija mišića potkoljenice zbog neuroloških uzroka, spontano cijeljenje zanemarene rupture AT s rezultatom produljenja iste. Također, prethodni kirurški zahvat, kao što je produljenje AT (na primjer, u sklopu liječenja talipes equinovarus); odnosno nakon loše provedene rekonstrukcije primarne rupture AT s posljedicom produljenja AT (21).

10. LIJEČENJE

a. Usporedba modaliteta liječenja

Reruptura ima negativan učinak na dugoročni ishod te zahtijeva liječenje kako bi se dobio zadovoljavajući ishod. Stanje pacijenata s ATRR nakon učinjenog minimalno invazivnog kirurškog zahvata primarne ATR (srednje vrijeme praćenja bilo je 8,7 godina) procijenjeno je korištenjem Leppilahti bodovne skale i povratka radu te sportskim aktivnostima. Korištena tehnika bila je ona koju je opisao Bijlsma, a sastoji se od Bunnel polidioksanonskog konca postavljenog na proksimalni kraj Ahilove tetive kroz mali uzdužni rez. Konac se zatim provuče kroz izbušenu rupu u kalkaneusu nakon potkožnog provlačenja i veže s gležnjem u opuštenom položaju ekviusa (22). Više od polovice ovih pacijenata imalo je prihvatljiv ili loš ishod prema Leppilahti bodovnoj skali i nitko se od njih nije vratio na prethodnu razinu bavljenja sportom unatoč tome što su imali prosječno mali (do 10%) gubitak snage mišića potkoljenice pri izokinetičkoj fleksiji stopala. Referentna skupina (bez rerupture nakon istog zahvata) je bila mnogo bolja, čak i više s obzirom da su imali manje vremena za oporavak (praćenje je trajalo samo 1 godinu). Iznenadujuće, izmjereni gubitak snage mišića potkoljenice pri izokinetičkoj fleksiji stopala u referentnoj skupini iznosio je do 20%, što je u prosjeku dvostruko više nego u skupini s ATRR. Unatoč prosječno lošijem funkcionalnom ishodu (tj. niži Leppilahti rezultat i sudjelovanje u sportu), pacijenti s ATRR imali su bolju snagu mišića potkoljenice. Razlika u vremenu praćenja najvjerojatnije objašnjava različiti obrazac između pacijenata u ATRR i referentnoj skupini u razlici u snazi između ozlijeđene i neozlijeđene noge (2). Postavlja se pitanje kakvi bi bili funkcionalni ishodi i snaga mišića potkoljenice nakon

ponovne operacije rerupturirane AT u usporedbi s kontrolnom skupinom konzervativno tretirane ATRR. Također, od koristi bi bili i podaci koji uspoređuju ishode različitih vrsta zahvata na rerupturiranoj AT međusobno i s navedenom kontrolnom skupinom.

Načini liječenja akutne rupture Ahilove tetive mogu se općenito klasificirati pod otvorene operativne zahvate, perkutane operativne i neoperativne metode. U literaturi ne postoje jasne definicije pojmova perkutani i minimalno invazivni popravak.

Logički se to dvoje može razlikovati prema vizualizaciji krajeva tetive tijekom procesa popravka. Kod minimalno invazivnog popravka krajevi tetive mogu se vidjeti spojeni kroz mali rez iako se sami šavovi mogu provući kroz ubodne rezove s obje strane tetive. Za razliku, u perkutanom popravku, krajevi tetiva možda se neće izravno vidjeti, ali se mogu vizualizirati ultrazvukom i endoskopijom (23). Unatoč razvoju tijekom posljednjih nekoliko desetljeća u liječenju ruptura AT, još uvijek nije donesen konsenzus o najboljem načinu liječenja.

Liječenju nekomplikiranih potkožnih ruptura AT trebalo bi pristupiti individualizirano prema brigama, zanimanju, sudjelovanju u sportu i zdravlju pacijenta. Ako je naglasak na povratku pune sposobnosti, operativni tretman vjerojatno je najbolji izbor kod sportaša i pacijenata s visokom razinom tjelesne aktivnosti. Perkutani popravak treba razmotriti kod pacijenata koji se ne žele podvrgnuti otvorenoj operaciji (iz kozmetičkih razloga ili osobnog shvaćanja invazivnosti otvorenog zahvata).

Neoperativno liječenje ostaje rezervirano za starije pacijente kojima je malo vjerojatno da će postići bilo kakvu veću korist od operativnog postupka (24).

