

POSTTRAUMATSKI OSTEOARTRITIS: RANA MANIFESTACIJA DEGENERATIVNIH BOLESTI ZGLOBOVA

Prim. Tatjana Nikolić, dr. med., spec. fiz. med. i rehab.

KBC Sestre milosrdnice

Klinika za reumatologiju fizikalnu medicinu i rehabilitaciju

Klinička jedinica za rehabilitaciju traumatoloških bolesnika

Posttraumatski osteoartritis (PTOA) čini oko 12 % svih slučajeva osteoartrisa (OA) (1). Nastaje kao posljedica različitih traumatskih ozljeda zglobova, a osobito su česte ozljede koljena - rupture prednjeg križnog ligamenta (ACL) i meniska. PTOA predstavlja značajan klinički problem jer pogađa mlađe i radno aktivne osobe. Rizik razvoja PTOA nakon ozljede koljena iznosi 25-50 % (2). Patogeneza PTOA može se razviti na dva osnovna načina: nakon akutnog oštećenja hrskavice kod intraartikularnih prijeloma i tijekom kroničnog nepravilnog opterećenja zbog posttraumatskog instabiliteta koljena. U oba slučaja krajnji ishod je sličan: remodeliranje subhondralne kosti, sinovijalna upala i postupna degradacija hrskavice (1).

PTOA se javlja rjeđe od primarnog OA, no za razliku od njega zahvaća mlađu populaciju. Ozljeda koljena povećava rizik od OA čak 4,2 puta u usporedbi s osobama bez takve anamneze. Prvi simptomi OA koljena javljaju se u 40-ima kod osoba s kombiniranim ozljedama koljena, a u 50-ima kod onih s izoliranom ozljedom meniska. Muškarci češće zadobivaju ozljede (prijelome i rupturu meniska) - otprilike dvostruko češće od žena. Bol je najizraženija u bolesnika s ozljedama meniska. Osobe s PTOA češće imaju povijest prijeloma i nakon isključivanja uzročne traume, višu stopu pušenja, konzumacije alkohola i psihijatrijskih poremećaja, dok bolesnici s primarnim OA češće boluju od hipertenzije, hipotireoze, dijabetesa i pretilosti (3).

Ne postoji jedinstven konsenzus o definiciji ranog OA koljena. U praksi se koriste kombinacije radioloških, demografskih, kliničkih i simptomatskih kriterija. Godine 2003. Englund i sur. definiraju „simptomatsko koljeno“ temeljem KOOS rezultata. KOOS upitnik (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score): validiran u brojnim populacijama, mjeri bol, simptome, aktivnosti svakodnevnog života i kvalitetu života. Rezultati se skaliraju od 0 do 100 (100 = bez disfunkcije) (4,5). 2018. Luyten i sur. predlažu prag od 85 na najmanje 2 KOOS podskale, u kombinaciji s kliničkim znakovima i Kellgren & Lawrence ocjenom 1, kao kriterij ranog OA (4).

Ozljede meniska su izrazito česte, godišnje se izvodi preko 850 000 operacija u SAD-u i oko 2 milijuna globalno. Bolesnici s manjim rupturama meniska imaju 3 puta veću vjerojatnost razvoja PTOA a broj se povećava gotovo 8 puta u slučajevima teškog oštećenja meniska među osobama u dobi od 50 do 79 godina. Nakon ozljede meniska često se javljaju biomehaničke i biološke promjene u zglobu. Biomehanički, puknuće meniska ugrožava sposobnost meniska da prenosi opterećenje u zglobu, čineći hrskavicu osjetljivijom na povećano naprezanje. Biološki, okruženje nakon ozljede često je karakterizirano povećanjem proupalnih citokina, kataboličkih enzima i imunoloških stanica (6).

Povijest ozljede ACL-a povezana je s 4–6 puta većim rizikom od PTOA. Rizik je sličan bez obzira na izbor liječenja (operativno ili konzervativno). Studija SHIELD koja je ispitala povezanost između funkcije mišića i značajki koje ukazuju na rani OA koljena 1 i 3 godine nakon rekonstrukcije ACL-a, pokazala je da prevalencija ranih simptoma OA nakon 1 i 3 godine ACL rekonstrukcije (16–82%) značajno ovisi o korištenim kriterijima jer se čini da različiti kriteriji obuhvaćaju različite aspekte simptoma. Čini se da je postoperativna bol nakon rekonstrukcije ACL-a važan prediktor buduće potrebe za totalnom artroplastikom (4).

