UDK 615.8 (497.1)(05)"540.6 FIZ. REHABIL. MED. 2025; 39(1-2):451-668 XXXIII-LII ZAGREB ISSN 1846-1867

FIZIKALNA I REHABILITACIJSKA MEDICINA

ČASOPIS HRVATSKOGA DRUŠTVA ZA FIZIKALNU I REHABILITACIJSKU MEDICINU PRI HRVATSKOM LIJEČNIČKOM ZBORU

JOURNAL OF THE CROATIAN SOCIETY FOR PHYSICAL AND REHABILITATION MEDICINE OF THE CROATIAN MEDICAL ASSOCIATION

4/2025

Fizikalna i rehabilitacijska medicina

Physical and Rehabilitation Medicine

FIZIKALNA I REHABILITACIJSKA MEDICINA

ČASOPIS HRVATSKOGA DRUŠTVA
ZA FIZIKALNU I REHABILITACIJSKU MEDICINU
PRI HRVATSKOM LIJEČNIČKOM ZBORU

Fizikalna i rehabilitacijska medicina
Physical and Rehabilitation Medicine

Izlazi dvaput godišnje / Published twice a year

Nakladnik / Publisher
Hrvatsko društvo za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu HLZ-a
Croatian Society For Physical and Rehabilitation Medicine
Croatian Medical Association
Šubićeva 9, HR-10000 Zagreb, Hrvatska / Croatia
Utemeljen 1984.

https://hdfrm.org/casopisi/ https://hrcak.srce.hr/frm

Fizikalna i rehabilitacijska medicina tiskano izdanje ISSN 1846-1867
Fizikalna i rehabilitacijska medicina on line izdanje ISSN 1848-171X
UDK 615.8(497.1)(05)"540.6

Časopis Fizikalna i rehabilitacijska medicina je podržan od strane mreže europskih časopisa iz FRM
Physical and Rehabilitation Medicine is endorsed by the European PRM Journal Network
Indeksirano u: /Indexed or Abstracted in: INDEX COPERNICUS, HRČAK

UTEMELJITELJ / FOUNDER (1984): Ivo Jajić
GLAVNI I ODGOVORNI UREDNICI / EDITORS-IN-CHIEF:
Ivo Jajić (1984.-1998.), Ladislav Krapac (1999.-2004.), Tomislav Nemčić (2005.-2008.),
Simeon Grazio (2009.-2013.), Frane Grubišić (2013.-2021.)

UREDNIŠTVO / EDITORIAL BOARD
GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK/EDITOR-IN-CHIEF: Tonko Vlak
UREDNICA / EDITOR: Ana Aljinović

IZVRŠNI UREDNIK INTERNET IZDANJA / EXECUTIVE EDITOR
OF ONLINE PUBLISHING: Conventus Credo d.o.o.
ADMINISTRATIVNA TAJNICA / ADMINISTRATIVE SECRETARY: Draženka Kontek
LEKTOR ZA HRVATSKI JEZIK / CROATIAN LANGUAGE REVISION: Marina Laszlo
LEKTOR ZA ENGLESKI JEZIK / ENGLISH LANGUAGE REVISION: Marina Laszlo

UREDNIČKI ODBOR / EDITORIAL BOARD

Mario Bagat, Dubravka Bobek, Helena Burger (Slovenija), Žarko Bakran, Nicolas Christodoulou (Cipar), Rossana Ćizmić, Alessandro Giustini (Italija), Simeon Grazio, Marino Hanih, Mira Kadojić, Tatjana Kehler, Saša Moslavac, Stefano Negrini (Italija), Tomislav Nemčić, Tatjana Nikolić, Porin Perić, Tea Schnurrer Luke Vrbanić, Frane Grubišić

SAVJET ČASOPISA / ADVISORY BOARD
Đurđica Babić-Naglić, Božidar Ćurković, Zoja Gnjidić, Nadija Golja Franulović, Marija Graberski-Matasović, Ida Kovač, Ladislav Krapac, Nives Štiglić-Rogoznica, Zmago Turk (Slovenija)

Oblikovanje časopisa i priprema za tisak / Journal design and layout: Conventus credo d.o.o., Zagreb
Tisak / Print: Printera d.o.o., Sv. Nedelja
Naklada / Circulation: 40 primjeraka / copies

Uređenje završeno / Editing concluded: 15.11.2025.

