

Konzervativno zdravljenje popolnega pretrganja sprednje križne vezi s Crossovim protokolom imobilizacije

Conservative treatment of a complete anterior cruciate ligament (ACL) tear using the Cross bracing protocol

Marko Stojanović^{1,2}, Zoran Žlof Androjna^{1,2}, Karlo Pintarić^{1,2}, Mile Majstorović³, Miloš Macura⁴, Domen Bremec⁴, Miha Drobnič⁴

IZVLEČEK

Uvod: Poškodba sprednje križne vezi je ena najpogostejših športnih poškodb. Uveljavljeno prepričanje je, da ima slabo sposobnost celjenja, vendar se v zadnjih letih pojavlja vse več nasprotnih dokazov. Namen prispevka je opisati primer celjenja sprednje križne vezi brez operacije s pomočjo posebnega imobilizacijskega protokola. **Metode:** 22-letni bolnik je bil po popolni rupturi sprednje križne vezi vključen v 12-tedenski imobilizacijski protokol kolena za izboljšanje možnosti celjenja vezi brez operacije. Izid smo ocenjevali z analizo magnetotresonančne slike. **Rezultati:** Iz magnetotresonančne slike po končanem imobilizacijskem protokolu smo ugotovili, da je zaceljena vez morfološko skladna z zdravo sprednjo križno vezjo, kar jasno nakazuje na popolno celjenje. **Sklep:** Menimo, da je konzervativna obravnava rupture sprednje križne vezi s kombinacijo imobilizacijskega protokola in terapevtske vadbe lahko primerna vrsta zdravljenja za paciente s specifično strganino sprednje križne vezi. V prihodnjih dobro nadzorovanih raziskavah je treba neposredno primerjati dolgoročno učinkovitost zdravljenja s Crossovim protokolom imobilizacije z drugimi protokoli konzervativnega zdravljenja popolnega pretrganja sprednje križne vezi.

Ključne besede: koleno, poškodba, imobilizacija, šport, ruptura.

ABSTRACT

Introduction: Anterior cruciate ligament (ACL) injury is one of the most common sports injuries. The prevailing belief is that the ACL has poor intrinsic healing capacity; however, an increasing number of recent studies challenge this assumption. The purpose of this report is to present a case of ACL healing without surgery using a specific immobilisation protocol. **Methods:** A 22-year-old patient with a complete ACL rupture was enrolled in a 12-week knee immobilisation protocol designed to enhance the ligament's potential to heal without surgical intervention. The outcome was evaluated using magnetic resonance imaging (MRI). **Results:** The MRI scan performed after the completion of the immobilisation protocol showed that the healed ligament was morphologically comparable to a healthy ACL, clearly indicating complete healing. **Conclusion:** We believe that a conservative approach to treating an ACL rupture – combining an immobilisation protocol with therapeutic exercise – may be an appropriate treatment option for patients with a specific tear pattern of the ACL. However, future well-controlled studies are needed to directly compare the long-term effectiveness of Cross's immobilisation protocol with that of other conservative approaches for complete ACL rupture.

Key words: knee, injury, immobilisation, sports, rupture.

¹ Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinični inštitut za radiologijo, Ljubljana

² Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za radiologijo, Ljubljana

³ Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinični oddelek za travmatologijo, Ljubljana

⁴ Univerzitetni klinični center Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: Marko Stojanović, dipl. fiziot.; e-pošta: stojanovic.marko@gmx.com

Prispelo: 20. 06. 2025

Sprejeto: 23. 11. 2025

UVOD

Poškodba sprednje križne vezi (SKV) je ena najpogostejših ortopedskih poškodb. Največkrat se zgodi med športno aktivnostjo, ki vključuje rotacijo ali menjavo smeri (1). V Sloveniji je pri ekipnih športnicah možnost za poškodbo SKV 2,1 na 100 športnic (2), najbolj pa so izpostavljene košarkarice. Približno 70 % ruptur SKV je nekontaktne narave (3).

Poleg klasične rekonstrukcije SKV so se v zadnjih letih pojavile tudi nove oblike ohranitvenega kirurškega zdravljenja, na primer Ligamys in Bridge-Enhanced ACL Restoration (BEAR). Ligamys je tehnika ohranitvenega kirurškega zdravljenja proksimalnih raztrganin SKV z biorazgradljivim vsadkom. Podatkov o dolgoročnem uspehu zdravljenja je malo, vendar kažejo na hitro kratkoročno okrevanje (97 % povrnitve funkcije v 4 mesecih), toda tudi velik delež ponovnih pretrganj (15–30 % reruptur v 1 do 5 letih) s 23 % laksnosti (> 3 mm) po 1 letu (4, 5). BEAR uporablja kolagenski vsadek za rekonstrukcijo SKV brez odvzema presadka. Do 6 let so rezultati posega primerljivi s standardno rekonstrukcijo SKV z enakovredno uspešnostjo zdravljenja, ocenjeno z IKDC in KOOS, stabilnostjo (1,5 mm laksnosti) in deležem ponovnih operacij (11,5 %). Prednost BEAR posega je boljša jakost stegenskih mišic (109,5 % proti 56,4 %) in potencialno manj osteoartritisa, čeprav dolgoročnih podatkov ni (6, 7).