U usporebi s otvorenom kirurgijom, nakon minimalno invazivnog zahvata stopa ponovnih ruptura je niža, a sekundarne postoperativne komplikacije, poput dubokih i površinskih infekcija, te poremećaja cijeljenja rane su rjeđe, a i uključeni su i manji

financijski troškovi. Međutim, ijtrogene neurološke komplikacije češće su nakon perkutane procedure (25).

Carmont i sur. pokazali su da se slični funkcionalni ishodi javljaju kod perkutanih i kod minimalno invazivnih popravka AT. Iako su oni koji su liječeni imali nešto veće stope ATRR i oštećenja suralnog živca, drugi ishodi kao što su boravak u bolnici, komplikacije rane i povratak na posao bili su znatno niži u odnosu na otvorenu operaciju. Glavni nedostatak perkutanog popravka je taj što možda neće biti moguće osigurati da su rupturirani krajevi tetive ispravno spojeni zahvatom. Taj nedostatak može se u određenoj mjeri premostiti pravilnom upotrebom endoskopije i intraoperativnim ultrazvukom te tako neizravno vizualizirati anatomske odnose krajeva AT prilikom popravka. Kao drugi glavni nedostatak ove metode navodi se ijtrogena lezija suralnog živca. Štoviše, poznato je da perkutani popravak AT minimizira adhezije. Adhezije nakon popravka AT mogu biti uzrok tekućih simptoma povezanih s te dovesti do pogrešne dijagnoze ATRR (23).

b. Operativno liječenje

Najbolji operativni tretman ATRR još nije definiran. Predlagane su razne tehnike poput korištenja preklopnih režnjeva, V-Y produljenje, prijenosi tetiva, transplantati tetiva i uporabe sintetskih materijala. Ovi postupci mogu biti dugoročno učinkoviti, ali imaju neke mane i nedostatke, kako u vezi s njihovom invazivnošću tako i u vezi s vrstom transplantata. Konkretno, V-Y plastika i preklopni režnjevi zahtijevaju široku ekspoziciju AT i gastro-soleusnog kompleksa te trajno mijenjaju omjer između duljine tetive i mišića. U slučaju korištenja tetive jednog od dugih pregibača nožnih prstiju, snaga potiska tijekom hoda može biti oslabljena, što može biti osobiti problem kod sportaša i mladih. Također, prijenos tetive dugog pregibača palca može smanjiti fleksijsku snagu u interfalangealnom zglobu palca (3).

Maffuli i sur. opisali su dobre postoperativne rezultate nakon minimalno invazivne rekonstrukcije korištenjem prijenosa ipsilateralnog peroneus brevis (PB) ili slobodnog ipsilateralnog transplantata semitendinozusa (ST) sa ili bez interferentne fiksacije vijcima za kalkaneus.

Preciznije, postupak prijenosa PB daje dobre rezultate kratkotrajno i dugotrajno, omogućujući liječenje Ahilove rupture s razmacima između rubova rupture do 6 cm. S druge strane, slobodni ST transplantat koristi se za razmake veće od 6 cm, bez utjecaja na ravnotežu mišića stopala i funkciju koljena. Kod primjene postupka slobodnog ST grafta s interferentnom fiksacijom vijkom za kalkaneus distalni dio Ahilove tetive nije izložen, a transplantat se provlači samo kroz proksimalni kraj. Ova tehnika omogućuje fiksaciju tetive na kost, osiguravajući čvršću fiksaciju grafta od one koja se postiže šivanjem tetive za tetivu (3).

Primjenom navedenih minimalno invazivnih metoda, zabilježeno je statistički značajno poboljšanje maksimalnog opsega potkoljenice i izometrijske snage plantarne fleksije operirane noge. Također, ukupni ishod nakon operacije bio je izvrstan ili dobar u 81 % pacijenta, dobar u 14 % i loš u 5 % prema sustavu Boydena i sur. (26). Za usporedbu, Metz i sur. rekonstrukciju primarne rupture izvodili su perkutanom šivanjem proksimalnog rupturiranog kraja tetive za tuberozitet kalkaneusa kroz izbušeni tunel (Bijlsma & van der Werken metoda) (22). Njihovi rezultati bili su izvrsni/dobri u 38 % pacijenata, prihvatljivi u 31 % te loši u 31 % (2). S druge strane, Pajala i sur. rekonstrukciju ATRR izvodili su koristeći jedan/dva preklopna reznja fascije gastrocnemiusa, tetivu plantarisu ili sintetički materijal te su izvijestili o izvrsnim/dobrim rezultatima u 68 % te prihvatljivim rezultatima u 37 % pacijenata (27).