Časopis je do 2004. godine izlazio pod nazivom Fizikalna medicina i rehabilitacija
Formerly Fizikalna medicina i rehabilitacija

Autorska prava
Objava: Hrvatsko društvo za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu Hrvatskoga liječničkog zbora.

Svi su članci slobodno dostupni pod uvjetima Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivates 4.0 međunarodna licenca. Ova licenca dopušta drugima da preuzimaju radove i podijele ih s drugima sve dok vam priznaju, ali ih ne mogu ni na koji način promijeniti ili komercijalno koristiti.
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode

Author's. Published by:Physical and Rehabilitation Medicine Croatian Medical Association.
All articles are freely available under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivates 4.0 International Licence. This license allows others to download works and share them with others as long as they credit you, but they can't change them in any way or use them commercially.
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode

SADRŽAJ

451 Deformacije prsnog koša u djece
Anamarija Jukić, Valentina Matijević, Jelena Marunica Karšaj, Velimir Šušak

473 Dinamička neuromuskularna stabilizacija – osnovna načela, procjena i rehabilitacijski ishodi s posebnim osvrtom na kroničnu nespecifičnu križobolju
Jelena Marunica Karšaj, Štefanija Opalin, Tomislav Nemčić, Simeon Grazio

491 Prijelomi gornjeg ekstremiteta u djece – epidemiologija, mehanizam cijeljenja, klasifikacija i izazovi liječenja
Kristina Žgela Talan, Jelena Marunica Karšaj

510 Sažetci
Novosti u dijagnostici i liječenju osteoartritisa koljena

510 Epidemiologija tumora kralježnice
izv. prof. dr. sc. Frane Grubišić, dr. med.
prim. Hana Skala Kavanagh, dr. med.

511 Spiroergometrija – što je i kako fizijatru može pomoći?
Jan Aksentijević

520 Pregled farmakološkog liječenja osteoartritisa – osvrt na farmakološko liječenje pretilosti u osteoartritisu
Dubravka Bobek

525 Uloga spiroergometrije u doziranju vježbi i individualiziranju liječenja osteoartritisa koljena
Dubravka Bobek

530 Spiroergometrija – Praktična primjena u planiranju rehabilitacijskog programa
Katarina Doko Šarić

534 Infiltracijske tehnike liječenja kod osteoartritisa koljena
Darija Granec

536 Kvantitativna evaluacija i icf klasifikacija u osteoartritisu koljena
Simeon Grazio

542 Antigravitacijska traka – uloga moderne tehnologije u liječenju osteoartritisa koljena
Anđela Grgić

547 Epidemiologija osteoartritisa koljena
Frane Grubišić

552 Promjene subhondralne kosti kod osteoartritisa
Gordana Ivanac

558 Prednosti i nedostatci ugradnje endoproteze i osteotomije koljena kod osteoartritisa
Tin Šklebar, Mislav Jelić

563 Je li osteoartritis samo bolest zglobova?
Tatjana Kehler

565 Prednosti i nedostaci primjene dijagnostičkog ultrazvuka u osteoartritisu koljena
Nadica Laktašić Žerjavić, Jelena Jakšić, Igor Begović