Po najnovejših podatkih naj bi se celjenje SKV kot stranski produkt drugih protokolov konzervativne obravnave zgodilo v vsaj 14 do 50 % primerov (8, 9, 10). Obstaja več različnih protokolov imobilizacije, ki so poskušali izboljšati možnosti spontanega celjenja SKV prek začasne omejitve gibljivosti kolena v štiritočkovni opornici. Najbolj znan je tako imenovani Crossov protokol imobilizacije (CPI), poimenovan po dr. Mervu in dr. Tomu Crossu, ki so ga v strokovni literaturi prvič opisali Filbay in sodelavci leta 2023 (11).

OPIS PRIMERA

Predstavitev preiskovanca

Poročilo o primeru opisuje primer 22-letnega nogometarja, ki je 29. aprila 2024 pri nogometu doživel popolno pretrganje desne SKV. Seznanjen

je bil z možnostjo zdravljenja z 12-tedenskim imobilizacijskim protokolom in podpisal izjavo o prostovoljnem sodelovanju. V zdravljenje z imobilizacijskim CBI smo ga vključili, saj je izpolnjeval naslednja vključitvena merila:

- s protokolom je lahko začel v prvem mesecu po poškodbi SKV;
- v vsakdanjem življenju je bil funkcionalno neodvisen;
- ni imel sočasnih poškodb kolena, pri katerih bi bila operacija nujna;
- ni imel predhodnih znakov globoke venske tromboze.

OCENJEVALNI IN MERILNI POSTOPKI

Konzervativno zdravljenje s Crossovim protokolom imobilizacije

Pri izvedbi imobilizacijskega protokola in terapevtski vadbi smo sledili originalnemu protokolu (11), ki je podrobneje opisan v preglednici 1. Gre za 12-tedenski imobilizacijski protokol s štiritočkovno kolensko opornico, pri čemer je prve štiri tedne koleno imobilizirano v 90 stopinj fleksije, nato pa se od 4. do 12. tedna obseg giba kolena postopno povečuje. Bolnik je v skladu s protokolom prejemal tudi antikoagulantno terapijo.

Magnetnoresonančna preiskava

Magnetnoresonančna (MR) preiskava kolena je bila izvedena pred uvedbo in po zaključku CPI z uporabo standardnih slikovnih sekvenc: PD (angl. proton density) – poudarjena TSE-sekvenca brez in s tehniko izničenja signala maščevja v treh ravninah ter T1-poudarjena TSE-sekvenca v koronarni ravnini. Ocena celjenja SKV je bila opravljena s pomočjo standardiziranega sistema ACLOAS (angl. anterior cruciate ligament osteoarthritis score) (12), ki razvršča stopnje celjenja vezi:

- ACLOAS 0 – normalna vez z enotno strukturo in signalom nizke jakosti ter ohranjeno kontinuiteto,
- ACLOAS 1 – zadebeljena vez in/ali povišan signal v vezi, vendar ohranjena kontinuiteta in anatomski potek;
- ACLOAS 2 – stanjšana ali podaljšana, vendar še vedno neprekinjena vez;
- ACLOAS 3 – popolna prekinitve vezi ali njena odsotnost.

Preglednica 1: Predstavitev Crossovega protokola imobilizacije – tedenski pregled nastavitve opornice in načrt terapevtske vadbe