i. Prijenos tetive peroneus brevis

Minimalno invazivna tehnika rekonstrukcije AT prijenosom ipsilateralne tetive peroneus brevis koristi se u slučaju ATRR s razmakom manjim od 6 cm. Zahvat iziskuje tehničku zahtjevnost, ali omogućuje dobar oporavak, čak i kod pacijenata s kroničnom rupturom od 9 mjeseci s obzirom na nastalu atrofiju mišića u vrijeme operacije i kontrakture kože koja je često prisutna oko tetive.

Preoperativne anatomske oznake uključuju palpabilni defekt tetive, oba malleola i bazu pete metatarzalne kosti. Naprave se tri reza na koži. Prvi rez je uzdužni rez od 5 cm, postavljen 2 cm proksimalno i medijalno od palpabilnog kraja proksimalnog batrljka. Drugi rez je uzdužni rez od 3 cm, ali 2 cm distalno i lateralno od bočnog ruba distalnog batrljka. Drugi rez izbjegava suralni živac tako što je postavljen na lateralnu stranu Ahilove tetive, ali posteriorno od živca. Treći rez je uzdužni rez od 2 cm na bazi pete metatarzalne kosti. Idući korak je mobilizacija distalnog dijela Ahilove tetive, oslobađajući ga od svih peritendinoznih priraslica. Kraj tetive je tada reseciran do u zdravu tetivu, a zaključavajući šav postavljen je oko slobodnog ruba tetive kako bi se spriječilo odvajanje snopova. Proksimalna tetiva je zatim također mobilizirana. Idući korak je pozicioniranje stopala u plantarnoj fleksiji te mjerenje razmaka između rupturiranih dijelova. Ako je razmak manji od 6 cm, odlučuje se za premoštenje tetivom peroneusa brevis. Tetiva se identificira kroz rez na lateralnom dijelu stopala na mjestu umetanja u bazu pete metatarzalne kosti. Na kraj tetive se stavlja zaključavajući šav prije otpuštanja iz metatarzalne baze. Zatim se tetiva PB identificira na dnu distalne incizije Ahilove tetive nakon otvaranja duboke fascije koja prekriva odjeljak peronealnih mišića. Zatim, tetiva PB se izvlači kroz istu inciziju te se mobilizira mišićni dio peroneusa brevis proksimalno kako bi se omogućila povećana mobilnost tetive PB. Idući korak je

uzdužna tenotomija paralelna s tetivnim vlaknima kroz oba batrljka AT. Nakon toga, PB graft se provlači kroz distalnu tenotomiju od lateralne do medijalne strane. S gležnjem u maksimalnoj plantarnoj fleksiji, postavljaju se šavovi s obje strane distalnog batrljka kako bi fiksirali tetivu PB. Tetiva PB se provlači ispod kože u proksimalni rez te kroz transverzalnu tenotomiju u proksimalnom batrljku od medijalno do lateralno. Također, osigura se šavovima. Na kraju tetivu PB potrebno je zašiti natrag na svoj proksimalni kraj s lateralne strane proksimalne incizije kože. (28)

ii. Rekonstrukcija slobodnim ipsilateralnim transplantatom tetive semitendinozusa s fiksacijom interferentnim vijkom

S druge strane, u slučajevima ATRR u kojima nastali defekt AT iznosi više od 6 cm, preporuča se minimalno invazivna rekonstrukcija slobodnim ipsilateralnim transplantatom tetive semitendinozusa s fiksacijom interferentnim vijkom. Preoperativne anatomske oznake su: palpabilni tetivni defekt, distalni i proksimalni dijelovi tetive i gornji posterolateralni kut kalkaneusa.

Tetiva ST uzima se kroz poprečni rez od 2 cm u poplitealnoj jami. Tetivu se odvaja proksimalno pomoću skidača tetive odgovarajuće veličine. Ovaj postupak izvodi se s koljenom u 30° fleksije kako bi se smanjila napetost u tetivi. Konačno, nakon što se ST odvoji od spoja s medijalnom glavom gastrocnemiusa, tetiva je uklonjena distalno pomoću istog stripera kako bi se odvojila od tibije. Idući korak je izvesti dva uzdužna reza kože od 2,5-3 cm: prvi, 2 cm proksimalno i medijalno od palpabilnog kraja proksimalnog batrljka, i drugi, 2 cm distalno i lateralno od lateralnog ruba distalnog batrljka (što bliže moguće lateralnoj granici AT kako bi se spriječilo oštećenje suralnog živca). Proksimalni batrljak Ahilove tetive mobilizira se kroz proksimalnu inciziju, oslobađajući je svih peritendinoznih adhezija, i resekira u zdravo (7-15 mm) kako bi se uredio njezin rub.