573 Izokinetika – primjena u dijagnostici i liječenju OA koljena
Katarina Lohman Vuga

580 Sustavno farmakološko liječenje u osteoartritisu koljena: smjernice i praksa
Miroslav Mayer, Simeon Grazio

586 Posttraumatski osteoartritis: rana manifestacija degenerativnih bolesti zglobova
Tatjana Nikolić

592 Embolizacija genikularnih arterija u terapiji osteoartritisa koljena
Luka Novosel

594 Liječiti debljinu i izbjeći sarkopeniju – terapijski izazov u osteoartritisu
Vlatka Pandžić

600 Rani osteoartritis (OA) – biološka strategija od dijagnoze do liječenja
Tea Schnurrer-Luke-Vrbanić

606 Primjena stabilometrije u bolesnika s osteoartritisom koljena
Mateja Stiperski Matoc

614 Uloga biomarkera u osteoartritisu koljena: gdje smo danas?
Andrea Tešija Kuna

619 Nefarmakološko liječenje osteoartritisa koljena: očekivanja i stvarne mogućnosti modernih tehnologija utemeljena na dokazima
Tonko Vlak

626 Sažetci
Simpozij povodom svjetskog dana kralježnice

627 Postoperacijska rehabilitacija kod endoskopske diskektomije i dekompresije lumbalne kralježnice
Dubravka Šalić Herjavec, Neven Ištvanović, Karlo Houra

631 Rehabilitacijski protokol za bolesnike nakon mikrodiskektomije slabinske kralježnice
Diana Balen, Tomislav Nemčić, Marjan Rožanković

635 Rehabilitacija bolesnika nakon lumbalne hemi i interlaminektomije
Kvesić Dražen, Grubišić Frane, Caktaš Ljudevit Ivan, Skala Kavanagh Hana

638 Rehabilitacijski protokol nakon lumbalne laminektomije
Dubravka Bobek, Katarina Doko Šarić, Vide Bilić

642 Minimalno invazivna transforaminalna lumbalna fuzija
Krešimir Saša Đurić, Nataša Kalebota, Nadica Laktašić Žerjavić, Porin Perić

645 Postoperacijska rehabilitacija kod otvorene stražnje lumbalne fuzije
Tatjana Nikolić, Dubravka Sajković, Darko Perović

649 Postoperacijska rehabilitacija kod prednje lumbalne fuzije
Dubravka Sajković, Tatjana Nikolić, Stipe Ćorluka

653 Postoperacijska rehabilitacija kod korekcija degenerativnih deformiteta i fuzija lumbalne i torakolumbalne kralježnice
Tea Schnurrer-Luke-Vrbanić, Adelmo Šegota, Dokuzović Stjepan

659 Robotika u neurorehabilitaciji
Tonko Vlak

661 Drugi webinar Sekcije za osteoartritis Hrvatskog društva za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu pri HLZ-u
Dubravka Bobek

662 16. Mediteranski kongres fizikalne i rehabilitacijske medicine
Frane Grubišić

665 Novosti u dijagnostici i liječenju osteoartritisa koljena
Dubravka Bobek

VII UPUTE AUTORIMA

XIII INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-1 Pregledni rad

DEFORMACIJE PRSNOG KOŠA U DJECE

CHEST WALL DEFORMITIES IN CHILDREN

Anamarija Jukić[1], Valentina Matijević[2,3], Jelena Marunica Karšaj[2*], Velimir Šušak[2]

[1] Poliklinika „Zlatni cekin", Slavonski Brod
[2] Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, Klinički bolnički centar „Sestre milosrdnice", Zagreb
[3] Hrvatsko katoličko sveučilište, Medicinski fakultet
Jelena Marunica Karšaj, dr. med.,
FEBPRM https://orcid.org/0009-0007-7964-7673,
Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, KBC Sestre milosrdnice,
Vinogradska cesta 29, 10000 Zagreb,
e-pošta: jelenamarunica@yahoo.com