Teden	Opornica	Vaje
1.–4.:	<ul style="list-style-type: none"> – Položaj sklepa 90°, – popolno razbremenjevanje poškodovanega spodnjega uda z uporabo bergel. 	<ul style="list-style-type: none"> – Izometrično naprezanje sprednjih in zadnjih stegenskih mišic v opornici, – plantarna fleksija gležnja proti uporabi z elastičnim trakom, – abdukcija kolka leže na boku, – ekstenzija kolka, – vadba nepoškodovane noge: <ul style="list-style-type: none"> – ekstenzija kolena na trenažerju, – fleksija kolena na trenažerju, – dvig na prste z utežjo, – trening hipertrofije trupa in zgornjega dela telesa.
5.–6.:	<ul style="list-style-type: none"> – Obseg giba 60–90° (5. teden) in 45–90° (6. teden), – brez obremenjevanja poškodovane noge, – bergle. 	<ul style="list-style-type: none"> – Stopnjevanje vadbenega programa iz prejšnjih tednov s povečanjem intenzivnosti.
7.–8.:	<ul style="list-style-type: none"> – Obseg giba 30°– polna fleksija (brez omejitve v smeri fleksije kolena) (7. teden) in 20°– polna fleksija (brez omejitve v smeri fleksije kolena) (8. teden), – delna obremenitev poškodovane noge, – bergle. 	<ul style="list-style-type: none"> – Stopnjevanje vadbenega programa iz prejšnjih tednov s povečanjem intenzivnosti, sedenje ob steni v omejenem obsegu giba, – počep z lastno težo v omejenem obsegu giba.
9.–10.:	<ul style="list-style-type: none"> – Obseg giba 10°– popolni upogib (9. teden) in 0°– polna fleksija (brez omejitve v smeri fleksije kolena, brez hiperekstenzije) (10. teden), – polna obremenitev poškodovane noge. 	<ul style="list-style-type: none"> – Stopnjevanje vadbenega programa iz prejšnjih tednov s povečanjem intenzivnosti, – sobno kolo.
11.–12.:	<ul style="list-style-type: none"> – Poln obseg giba z opornico. 	<ul style="list-style-type: none"> – Stopnjevanje vadbenega programa iz prejšnjih tednov s povečanjem intenzivnosti.
13.–16.:	<ul style="list-style-type: none"> – Odstranitev opornice. 	<ul style="list-style-type: none"> – Stopnjevanje vadbenega programa iz prejšnjih tednov s povečanjem intenzivnosti, izometrični izteg kolena na trenažerju, – enonožni mrtvi dvig, – enonožni dvig bokov leže, – začetek lahkotnega teka, – začetek enostavne sonožne pliometrije, – začetek enostavnih lateralnih gibanj, – začetek težje ekscentrične vadbe ekstenzorjev kolena.
17.+:		<ul style="list-style-type: none"> – Stopnjevanje vadbenega programa iz prejšnjih tednov s povečanjem intenzivnosti, enonožna pliometrija, – enonožni skoki v dolžino, – prehod v sklepno fazo rehabilitacije s športno specifičnimi gibalnimi vzorci in intenzivno enonožno pliometrijo.

ACLOAS je trenutno najbolj validirana in standardizirana lestvica za oceno SKV na MR-sliki, saj omogoča natančno morfološko oceno vezi ter spremljanje degenerativnih in pooperativnih sprememb. Ima boljšo ponovljivost in skladnost z artroskopsko oceno vezi kot druge MR-klasifikacije, zato je široko sprejeta v klinični in raziskovalni uporabi (30).

Izometrične meritve jakosti ekstenzorjev kolena

Kot objektivno mero spremembe jakosti stegenske miškulature smo uporabili ročno izometrično dinamometrijo. Ročna izometrična dinamometrija se je izkazala kot dobra, hitra in poceni alternativa izokinetični dinamometriji (13). Prav tako se je RID izkazala kot učinkovita metoda merjenja sprememb maksimalne izometrične jakosti stegenske miškulature pri pacientih po rekonstrukciji SKV (14).

Lysholm vprašalnik

Pri pacientu smo trikrat izvedli oceno izida z Lysholmovim vprašalnikom, ki ima ustrezne

psihometrične parametre pri samooceni pacientov po poškodbi SKV (15).

ACL-RSI SCORE

Psihološko pripravljenost pacienta za vrnitev k športni aktivnosti smo dvakrat ocenili z ACL-RSI SCORE (16).