Kroz distalni rez otkriva se Kagerov trokut anteriorno od distalnog batrljka tetive, omogućavajući pristup posterosuperiornom uglu kalkaneusa. S oscilirajućom pilom učini se osteotomija tog ugla, pazeći da nema oštih rubova kosti koji zadiru u prednju stranu umetanja Ahilove tetive. Osteotomija omogućava otkrivanje hvatišta tetive i izbjegavanje sudara između AT i transplantata tetive, sprječavajući pretjeranu napetost na koži koja prekriva mjesto umetanja tetive. Pomoću Beathovog klina izbuši se prolaz u antegradnom smjeru, počevši od prednjeg pa do srednjeg dijela umetanja Ahilove tetive, od

posterionog prema anteriornom smjeru pod kutem od 45°. Svrđlo s kanilom od 7 mm upotrijebi se za izradu koštanog tunela u kalkaneusu za prolaz dvolančanog transplantata ST. ST tetiva se potom provuče poprečno kroz mali rez u proksimalnom dijelu AT (medijalno prema lateralno) i zašije na ulaznim mjestima. Idući korak je provući niti ST transplantata ispod kožnog mosta u distalnu inciziju te kroz prethodno izbušeni tunel u kalkaneusu. Na kraju, transplantat ST postavlja se s gležnjem u maksimalnoj plantarnoj fleksiji fiksirajući ga za kalkaneus pomoću metalnog ili bioapsorbirajućeg interferentnog vijka, a dodatno, zašije se i na distalni batrljak AT (29).

11. BIOLOŠKA AUGMENTACIJA

Korištenje bioloških materijala kao što je plazma bogata trombocitima (PRP) za promicanje zacjeljivanja je zanimljiva i kontroverzna tema razvoja relevantna za AT kirurgiju. Do danas su se ove tehnike primjenjivale samo za otvorene popravke tetive. Sanchez je izvijestio o ranijem rasponu pokreta, manje vremena za lagano trčanje i nastavak treninga u studiji slučaja s kontrolom u kojoj je fibrinska matrica bogata trombocitima primijenjena na zašivenu tetivu prije zatvaranja [10.1177/0363546506294078]. Druge randomizirane kontrolirane studije koje su koristile različite metode pripreme PRP-a nisu pokazale razliku u ishodu (30). Iznimno, rezultati jednog randomiziranog kontroliranog ispitivanja sugeriraju da PRP može poslužiti kao biološka dopuna popravku rupture AT te poboljšava funkcionalne rezultate kratkoročno i dugoročno (praćenje do 24 mjeseca) (31). Za određivanje učinkovitosti PRP-a potrebne su randomizirane kontrolirane studije koje se sastoje od standardiziranih metoda pripreme i tehnika primjene. S obzirom na to da zagovornici minimalno invazivne kirurgije čuvaju meko tkivo kako bi poboljšali zacjeljivanje, vjerojatno će ti kirurzi više težiti korištenju biološke modifikacije za promicanje oporavka (23).

12. POSTOPERATIVNI PERIOD

Za procjenu ishoda te kao prognostički faktor nakon popravka AT pa tako i ATRR koristi se Leppilahti bodovna skala. To je klinički sustav bodovanja koji uzima u obzir subjektivnu procjenu simptoma, procjenu opsega pokreta gležnja te izokinetičko mjerenje snage plantarne i dorzalne fleksije stopala (32). Uspoređujući učinak ranog opterećenja operiranog ekstremiteta s onim bez istoga na rani postoperativni oporavak nakon popravka akutno puknute AT poboljšava zdravstvenu kvalitetu života u ranom postoperativnom razdoblju i nema štetan učinak na oporavak (33).