Osteoarthritis Action Alliance - Savez za djelovanje protiv osteoartritisa - osnovao je 2020. g. radnu skupinu za sekundarnu prevenciju i donošenje preporuka s ciljem smanjenja rizika od PTOA nakon ozljede ACL-a. U SAD-u se više od 1 od 3 rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta (ACL) izvodi s kod sportaša srednjoškolaca ili studenata. Rekonstrukcija ACL-a često dovodi do pozitivnih ishoda, poput povratka tjelesnoj aktivnosti (npr. sportskoj, profesionalnoj, rekreacijskoj). Nažalost, za najmanje 1 od 3 mlađe osobe, ozljeda koljena znači život s OA veći dio života. Ciljevi su bili uključiti pacijente u informirano donošenje odluka, educirati o prirodi ozljede i rizicima, optimizirati tjelesnu aktivnost (povratak ili modifikacija), smanjiti kronične simptome (bol, funkcionalna ograničenja), spriječiti naknadne ozljede i smanjiti psihološki stres. Samo 27% pacijenata s ozljedom ACL-a razgovaralo je s liječnikom o riziku OA, što naglašava važnost edukacije i alata za procjenu spremnosti za rehabilitaciju (7).

Učinkovit rehabilitacijski program treba uključivati rano poboljšanje pokretljivosti. Preporuča se odmah nakon operacije provoditi pasivne i aktivne pokrete radi smanjenja boli i rizika od fibroze. Nakon rekonstrukcije ACL-a, više od 25% pojedinaca ima razlike u ekstenziji koljena $>5^\circ$, a to može trajati i do mjesec dana. Rani gubitak opsega pokreta koljena (i to samo 3° do 5°) nakon rekonstrukcije ACL-a, posebno s ekstenzijom, može povećati vjerojatnost razvoja radiografskih znakova OA, posebno kada je povezan s istodobnom menisectomyom ili oštećenjem hrskavice u vrijeme rekonstrukcije. Cilj je

puna ekstenzija i postupno vraćanje fleksije do 8. tjedna. Slabost kvadricepsa značajan je faktor rizika za razvoj i napredovanje OA. Otprilike 50% mladih i aktivnih osoba ima odobrenje za sportske aktivnosti usprkos značajnim deficitom snage kvadricepsa u zahvaćenom ekstremitetu. Ovi deficiti mogu se kretati od 15 % do 40 % te negativno utječu na mehaničko opterećenje i doprinose nepovoljnim promjenama hrskavice. Svako 1 % povećanja simetrije snage kvadricepsa smanjuje rizik kliničkog OA za 4 %. Rehabilitacijski program treba sadržavati rane vježbe zatvorenog kinetičkog lanca, progresivno opterećenje kroz 10 tjedana, elektrostimulaciju mišića (6-8 tjedana), koncentrične i ekscentrične vježbe 2-3 puta tjedno kroz 6-10 mjeseci. Cilj je postizanje >90 % simetrije snage kvadricepsa prije povratka sportu. Prije potpune reintegracije u sport, pojedinci bi trebali postupno nastaviti sa sport specifičnim treningom kako bi obnovili metaboličku kondiciju, izgradili toleranciju na kronična opterećenja treningom i usvojili željene strategije kretanja. Neizravni dokazi upućuju na to da umor utječe na faktore rizika za ozljedu ACL-a, a više ozljeda ACL-a događa se u drugom poluvremenu natjecanja u nogometu i raznim srednjoškolskim sportovima (7).