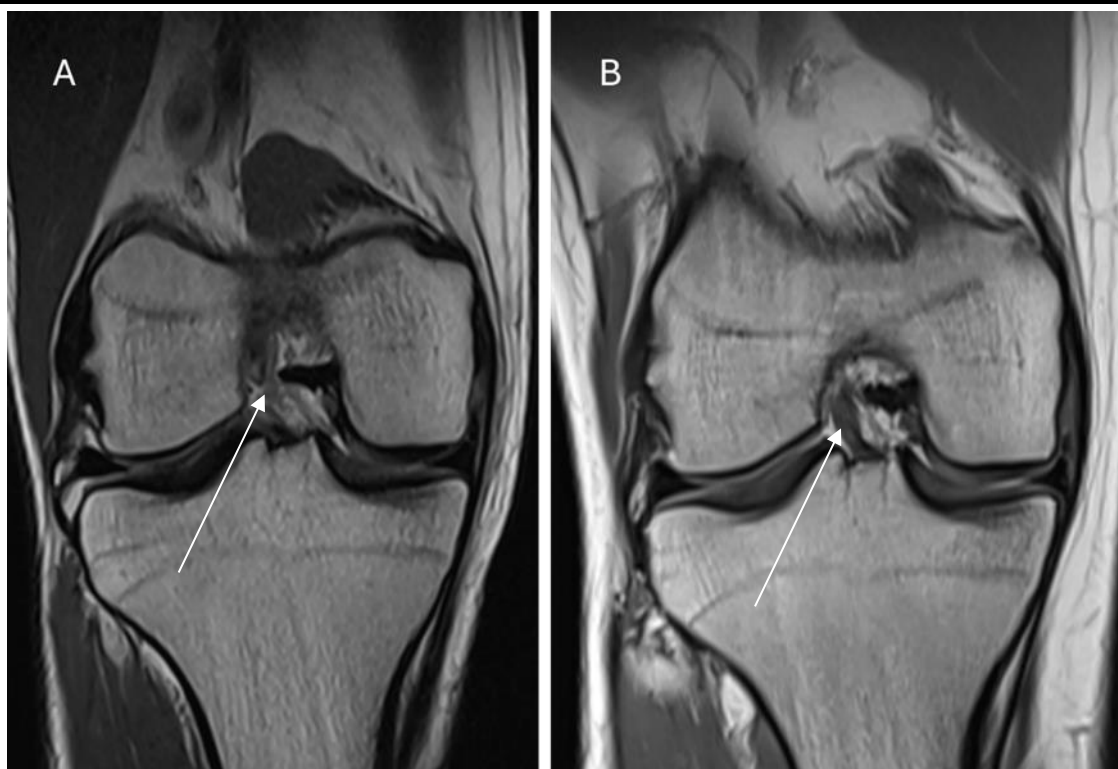
REZULTATI

MR - preiskava

Na izhodiščni MR-preiskavi (slika 1A) sta vidna popolna prekinitev sprednje križne vezi v njeni srednji tretjini in povišan signal v preostalih vlaknih, kar ustreza stopnji ACLOAS 3. Po zaključenem CPI pa MR-preiskava pokaže ponovno vzpostavljeno kontinuiteto vezi (slika 1B), ki je napeta, z enotnim signalom nizke jakosti, morfološko skladna z zdravo SKV, kar ustreza stopnji ACLOAS 0. Taka najdba jasno kaže na popolno zaceljenje sprednje križne vezi.



Slika 1: MR kolena pred in po zaključku CPI. A) Izhodiščni MR kolena v PD – poudarjeni TSE-sekvenci s tehniko izničenja signala maščevja v sagitalni ravnini s popolnim pretrganjem SKV v srednji tretjini. B) MR kolena v PD – poudarjeni TSE-sekvenci s tehniko izničenja signala maščevja v sagitalni ravnini po zaključenem CPI z zaceljeno SKV.



Slika 2: MR kolena pred in po zaključenem CBP. A) Začetni MR kolena v PD – poudarjeni TSE-sekvenci v koronalni ravnini prikazuje popolno pretrganje SKV v srednji tretjini. B) MR kolena v PD – poudarjeni TSE sekvenci v koronalni ravnini po zaključenem CPI prikazuje zaceljeno SKV.

Izometrične meritve jakosti ekstenzorjev kolena

Pri pacientu je med zdravljenjem z imobilizacijskim protokolom in terapevtsko vadbo prišlo do občutnega povečanja izometrične jakosti ekstenzorjev kolena, prikazano v preglednici 2. Izometrična jakost ekstenzorjev se je izboljšala s 37 kg na 87 kg, kar ustreza 108-odstotnemu povečanju jakosti glede na prvo merjenje. Izboljšal se je tudi indeks lateralne simetrije, ki se je s 53 % izboljšal na 93 %.

Lysholmov vprašalnik in ACL-RSI SCORE

Pri pacientu je prišlo do izboljšanja rezultata pri Lysholmovem vprašalniku in ACL-RSI SCORE vprašalniku, prikazano v preglednici 3. Rezultat pri Lysholmovem vprašalniku se je izboljšal z začetnih 29 točk na 100 točk ob zadnji oceni. ACL-RSI SCORE se je izboljšal z začetnih 37 točk na končnih 89 točk.

Preglednica 2: Rezultati meritev z ročno izometrično dinamometrijo

Datum	Izteg kolena na 90° (kg) L	Izteg kolena na 90° (kg) D	Indeks lateralne simetrije (%)
24. 06. 2024	70	37	53
02. 09. 2024	69	56	82
28. 11. 2024	93	87	93

Preglednica 3: Rezultati Lysholmovega vprašalnika in ACL-RSI SCORE vprašalnika

Datum	Vprašalnik Lysholm (točke)	Vprašalnik ACL-RSI (točke)
13. 05. 2024	29	37
24. 06. 2024	84	/
28. 11. 2024	100	89

Preglednica 4: Časovnica bolnikove obravnave

Datum	Dogodek
29. 04. 2024	Poškodba SKV
03. 05. 2024	Pregled pri ortopedu (Lachmanov test +++)
11. 05. 2024	Magnetna resonanca (popolna ruptura SKV)
27. 05. 2024	Začetek imobilizacijskega protokola
01. 11. 2024	Pregled pri travmatologu (Lachmanov test -)
08. 11. 2024	Magnetna resonanca (potrjeno celjenje SKV)

Opombe: časovno zaporedje dogodkov od rupture do potrjenega celjenja SKV.

V času pisanja članka je pacient že prestal kriterije za vračanje v šport in se uspešno vrnil v trenajžno-tekmovalni proces.

Ključni dogodki poteka obravnave so zapisani v preglednici 4.

RAZPRAVA

Opisani primer prikazuje prvi slovenski primer uspešnega zdravljenja popolnega pretrganja SKV s Crossovim protokolom imobilizacije. Optimalna strategija za obravnavo ruptur SKV je kontroverzna tema, saj za zdaj ni dokazov, da rekonstrukcija pripelje do boljših funkcionalnih izidov kot konzervativno zdravljenje, tudi ko govorimo o poklicnem športu (17, 18, 19, 20, 1). Prav tako odstotek operiranih ruptur SKV geografsko variira in je med drugim odvisen tudi od nacionalnega zdravstvenega sistema. V Avstraliji se tako na primer operira okrog 90 % ruptur SKV (21), na Norveškem pa je ta številka bližje 50 %, kar tudi približno odraža trenutna strokovna priporočila (22).