Rehabilitacijski protokol s ranim opterećenjem operiranog ekstremiteta nakon popravka AT sastoji se od: postoperativne imobilizacije s gležnjem u gravitacijskom ekvinusu, poticanja pacijenata da opterećuju operirani ekstremitet što je prije moguće do pune težine, te promjene gipsa nakon 2 tjedna s gležnjem smještenim u prednju udlagu u plantigradnom položaj. Posljednje omogućava potpunu plantarnu fleksiju, ali ne i dorzalnu iznad neutralnog položaja. Navedeni protokol skraćuje vrijeme potrebno za rehabilitaciju, međutim, nedostatak snage i atrofija mišića nisu spriječeni (34).

U smjeru smanjivanja postoperativne boli treba uzeti u obzir faktore koji uzrokuju bol u tetivi. Kod tendinopatija, smatra se da je upala je ona koja pokreće početnu kaskadu boli, ali dokazano je da bolnost tetive ne korelira samo sa stupnjem i brojem mehaničkog diskontinuiteta kolagenih vlakana već potencijalno i zbog još neidentificiranih biokemijskih čimbenika koji aktiviraju peritendinozne nociceptore kada su izloženi okolini kao posljedica ozljede nastale prenaprezanjem tetive. Neki od kandidata za te medijatore boli bi mogli uključivati tvari matriksa i manje kolagene, hondroitin sulfat i glutamat (prisutan u višim koncentracijama u tendinopatskoj AT) (35). Daljnje

proučavanje tih mehanizama nudi široki spektar potencijalnih farmakoloških meta kojima bi se mogla smanjiti bol ne samo u tendinopatski oštećenoj tetivi, već i postoperativnom razdoblju popravka ATTR s obzirom da su takve tetive značajno više degenerirane nego onima zahvaćenim samo tendinopatskim procesom (11).

13. RASPRAVA

Zbog velikih varijacija u kirurškim tehnikama za popravak puknute AT, gotovo je nemoguće istaknuti koja metoda daje najbolji ukupni ishod. Otvoreni pristup je metoda izbora kod sportaša, mladih ljudi i pacijenata s kroničnim rupturama, jer im je potrebna rekonstruktivna kirurgija kako bi što ranije vratili funkciju na višoj razini odnosno vratili funkciju nakon određenog vremena (24). Odnosno, za populaciju pacijenata osim elitnih sportaša ostaje individualni izbor u dogovoru između pacijenta i liječnika (36). Naime, pojedini rezultati pokazuju da se niti nakon 12 ili 24-mjesečnog praćenja ne može pronaći značajna razlika u bolesnika s AATR liječenih operativno ili konzervativno te potencijalno sugeriraju neinferiornost konzervativnog pristupa. Stoga je važno informirati pacijente s AATR-om o prednostima i nedostacima pojedinih strategija liječenja (37–40). S druge strane, otvoreni popravak AT pokazao se povezan s dužim trajanjem operacije, većim rizikom od površinskih infekcija i većim rizikom od ukočenosti gležnja za razliku od minimalno invazivnog pristupa koji se dokazao kao sigurna i pouzdana tehnika iako povezan s većim rizikom od privremene paralize suralnog živca. Međutim, još uvijek su potrebni visokokvalitetni standardizirani RCT prije nego što se minimalno invazivna kirurgija može preporučiti kao zlatni standard liječenja ruptura AT (41).

Unatoč provedenom kirurškom liječenju i rehabilitaciji, pacijenti s ATRR imaju kontinuirane simptome i funkcionalne nedostatke na ozlijeđenoj strani nakon dugotrajnog praćenja (srednji prosjek 51 mjesec). Također, pokazalo se da imaju lošije ishode prema subjektivnim navodima pacijenata, ali slične ili bolje funkcionalne rezultate u usporedbi s pacijentima s primarnim rupturama nakon kirurškog liječenja i rehabilitacije (42).

Poticanje populacije koja se želi baviti fizičkom aktivnošću na kontinuitet u istoj je od velikog značaja i u slučajevima kada dođe do rupture AT. Naime, kirurško liječenje kronične tendinopatije AT daje lošije rezultate (produljeni oporavak, više komplikacija i veći rizik od daljnjih operacija) kod pacijenata koji se ne bave sportom (43).

S obzirom na važnost ekonomičnosti koja se odnosi na pružanje zdravstvene skrbi, stvarni trošak liječenja također se mora uzeti u obzir. Perkutani popravak pod lokalnom anestezijom procijenjen je na jednu trećinu cijene otvorene operacije (44).

Epidemiološka statistika u literaturi pokazuje velike varijacije u stopama rerupture AT. Neki od potencijalnih uzroka toga su pristranost istraživača i manjak kriterija koji uzimaju u obzir različite modalitete liječenja - na primjer tehniku izvođenja operativnog zahvata. Također, individualne razlike u kvaliteti izvođenja operativnog zahvata između različitih liječnika.