Rizik druge ACL ozljede je 30-40 puta veći kod mladih sportaša u odnosu na vršnjake bez ozljeda. Druga ozljeda udvostručuje rizik razvoja OA. Preuranjen povratak (prije 9 mjeseci) povećava rizik ponovne ozljede. Samo 14 % osoba ispunjava sve kriterije snage, skok testova i subjektivne funkcije pri povratku u sport. Neispunjavanje kriterija za povratak u sport povezano je s 4 puta većim rizikom od ruptуре presađenog ACL-a. Unatoč uspješnoj rekonstrukciji ACL-a, samo 44 % sportaša vraća se na konkurentne razine tjelesne aktivnosti. Preporučuju se preventivni programi (10-20 min zagrijavanja) koji uključuju vježbe ravnoteže, agilnosti, fleksibilnosti i snage, koji mogu smanjiti rizik primarne ozljede ACL-a za 53 %. Stopa incidencije ozljeda ACL-a je 15 puta veća među osobama s prethodnom rekonstrukcijom ACL-a nego kod osoba bez te povijesti. Potrebno je educirati bolesnike o normalnom vremenu oporavka od ozljeda i standardizirati komunikaciju od kirurga do terapeuta i drugih ključnih sudionika kako bismo osigurali da svi „ostanu na istoj stranici“ u pogledu očekivanja prognoze. Puno osoba nakon ACL ozljede ili rekonstrukcije pate od smanjene razine tjelesne aktivnosti, depresije i povećanog rizika kardiovaskularnih bolesti. Preporuka je da ih se potiče na tjelesnu aktivnost da tjedno sudjeluju u najmanje 150 minuta umjerene do intenzivne aerobne tjelesne aktivnosti i najmanje 2 dana aktivnosti jačanja. Mladi ljudi s poviješću ozljede ACL-a imaju 2 do 4 puta manju vjerojatnost da će ispuniti ove smjernice, čak i nakon povratka sportu. Osobe s poviješću rekonstrukcije ACL-a akumulirale su u prosjeku 16% manje koraka dnevno, postigle su dnevni cilj od 10 000 koraka proporcionalno nižom brzinom, akumulirale su manje koraka umjerenom do intenzivnom kadencom i nisu ispunjavale smjernice za tjelesnu aktivnost jednako često kao zdrave osobe.

Ove osobe imaju povećan rizik od drugih kroničnih bolesti povezanih s načinom života, uključujući kardiovaskularne bolesti, hipertenziju, pretilost i depresiju. Incidencija infarkta miokarda povećava se za 50 % s poviješću ozljede ACL-a. Incidencija depresije može doseći i do 42 % među ljudima nakon rekonstrukcije ACL-a. Tjelesna aktivnost može poboljšati cjelokupno zdravlje i dobrobit putem održavanja težine i sistemskog zdravlja. Kineziofobija povećava rizik sekundarne ozljede. Domene koje utječu na kvalitetu života uključuju bol i druge simptome, funkciju, umor, san, psihološke čimbenike, strah od kretanja, stres, depresiju, anksioznost i razinu tjelesne aktivnosti (7).

Razvoj PTOA omogućuje istraživanje ranih slikovnih biomarkera za pravodobnu dijagnozu i intervenciju. Perspektivne biomarkere predstavljaju MR T1rho i T2 relaksacijski parametri, promjene morfologije kostiju te radiomičko modeliranje. Nakon 12 mjeseci od ozljede može se predvidjeti progresija (8).

Protokol za sustavni pregled Oliveira i sur. objavljen 2025. godine ima za cilj sintetizirati dostupne dokaze o biomarkerima u sinovijalnoj tekućini koji mogu predvidjeti rizik od PTOA kod mladih odraslih osoba nakon ruptуре prednjeg križnog ligamenta i/ili meniska. Unatoč jasno definiranom početnom faktoru (trauma zgloba), trenutno ne postoje konačni prediktivni alati koji mogu procijeniti rizik razvoja PTOA (9).

OPTIKNEE je međunarodna skupina kliničara, znanstvenika i bolesnika koji rade na optimizaciji zdravlja koljena i općeg zdravlja nakon traumatske ozljede kako bi spriječili simptomatsku PTOA koljena. Godine 2022. donesen je OPTIKNEE konsenzus za unaprjeđenje zdravlja koljena i cjelokupnog zdravlja te prevencije razvoja PTOA. Preporučuju dati prioritet osobama s jednostrukim i višestrukim intraartikularnim ozljedama koje imaju simptome i/ili funkcionalna ograničenja koja traju dulje od uobičajenog vremena oporavka ili imaju naknadnu ozljedu koljena, omogućiti individualno prilagođenu edukaciju o samozbrinjavanju i vježbama koje ublažavaju poznate promjenjive faktore rizika za ponovnu ozljedu i netraumatski OA – počinjući što je prije moguće nakon ozljede i nastavljajući tijekom cijelog životnog vijeka. Kod ACL-a usredotočiti se na edukaciju i rehabilitaciju temeljenu na terapiji vježbanjem s opcionalnom rekonstrukcijom ako bolesnik ne može postići svoju prihvatljivu funkcionalnu razinu. Rehabilitacija bi u početku trebala biti nadzirana i napredovati kroz polunadziranu do nenadzirane brige o sebi te uključivati opterećenje, mobilnost, vježbe otvorenog i zatvorenog kinetičkog lanca, neuromuskularnu kontrolu i pliometrijske vježbe usmjerene na kvadriceps i hamstringse. Rehabilitacija bi trebala poticati angažman u vježbanju i samozbrinjavanju te pratiti bol u koljenu i druge simptome, neželjene događaje, kvalitetu života povezanu s koljenom i kognitivne bihevioralne čimbenike (strah, samoefikasnost i samopouzdanje), samoprocjenu funkcije koljena, funkciju kvadricepsa i hamstringsa (snaga), funkcionalne