Popolno pretrganje SKV se lahko zdravi kirurško ali konzervativno. Pri drugih protokolih konzervativne obravnave se domneva, da je SKV ostala pretrgana, zato posameznik s terapevtsko vadbo poskuša vzpostaviti ustrezno funkcijo spodnjega uda in stabilnost kolena brez SKV. Pogosti razlogi za kirurško obravnavo so izboljšanje pasivne stabilnosti kolena in zmanjšanje možnosti poškodb pri telesno aktivnih posameznikih, predvsem meniskusov in hrustanca. V nasprotju s splošnim prepričanjem pa literatura nakazuje, da se kirurška in kirurška konzervativna obravnava ne razlikujeta po možnosti prihodnjih poškodb, tako glede poškodb meniskusov kot osteoartritisa (23, 24, 20, 25). Prav tako večja pasivna stabilnost kolena ne pomeni nujno tudi boljših subjektivnih in

objektivnih funkcionalnih izidov (25). Razpoložljivi dokazi kažejo, da je v večini primerov smiselno poizkusiti s konzervativno rehabilitacijo, preden se razmišlja o rekonstrukciji SKV (24). Konzervativno zdravljenje je neuspešno v 17,5 % primerov (24), skoraj 30 % mladih posameznikov pa v obdobju 24 mesecev po primarni rekonstrukciji SKV utrpí sekundarno ipsi- ali kontralateralno poškodbo SKV (26). Prav tako vsako operacijo SKV spremljajo različna tveganja, najpogosteje okužba, globoka venska tromboza, pljučna embolija, sklepna artrofibroza in morbilnost donorskega mesta (27, 28).

Posameznike, ki se odločijo za konzervativno obravnavo SKV, v grobem delimo na tri skupine:

- funkcionalno prilagojena oseba (angl. *coper*), ki se lahko kljub odsotnosti SKV vrne na isto raven športnega udejstvovanja kot pred poškodbo;
- funkcionalno neprilagojena oseba (angl. *non-coper*), ki se ne more vrniti na isto raven športnega udejstvovanja kot pred poškodbo oziroma pri tem doživi epizodo nestabilnosti kolena;
- oseba s spremenjenim življenjskim slogom (angl. *adapter*), ki se ne more vrniti na isto raven športnega udejstvovanja kot pred poškodbo oziroma pri tem doživi epizodo nestabilnosti kolena, vendar se raje kot za operacijo odloči za prilagoditev telesne aktivnosti (20, 27).

Za zdaj ni zanesljivega načina, s katerim bi lahko vnaprej zanesljivo prepoznali dejavnike tveganja za slabo funkcijsko okrevanje pacienta s konzervativnim zdravljenjem (19, 29). Objavljeni podatki kažejo, da je odstotek vračanja v šport precej podoben po neoperativni in po operativni obravnavi (19, 20, 29). Ker si mnogi poklicni

športniki s časovnega in finančnega vidika ne morejo privoščiti tveganja, da se pri njih kasneje odkrije, da so v skupini pacientov, ki imajo prisotne dejavnike tveganja za slabo funkcijsko okrevanje s konzervativnim zdravljenjem, se večinoma primarno odločajo za rekonstrukcijo SKV.

Pri načrtovanju drugih protokolov konzervativnega zdravljenja navadno predpostavimo, da ima SKV slabo sposobnost samoceljenja, vendar teža dokazov omenjeno trditev v zadnjih letih izpodbija (8, 9, 10, 11, 30, 31, 32, 33, 34), v literaturi pa je opisanih celo par primerov spontanega celjenja rupture presadka SKV (35, 36). Najboljši potencial za celjenje imajo proksimalne rupture (33). Celjenje SKV je torej najverjetneje eden od faktorjev, ki vpliva na uspešnost konzervativne obravnave ruptur SKV (10). Spontano celjenje SKV kot stranski produkt drugih protokolov konzervativnega zdravljenja naj bi se zgodilo v vsaj 14–50 % primerov (8, 9, 10). Obstaja več različnih protokolov imobilizacije, ki so poskušali izboljšati možnosti spontanega celjenja SKV prek začasne omejitve gibljivosti kolena v štiritočkovni opornici. Protokoli so bili v splošnem uspešni v približno 80 % primerov (37, 31, 32). Protokol z največjim številom uspešnih primerov in najvišjim odstotkom celjenja je t. i. *Crossov protokol imobilizacije*, prvič pa so ga v strokovni literaturi opisali Filbay in sodelavci leta 2023 (11). Raziskava je zajemala 80 posameznikov, od katerih jih je 72 (90 %) po 12 tednih imobilizacijskega protokola kazalo znake celjenja na magnetni resonanci (MR). Leta 2024 je izšla druga raziskava na 235 posameznikih, obravnavanih s CPI, pri čemer jih je 224 (95 %) kazalo znake celjenja na MR po 12 tednih, od tega jih je po ACLOAS lestvici 147 imelo oceno 1, 77 oceno 2 in 11 oceno 3 (34). Ker proces remodulacije tetivnega presadka po rekonstrukciji SKV traja najmanj 12 mesecev (38, 39), je smiselno pričakovati, da bo tudi pri spontano zaceljeni SKV časovnica podobna.