14. ZAHVALA

Zahvaljujem se svom mentoru izv.prof.dr.sc. Mariju Starešiniću na pomoći, strpljenju i svim savjetima prilikom pisanja ovog diplomskog rada usprkos svim obavezama koje je mentor imao.

15. POPIS LITERATURE

1. Maempel JF, White TO, Mackenzie SP, McCann C, Clement ND. The epidemiology of Achilles tendon re-rupture and associated risk factors: male gender, younger age and traditional immobilising rehabilitation are risk factors. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* (2022) **30**:2457–2469. doi:10.1007/s00167-021-06824-0
2. Metz R, van der Heijden GJMG, Verleisdonk E-JMM, Andriik M, van der Werken C. Persistent Disability Despite Sufficient Calf Muscle Strength After Rerupture of Surgically Treated Acute Achilles Tendon Ruptures. *Foot Ankle Spec* (2011) **4**:77–81. doi:10.1177/1938640010388412
3. Maffulli N, Oliva F, Del Buono A, Florio A, Maffulli G. Surgical management of Achilles tendon re-ruptures: a prospective cohort study. *Int Orthop* (2015) **39**:707–714. doi:10.1007/s00264-015-2686-x
4. S. Ellis HHJJDWACP& WCS. *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 10th ed. American journal of neuroradiology (2005).
5. Shaw HM, Vázquez OT, McGonagle D, Bydder G, Santer RM, Benjamin M. Development of the human Achilles tendon enthesis organ. *J Anat* (2008) **213**:718–724. doi:10.1111/j.1469-7580.2008.00997.x
6. Doral MN, Alam M, Bozkurt M, Turhan E, Atay OA, Dönmez G, Maffulli N. Functional anatomy of the Achilles tendon. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* (2010) **18**:638–643. doi:10.1007/s00167-010-1083-7
7. Chen TM, Rozen WM, Pan W, Ashton MW, Richardson MD, Taylor GI. The arterial anatomy of the Achilles tendon: Anatomical study and clinical implications. *Clin Anat* (2009) **22**:377–385. doi:10.1002/ca.20758

8. Webb J, Moorjani N, Radford M. Anatomy of the sural nerve and its relation to the Achilles Tendon. *Foot Ankle Int* (2000) **21**:475–477.
doi:10.1177/107110070002100604
9. De Jonge S, Warnaars JLF, De Vos RJ, Weir A, van Schie HTM, Bierma-Zeinstra SMA, Verhaar JAN, Tol JL. Relationship between neovascularization and clinical severity in Achilles tendinopathy in 556 paired measurements. *Scand J Med Sci Sports* (2014) **24**:773–778. doi:10.1111/sms.12072
10. Jaworski Ł, Zabrzyńska M, Klimaszewska-Wiśniewska A, Zielińska W, Grzanka D, Gagat M. Advances in Microscopic Studies of Tendinopathy: Literature Review and Current Trends, with Special Reference to Neovascularization Process. *J Clin Med* (2022) **11**:1572. doi:10.3390/jcm11061572
11. TALLON C, MAFFULLI N, EWEN SWB. Ruptured Achilles tendons are significantly more degenerated than tendinopathic tendons. *Med Sci Sport Exerc* (2001) **33**:1983–1990. doi:10.1097/00005768-200112000-00002
12. Maffulli N. Current concepts review-rupture of the Achilles tendon. *J Bone Jt Surg* (1999) **81**:1019–1036.
13. Maganaris CN, Narici M V, Maffulli N. Biomechanics of the Achilles tendon. *Disabil Rehabil* (2008) **30**:1542–1547. doi:10.1080/09638280701785494
14. Komi P V. Relevance of in vivo force measurements to human biomechanics. *J Biomech* (1990) **23**:23–34. doi:10.1016/0021-9290(90)90038-5
15. Benjamin M, Toumi H, Ralphs JR, Bydder G, Best TM, Milz S. Where tendons and ligaments meet bone: attachment sites ('entheses') in relation to exercise and/or mechanical load. *J Anat* (2006) **208**:471–490. doi:10.1111/j.1469-7580.2006.00540.x