izvedbe (baterija skokova) i tjelesnu aktivnost te sudjelovanje u sportu. Za bolje razumijevanje i sprječavanje PTOA, preporučuje se da istraživači daju prioritet simptomatskom nad strukturalnim PTOA koljena i razumiju kako društvene odrednice zdravlja utječu na razvoj PTOA. Također, da osmisle studije sa sudionicima s ozljedama koljena povezanim s rupturom ACL-a i/ili ne-ACL rupturom, te da procjene rizik od PTOA i rehabilitacijske intervencije s praćenjem duljim od pet godina. Trebaju pratiti bol u koljenu i druge simptome, nuspojave, kvalitetu života povezanu s koljenom, kognitivne čimbenike ponašanja, fizičku funkciju, tjelesnu aktivnost / sudjelovanje u sportu i globalnu procjenu sudionika (10).

Trideset i tri godine nakon konzervativnog liječenja rupture ACL-a Hellberg i sur. pokazali su da je u podskali KOOS Aktivnosti svakodnevnog života rezultat bio bolji od referentnih vrijednosti, ali su rezultati bili slični za preostale KOOS podskale. Većina pacijenata (75 %) imala je dokaze radiografskog tibiofemoralnog i/ili patelofemoralnog OA, ali samo 38 % je klasificirano kao simptomatski OA. Otprilike 50 % podvrgnuto je operaciji meniska, a 29 % naknadno je podvrgnuto rekonstrukciji ACL-a. Unatoč visokoj prevalenciji radiografskog OA, pacijenti su postigli prihvatljivu subjektivnu funkciju koljena i imali su relativno nisku prevalenciju simptomatskog OA >30 godina nakon ozljede ACL-a (11).

Khella i sur. usredotočuju se na ranu prevenciju bolesti, optimalni vremenski okvir liječenja i moguće dugotrajne lokalne načine liječenja koji bi mogli spriječiti simptome PTOA koljena. Identificiraju protuupalne potencijalne terapije koje nisu samo protuupalne, već i antidegenerativne, antiapoptotičke i proregenerativne. Uz pregled dostupnih bolest modificirajućih lijekova, za koje se predlaže da pružaju protuupalne učinke, usredotočuju se i na studije koje uključuju hijaluronsku kiselinu, specifične inhibitore TNF- α , IL-1 β , IL-6 i sustava komplementa, protuupalne citokine IL-4, IL-10 i IL-13 te antifibrinolitičku traneksamsku kiselinu. Imunomodulatorni i antidegenerativni učinci mnogih od tih terapija još nisu procijenjeni u kliničkom ispitivanju te stoga obećavajući ciljevi ostaju na vidiku (12).

PTOA je značajan klinički i javnozdravstveni problem jer pogađa mlađe i aktivne osobe te dovodi do dugotrajne boli, smanjene funkcije i povećanog rizika komorbiditeta. Rana prevencija, edukacija i individualizirana rehabilitacija ključne su za smanjenje rizika. Napredak u području biomarkera, standardizirani kriteriji ranog OA i razvoj novih terapija otvaraju mogućnosti za pravovremenu dijagnozu i ciljana liječenja. Uspješno rješavanje izazova PTOA zahtijeva multidisciplinarni pristup, koji uključuje fizijatre, ortopede, fizioterapeute, znanstvenike i same bolesnike.