Treba je poudariti, da obstajajo dejavniki, ki močno vplivajo na možnost spontanega celjenja SKV in varnost omenjenega protokola. To so predvsem:

- mesto ruptur,
- oddaljenost rupturiranih koncev vezi,
- pridružene poškodbe (izključitev kompleksnejših multiligamentarnih poškodb in operabilnih poškodb meniskusov),

- čas od poškodbe do začetka imobilizacije,
- prisotnost globoke venske tromboze.

Vsi posamezniki torej niso primerni za konzervativno obravnavo, priporoča pa se skupno odločanje večdisciplinarnega zdravstvenega tima in bolnika. Potrebne so dodatne raziskave, s katerimi se bo ugotovilo:

- kateri posamezniki so (ne)primerni za konzervativno obravnavo z imobilizacijo, da se čim bolj poveča možnost celjenja SKV, neustrezni kandidati pa usmerijo k drugemu načinu obravnave;
- kateri dejavniki pozitivno in negativno vplivajo na možnost celjenja SKV;
- kakšen je odstotek ponovljenih ruptur pri spontano zaceljenih SKV;
- kakšne so razlike v subjektivnih in objektivnih funkcionalnih izidih med rekonstrukcijo in spontanim celjenjem SKV.

Čeprav predstavljeni pacient ni imel večjih zapletov, povezanih z imobilizacijo, je pri odločitvi o potencialni aplikaciji imobilizacijskega protokola potrebno upoštevati morebitne negativne posledice dolgotrajne imobilizacije. Dolgotrajna imobilizacija kolena povzroča številne strukturne in funkcionalne spremembe v mišično-skeletnem sistemu. Že po nekaj dneh neuporabe pride do izrazite atrofije kvadricepsa in zmanjšanja mišične moči (40, 41), kar spremljata tudi zmanjšana kontraktilna hitrost in sprememba mišične sestave z večjo infiltracijo maščobnega tkiva (42). Na ravni sklepa se pojavijo degenerativne spremembe hrustanca – zmanjšanje vsebnosti proteoglikanov in glikozaminoglikanov, tanjšanje hrustančne plasti ter zmanjšana elastičnost, kar vodi v trajnejšo degeneracijo tudi po remobilizaciji (43, 44, 45). Poleg tega imobilizacija povzroči omejen obseg gibljivosti in razvoj kontraktur zaradi skrajšanja mehkih tkiv (46) ter povečano togost sklepa in pasivni upor pri gibanju (47). Prisotna je tudi povečana izraženost vnetnih mediatorjev v sklepnem tkivu, kar dodatno pospešuje degenerativne procese (48).

ZAKLJUČKI

Opisani primer predstavlja prvo dokumentirano aplikacijo Crossovega imobilizacijskega protokola v Sloveniji. Dejstvo, da je ob aplikaciji protokola prišlo do zacelitve popolnega pretrganja SKV, bi lahko vplivalo na spremembo klinične poti dela

bolnikov s pretrganjem SKV. Predvsem sta pomembna zgodnja usmeritev na slikanje z magnetno resonanco in natančen opis stanja SKV. Pri odločitvi o vpeljavi postopka je treba upoštevati morebitne negativne posledice dolgotrajne imobilizacije kolena ter potencialno daljši čas rehabilitacije kot pri običajni konzervativni obravnavi. Potrebne so nadaljnje raziskave, ki bodo razkrile prednosti in pomanjkljivosti omenjene obravnave, opredelile dejavnike, ki pozitivno ali negativno vplivajo na možnost celjenja, ter predstavile statistiko ponovljenih poškodb in vračanja v šport po spontanem celjenju SKV.