16. Theobald P, Bydder G, Dent C, Nokes L, Pugh N, Benjamin M. The functional anatomy of Kager's fat pad in relation to retrocalcaneal problems and other hindfoot disorders. *J Anat* (2006) **208**:91–97. doi:10.1111/j.1469-7580.2006.00510.x
17. Mark-Christensen T, Troelsen A, Kallemose T, Barfod KW. Functional rehabilitation of patients with acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis of current evidence. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* (2016) **24**:1852–1859. doi:10.1007/s00167-014-3180-5
18. García-Germán D, Rubio-Quevedo R, Lopez-Goenaga J, Martín-Guinea J. Achilles tendon recurrent rupture following surgical repair: Report on two cases. *Foot Ankle Surg* (2009) **15**:152–154. doi:10.1016/j.fas.2008.09.001
19. Dundar N, Guneri B, Uzel M, Doganer A. Biomechanical comparison of Bunnell, modified Kessler, and Tsuge tendon repair techniques using two suture types. *Acta Orthop Traumatol Turc* (2020) **54**:104–112. doi:10.5152/j.aott.2020.01.411
20. Maffulli N. The Clinical Diagnosis of Subcutaneous Tear of the Achilles Tendon. *Am J Sports Med* (1998) **26**:266–270. doi:10.1177/03635465980260021801
21. Boyd RPR, Dimock R, Solan MC, Porter E. Achilles tendon rupture: how to avoid missing the diagnosis. *Br J Gen Pract* (2015) **65**:668–669. doi:10.3399/bjgp15X688069
22. Bijlsma TS, van der Werken C. Operative treatment of achilles tendon rupture: a minimally invasive technique allowing functional after-treatment. *Orthop Traumatol* (2000) **8**:285–290. doi:10.1007/BF03181110
23. Carmont MR, Rossi R, Scheffler S, Mei-Dan O, Beaufils P. Percutaneous & Mini Invasive Achilles tendon repair. *Sport Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* (2011) **3**:28.

doi:10.1186/1758-2555-3-28

24. Wong J, Barrass V, Maffulli N. Quantitative Review of Operative and Nonoperative Management of Achilles Tendon Ruptures. *Am J Sports Med* (2002) **30**:565–575.
doi:10.1177/03635465020300041701
25. Buono A Del, Volpin A, Maffulli N. Minimally invasive versus open surgery for acute Achilles tendon rupture: a systematic review. *Br Med Bull* (2014) **109**:45–54.
doi:10.1093/bmb/ldt029
26. Boyden EM, Kitaoka HB, Cahalan TD, An KN. Late versus early repair of Achilles tendon rupture. Clinical and biomechanical evaluation. *Clin Orthop Relat Res* (1995)150–158.
27. Pajala A, Kangas J, Ohtonen P, Leppilahti J. Rerupture and deep infection following treatment of total Achilles tendon rupture. *J Bone Jt Surgery-American Vol* (2002) **84**:2016–2021. doi:10.2106/00004623-200211000-00017
28. Maffulli N, Spiezia F, Longo UG, Denaro V. Less-Invasive Reconstruction of Chronic Achilles Tendon Ruptures Using a Peroneus Brevis Tendon Transfer. *Am J Sports Med* (2010) **38**:2304–2312. doi:10.1177/0363546510376619
29. Maffulli N, Loppini M, Longo UG, Maffulli GD, Denaro V. Minimally Invasive Reconstruction of Chronic Achilles Tendon Ruptures Using the Ipsilateral Free Semitendinosus Tendon Graft and Interference Screw Fixation. *Am J Sports Med* (2013) **41**:1100–1107. doi:10.1177/0363546513479017
30. Schepull T, Kvist J, Norrman H, Trinks M, Berlin G, Aspenberg P. Autologous Platelets Have No Effect on the Healing of Human Achilles Tendon Ruptures. *Am J Sports Med* (2011) **39**:38–47. doi:10.1177/0363546510383515