Literatura

1. Dilley JE, Bello MA, Roman N, McKinley T, Sankar U. Post-traumatic osteoarthritis: A review of pathogenic mechanisms and novel targets for mitigation. *Bone Rep.* 2023 Jan 30;18:101658. doi: 10.1016/j.bonr.2023.101658. PMID: 37425196; PMCID: PMC10323219.
2. Evers BJ, Van Den Bosch MHJ, Blom AB, van der Kraan PM, Koëter S and Thurlings RM (2022) Post-traumatic knee osteoarthritis; the role of inflammation and hemarthrosis on disease progression. *Front. Med.* 9:973870. doi: 10.3389/fmed.2022.973870
3. Maia CR, Annichino RF, de Azevedo E Souza Munhoz M, Machado EG, Marchi E, Castano-Betancourt MC. Post-traumatic osteoarthritis: the worst associated injuries and differences in patients' profile when compared with primary osteoarthritis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2023 Jul 12;24(1):568. doi: 10.1186/s12891-023-06663-9. PMID: 37438788; PMCID: PMC10337069.
4. Cronstrom A, Risberg MA, Englund M, Strauss DB, Neuman P, Tiderius CJ, Agebetg E. Symptoms indicative of early knee osteoarthritis after ACL reconstruction: descriptive analysis of the SHIELD cohort. *Osteoarthritis and Cartilage Open.* 7 2025. doi.org/10.1016/j.ocarto.2025.100576.
5. Harkay MS and all. Persistent Early Knee Osteoarthritis Symptoms From 6 to 12 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Athletic Training* 2024;59(9):891-897. doi: 10.4085/1062-6050-0470.23 by the National Athletic Trainers' Association, Inc www.natajournals.org
6. Bradley PX, Thomas KN, Kratzer AL, Robinson AC, Wittstein JR, DeFrate LE, McNulty AL. The Interplay of Biomechanical and Biological Changes Following Meniscus Injury. *Curr Rheumatol Rep.* 2023 Feb;25(2):35-46. doi: 10.1007/s11926-022-01093-3. Epub 2022 Dec 7. PMID: 36479669; PMCID: PMC10267895.
7. Osteoarthritis Action Alliance, Secondary Prevention Task Group; Driban JB, Vincent HK, Trojian TH, Ambrose KR, Baez S, Beresic N, Berkoff DJ, Callahan LF, Cohen B, Franek M, Golightly YM, Harkey M, Kuenze CM, Minnig MC, Mobasher A, Naylor A, Newman CB, Padua DA, Pietrosimone B, Pinto D, Root H, Salzler M, Schmitt L, Snyder-Mackler L, Taylor JB, Thoma LM, Vincent KR, Wellsandt E, Williams M. Evidence Review for Preventing Osteoarthritis After an Anterior Cruciate Ligament Injury: An Osteoarthritis Action Alliance Consensus Statement. *J Athl Train.* 2023 Mar 1;58(3):198-219. doi: 10.4085/1062-6050-0504.22. PMID: 37130279; PMCID: PMC10176847.
8. O'Sullivan O, Ladlow P, Steiner K, Kuysler D, Ali O, Stocks J, Valdes AM, Bennett AN, Kluzek S. Knee MRI biomarkers associated with structural, functional and symptomatic changes at least a year from ACL injury – A systematic review. *Osteoarthr Cartil Open.* 2023 Jul 20;5(3):100385. doi: 10.1016/j.ocarto.2023.100385. PMID: 37547184; PMCID: PMC10400916.
9. Oliveira JP, Mendes JC, Casanova J, et al. Synovial biomarkers in the diagnosis of post-traumatic osteoarthritis following anterior cruciate ligament and meniscus injuries: protocol for a systematic review. *BMJ Open* 2025;15:e090225. doi:10.1136/bmjopen-2024-090225.
10. Whittaker JL, Culvenor AG, Juhl CB, et al. OPTIKNEE 2022: consensus recommendations to optimise knee health after traumatic knee injury to prevent osteoarthritis. *Br J Sports Med* 2022;56:1393-1405.
11. Hellberg C, Kostogiannis I, Stylianides A, Neuman P. Outcomes >30 Years After Initial Nonoperative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Am J Sports Med.* 2024 Feb;52(2):320-329. doi: 10.1177/03635465231214423. Epub 2024 Jan 9. PMID: 38193189; PMCID: PMC10838478.
12. Khella, C.M.; Horvath, J.M.; Asgarian, R.; Rolaufts, B.; Hart, M.L. Anti-Inflammatory Therapeutic Approaches to Prevent or Delay Post-Traumatic Osteoarthritis (PTOA) of the Knee Joint with a Focus on Sustained Delivery Approaches. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 8005. <https://doi.org/10.3390/ijms22158005>