LITERATURA

1. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, Stuart MJ, Krych AJ (2016). Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: a 21-year population-based study. *Am J Sports Med* 44(6): 1502–07.
2. Vauhnik R, Morrissey MC, Rutherford OM, Turk Z, Piliš IA, Perme MP (2011). Rate and risk of anterior cruciate ligament injury among sportswomen in Slovenia. *J Athl Train* 46(1): 92–8.
3. Boden BP, Sheehan FT (2022). Mechanism of non-contact ACL injury. *J Orthop Res* 40(3): 531–40.
4. Kohl S, Evangelopoulos DS, Kohlhof H, Hartel M, Bonel H, Henle P, Imhoff AB, Schär MO (2013). Dynamic intraligamentary stabilization for acute anterior cruciate ligament rupture: results of a prospective case series at 1-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21(3): 596–605.
5. Ateshrang A, Eggeling D, König C, Döbele S, Schröter S, Stockle U, Niemeyer P (2018). Clinical outcomes and second-look arthroscopic findings after dynamic intraligamentary stabilization of acute anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med* 46(2): 381–90.
6. Murray MM, Flutie BM, Kalish LA, Ecklund K, Fleming BC, Proffen BL, Valenza M, Katz JN (2020). Bridge-enhanced anterior cruciate ligament repair: two-year results of a first-in-human study. *Orthop J Sports Med* 8(3): 2325967120906823.
7. Murray MM, Kalish LA, Fleming BC, Flutie BM, Proffen BL, Ecklund K, Valenza M, Townsend H, Katz JN (2023). Six-year outcomes of bridge-enhanced anterior cruciate ligament repair and autograft anterior cruciate ligament reconstruction in a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 51(2): 324–36.
8. Blanke F, Trinnes K, Oehler N, Prall WC, Lutter C, Tischer T, Vogt S (2023). Spontaneous healing of acute ACL ruptures: rate, prognostic factors and short-term outcome. *Arch Orthop Trauma Surg* 143(7): 4291–8.
9. Costa-Paz M, Ayerza MA, Tanoira I, Astoul J, Muscolo DL (2012). Spontaneous healing in complete ACL ruptures: a clinical and MRI study. *Clin Orthop Relat Res* 470(4): 979–85.
10. Filbay SR, Roemer FW, Lohmander LS, Turkiewicz A, Roos EM, Frobell R, Englund M (2023). Evidence of ACL healing on MRI following ACL rupture treated with rehabilitation alone may be associated with better patient-reported outcomes: a secondary analysis from the KANON trial. *Br J Sports Med* 57(2): 91–9.
11. Filbay SR, Dowsett M, Chaker Jomaa M, Rooney J, Sabharwal R, Lucas P, et al. (2023). Healing of acute anterior cruciate ligament rupture on MRI and outcomes following non-surgical management with the Cross Bracing Protocol. *Br J Sports Med* 57(23): 1490–97.
12. Roemer FW, Frobell R, Lohmander LS, Niu J, Guermazi A (2014). Anterior cruciate ligament osteoarthritis score (ACLOAS): longitudinal MRI-based whole-joint assessment of anterior cruciate ligament injury. *Osteoarthritis Cartilage* 22(5): 668–82.
13. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R (2011). *Hand-held Dynamometry Correlation With the Gold Standard Isokinetic Dynamometry: A Systematic Review*. *PM&R* 3(5): 472–9.
14. Welling W, Paalman J, Speerstra R, Van Houten A, Hoogeslag R (2025). *Monitoring hamstring and quadriceps strength using handheld dynamometry in patients after ACL reconstruction: A prospective longitudinal study*. *Journal of Orthopaedics*, 59, 128–36.
15. Briggs K, Lysholm J, Tegner Y, Rodkey WG, Kocher MS, Steadman JR (2009). *The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later*. *Am J Sports Med* 37(5): 890–7.
16. Webster KE, Feller JA, Lambros C (2008). Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Phys Ther Sport* 9(1): 9–15.
17. Frobell RB, Roos EM, Roos HP, Ranstam J, Lohmander LS (2010). A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears. *N Engl J Med* 363(4): 331–42.
18. Grindem H, Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA (2012). A pair-matched comparison of return to pivoting sports at 1 year in ACL-injured patients after a nonoperative versus operative treatment course. *Am J Sports Med* 40(11): 2509–16.
19. Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA (2008). Individuals with an anterior cruciate ligament-