31. Zou J, Mo X, Shi Z, Li T, Xue J, Mei G, Li X. A Prospective Study of Platelet-Rich Plasma as Biological Augmentation for Acute Achilles Tendon Rupture Repair. *Biomed Res Int* (2016) **2016**:1–8. doi:10.1155/2016/9364170
32. Leppilahti J, Forsman K, Puranen J, Orava S. Outcome and prognostic factors of achilles rupture repair using a new scoring method. *Clin Orthop Relat Res* (1998)152–161.
33. Suchak AA, Bostick GP, Beaupré LA, Durand DC, Jomha NM. The Influence of Early Weight-Bearing Compared with Non-Weight-Bearing After Surgical Repair of the Achilles Tendon. *J Bone Jt Surgery-American Vol* (2008) **90**:1876–1883. doi:10.2106/JBJS.G.01242
34. Maffulli N, Tallon C, Wong J, Lim KP, Bleakney R. Early Weightbearing and Ankle Mobilization after Open Repair of Acute Midsubstance Tears of the Achilles Tendon. *Am J Sports Med* (2003) **31**:692–700. doi:10.1177/03635465030310051001
35. Khan KM, Cook JL. Overuse Tendon Injuries:: Where Does the Pain Come From? *Sports Med Arthrosc* (2000) **8**: Available at: https://journals.lww.com/sportsmedarthro/Fulltext/2000/08010/Overuse_Tendon_Injuries___Where_Does_the_Pain_Come.3.aspx
36. Buddecke D. Acute Achilles Tendon Ruptures. *Clin Podiatr Med Surg* (2021) **38**:201–226. doi:10.1016/j.cpm.2020.12.006
37. Fischer S, Colcuc C, Gramlich Y, Stein T, Abdulazim A, von Welck S i sur. Prospective randomized clinical trial of open operative, minimally invasive and conservative treatments of acute Achilles tendon tear. *Arch Orthop Trauma Surg* (2021) **141**:751–760. doi:10.1007/s00402-020-03461-z

38. Myhrvold SB, Brouwer EF, Andresen TKM, Rydevik K, Amundsen M, Grün W i sur. Nonoperative or Surgical Treatment of Acute Achilles' Tendon Rupture. *N Engl J Med* (2022) **386**:1409–1420. doi:10.1056/NEJMoa2108447
39. Kosiol J, Keiler A, Loizides A, Gruber H, Henninger B, Bölderl A i sur. Operative versus conservative treatment of acute Achilles tendon ruptures: preliminary results of clinical outcome, kinematic MRI and contrast-enhanced ultrasound. *Arch Orthop Trauma Surg* (2022) **143**:2455–2465. doi:10.1007/s00402-022-04457-7
40. Maffulli N. In Adults with Acute Achilles Tendon Rupture, Nonoperative Treatment, Open Repair, and Minimally Invasive Surgery Did Not Differ for Health Status at 12 Months. *J Bone Jt Surg* (2022) **104**:2035–2035. doi:10.2106/JBJS.22.00965
41. Attia AK, Khamis KM, Dhooqhe P, Bariteau JT, Labib SA, Myerson MS. Outcomes and Complications of Open vs Minimally Invasive Surgical Repair of Acute Achilles Tendon Rupture: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Foot Ankle Orthop* (2022) **7**:2473011421S0009. doi:10.1177/2473011421S00095
42. Westin O, Helander KN, Silbernagel KG, Samuelsson K, Brorsson A, Karlsson J. Patients with an Achilles tendon re-rupture have long-term functional deficits in function and worse patient-reported outcome than primary ruptures. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* (2018) **26**:3063–3072. doi:10.1007/s00167-018-4952-0
43. Maffulli N, Testa V, Capasso G, Oliva F, Sullo A, Benazzo F i sur. Surgery for Chronic Achilles Tendinopathy Yields Worse Results in Nonathletic Patients. *Clin J Sport Med* (2006) **16**:123–128. doi:10.1097/00042752-200603000-00007
44. Ebinesan AD, Sarai BS, Walley GD, Maffulli N. Conservative, open or percutaneous repair for acute rupture of the Achilles tendon. *Disabil Rehabil* (2008) **30**:1721–1725.

doi:10.1080/09638280701786815

16. ŽIVOTOPIS

Kristijan Vrdoljak rođen je 29. siječnja 1999. godine u Zagrebu. Odrasta u obitelji te pohađa Osnovnu školu Alojzija Stepinca i prirodoslovni gimnazijski smjer Prirodoslovne škole Vladimira Preloga uz aktivno bavljenje judom. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisuje 2017. godine. Tokom studija aktivirao se i sudjeluje u vodstvu u studentskoj sekciji za planinarenje te se amaterski bavio dugim triatlonom. Također, tokom studija sudjeluje u pisanju znanstvenih radova iz područja genetike, imunologije te regenerativne medicine u ortopediji u Specijalnoj bolnici Sv. Katarina. Trenutno se aktivno bavi planinskim trčanjem i alpinizmom, a u prošlosti je postizao rezultate na državnoj razini u judu i atletici u mlađim uzrastima.