- deficient knee classified as noncopers may be candidates for nonsurgical rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther* 38(10): 586–95.
20. Myklebust G, Holm I, Mæhlum S, Engebretsen L, Bahr R (2003). Clinical, functional, and radiologic outcome in team handball players 6 to 11 years after anterior cruciate ligament injury: a follow-up study. *Am J Sports Med* 31(6): 981–89.
 21. Zbrojkiewicz D, Vertullo C, Grayson JE (2018). Increasing rates of anterior cruciate ligament reconstruction in young Australians, 2000–2015. *Med J Aust* 208(8): 354–58.
 22. Komnos GA, Hantes MH, Kalifis G, Gkekas NK, Hante A, Menetrey J (2024). Anterior cruciate ligament tear: individualized indications for non-operative management. *J Clin Med* 13 (20): 6233.
 23. Ekås GR, Ardern CL, Grindem H, Engebretsen L (2020). 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* 54(9): 520–7.
 24. Krause M, Freudenthaler F, Frosch KH, Achtnich A, Petersen W, Akoto R (2018). Operative versus conservative treatment of anterior cruciate ligament rupture. *Dtsch Arztebl Int* 115(51–52): 855–62.
 25. van Yperen DT, Reijman M, Van Es EM, Bierma-Zeinstra SMA, Meuffels DE (2018). Twenty-year follow-up study comparing operative versus nonoperative treatment of anterior cruciate ligament ruptures in high-level athletes. *Am J Sports Med* 46(5): 1129–36.
 26. Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE (2014). Incidence of second ACL injuries 2 years after primary ACL reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med* 42(7): 1567–73.
 27. Hacken B, Onks C, Flemming D, Mosher T, Silvis M, Black K, Stuck D, Dhawan A (2019). Prevalence of MRI shoulder abnormalities in asymptomatic professional and collegiate ice hockey athletes. *Orthop J Sports Med* 7 (10).
 28. Mohtadi N, Barber R, Chan D, Paolucci EO (2016). Complications and adverse events of a randomized clinical trial comparing 3 graft types for ACL reconstruction. *Clin J Sport Med* 26(3): 182–89.
 29. Thoma LM, Grindem H, Logerstedt D, Axe M, Engebretsen L, Risberg MA, Snyder-Mackler L (2019). Coper classification early after ACL rupture changes with progressive neuromuscular and strength training and is associated with two-year success: the Delaware-Oslo ACL Cohort study. *Am J Sports Med* 47(4): 807–14.
 30. Ihara H, Kawano T (2017). Influence of age on healing capacity of acute tears of the anterior cruciate ligament based on magnetic resonance imaging assessment. *J Comput Assist Tomogr* 41(2): 206–11.
 31. Jacobi M, Reischl N, Rönn K, Magnusson RA, Gautier E, Jakob RP (2016). Healing of the acutely injured anterior cruciate ligament: functional treatment with the ACL-Jack, a dynamic posterior drawer brace. *Adv Orthop* 2016:1609067.
 32. Park YG, Ha CW, Park YB, Na SE, Kim M, Kim TS, Chu YY (2021). Is it worth to perform initial non-operative treatment for patients with acute ACL injury?: a prospective cohort prognostic study. *Knee Surg Relat Res* 33(1): 11.
 33. Pitsillides A, Stasinopoulos D, Giannakou K (2021). Healing potential of the anterior cruciate ligament in terms of fiber continuity after a complete rupture: a systematic review. *J Bodyw Mov Ther* 28: 246–54.
 34. van Haeringen M, Cross T, Kuijjer P, Filbay S (2024). Healing of acute anterior cruciate ligament rupture on 3-month MRI in 235 people managed with the Cross Bracing Protocol. *J Sci Med Sport* 27 (Suppl): S11–12.
 35. Ng NYY, Tan BWL, Krishna L (2017). Spontaneous healing of a tear of an anterior cruciate ligament graft: a case report. *Knee* 24(6): 1504–7.
 36. Voloshin I, Bronstein RD, DeHaven KE (2002). Spontaneous healing of a patellar tendon anterior cruciate ligament graft: a case report. *Am J Sports Med* 30(5): 751–3.
 37. Delin C, Vandensteene J-Y, Rousseau R, Thelen P, Silvere S, Javoy P, Djian P, Legmann P (2015). International Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine. *Arthroscopy* 14(2 Suppl): S1–50.
 38. Brinlee AW, Dickenson SB, Hunter-Giordano A, Snyder-Mackler L (2021). ACL reconstruction rehabilitation: clinical data, biologic healing, and criterion-based milestones to inform a return-to-sport guideline. *Sports Health* 14(5): 770–9.
 39. Moretti L, Bizzoca D, Cassano GD, Caringella N, Delmedico M, Moretti B (2022). Graft intra-articular remodeling and bone incorporation in ACL reconstruction: the state of the art and clinical implications. *J Clin Med* 11(22): 6704.
 40. Wall BT, Dirks ML, van Loon LJC (2014). Skeletal muscle atrophy during short-term disuse: implications for age-related sarcopenia. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 307(3): E245–E257.
 41. Dirks ML, Wall BT, van de Valk B, et al. (2016). Skeletal muscle disuse atrophy is not attenuated by dietary protein supplementation in healthy older men. *J Clin Endocrinol Metab* 101(5): 1610–8.
 42. Parry SM, El-Ansary D, Cartwright MS, et al. (2017). Ultrasound assessment of muscle mass and quality in critically ill patients: a systematic review. *Clin Nutr* 36(1): 203–10.

43. Palmoski MJ, Brandt KD (1981). Effects of static and dynamic compressive loading on articular cartilage explants. *Arthritis Rheum* 24(6): 724–30.
44. Haapala J, Arokoski J, Hyttinen M, et al. (2000). Remobilization does not fully restore immobilization-induced articular cartilage atrophy. *J Bone Joint Surg Am* 82(4): 600–10.
45. Hagiwara Y, Ando A, Chimoto E, et al. (2009). Changes of articular cartilage after immobilization in a rat knee joint model. *Clin Orthop Relat Res* 467(11): 2877–85.
46. Trudel G, Uhthoff HK (2000). Contractures secondary to immobility: is the restriction articular or muscular? An experimental longitudinal study in the rat knee. *BMC Musculoskelet Disord* 1: 1–6.
47. Williams PE (1988). Effect of intermittent stretch on immobilised muscle. *J Physiol* 397: 55–71.
48. Chen Y, Huang W, Li J, et al. (2022). Prolonged joint immobilization promotes cartilage degeneration through upregulation of inflammatory pathways. *Int J Mol Sci* 23(20): 12480.