Sažetak

Prsni koš se sastoji od više samostalnih koštanih dijelova i nekoliko mišića koji ga pokrivaju i omogućavaju njegovu stabilizaciju i kretnje. Deformacije prsnog koša često se nazivaju torakalne displazije ili distrofije. Mnoge su deformacije stijenke prsnog koša kongenitalne, ali se također mogu razviti kasnije kao rezultat bolesti ili ozljede. Specifični geni i načini nasljeđivanja identificirani su za mnoge kongenitalne displazije, a za druge se pretpostavlja da su uzrokovane slučajnom ekspozicijom**.** Kongenitalne deformacije se mogu manifestirati kao izolirano obilježje (primarne), koegzistirati s drugim kongenitalnim anomalijama ili u sklopu genetskog sindroma. Više od 90 % kongenitalnih deformacija stijenke prsnog koša rezultat su prekomjernog rasta prsnog koša koji dovodi do udubljenja sternuma (lat. *pectus excavatum,* skr. PE) ili njegovog izbočenja (lat. *pectus carinatum,* skr. PC). Obično se dijagnosticiraju kada dijete krene u školu, ali najčešće počinju uzrokovati simptome tijekom prijelaza u adolescenciju. U simptomatskim slučajevima su najčešće kardiološke i respiratorne tegobe, ali značajno utječu i na psihosocijalno stanje. Dijagnosticiraju se detaljnim uzimanjem anamneze, fizikalnim pregledom te radiološkim metodama oslikavanja (klasični radiogrami, kompjuterizirana tomografija) i mjerenjem Hallerovog indexa za PE i PC. Liječenje uključuje konzervativne i kirurške metode liječenja i genetsko savjetovanje. Kirurško liječenje rijetko rezultira značajnim poboljšanjem rasta prsnog koša i funkcije pluća, ali može odgoditi ili spriječiti pogoršanje deformacije u određenim stanjima. Osim toga, ispravljanje deformacije ima značajan pozitivan psihosocijalni utjecaj na dijete te su brojne studije pokazale veće zadovoljstvo pacijenta i povećanje kvalitete života nakon ispravljanja deformacije.

Ključne riječi: deformacije prsnog koša, djeca, sindromi, psihosocijalni utjecaj

Summary

The chest wall consists of multiple independent bony parts and several muscles that provide its stabilization and movement. Chest wall deformities are often called thoracic dysplasias or dystrophies. Many of them are congenital, although they can also arise after a disease or injury. Many congenital dysplasias are considered to be linked to specific genes and inheritance patterns, while others are assumed as the result of an accidental exposure. Congenital deformities may manifest as an isolated feature (primary), in conjunction with other congenital anomalies and within a genetic syndrome. More than 90% of congenital chest wall deformities are the result of excessive chest growth, leading to a depression of the sternum (funnel chest) or its protrusion (pigeon chest). They are usually diagnosed when the child starts school, but most often begin to exhibit clinical symptoms during transition into adolescence. In symptomatic cases, they most often cause cardiological and respiratory problems, but they also significantly affect the psychosocial state of the child. They are diagnosed by taking a detailed anamnesis, physical examination, radiological imaging methods (X-ray, CT), and assessing the Haller index for pigeon and funnel chest. Treatment includes conservative and surgical methods and genetic counseling. Surgery rarely results in significant improvement in chest wall growth and lung function, but it might delay or prevent the deterioration of deformities. Correction of the deformity has a positive psychosocial impact on the child, and numerous studies have shown satisfaction and better quality of life.

Key words: chest wall deformities, children, syndromes, psychosocial impact

Uvod

Prsni koš obuhvaća gornji dio tijela i sastoji se od više samostalnih koštanih dijelova (torakalna kralježnica, sternum, rebra) i nekoliko mišića koji ga pokrivaju izvana. Osim što štiti intratorakalne organe, predstavlja dinamički aparat koji pomaže fiziološkoj funkciji disanja, stoga deformacije prsnog koša imaju značajne posljedice na funkciju dišnog sustava, ali i na druge intratorakalne organe (1). Deformacije stijenke prsnog koša odnose se na bilo koju abnormalnost koja utječe na normalnu strukturu i/ili ograničava funkciju prsnog koša, a njihova učestalost u općoj populaciji procjenjuje se na 1 % (1,2). Deformacije prsnog koša često se nazivaju torakalne displazije ili distrofije. Displazija se odnosi na abnormalnost anatomske strukture koja je rezultat abnormalnog rasta ili razvoja stanica ili tkiva, a prvenstveno označava koštane abnormalnosti, dok se pojam distrofija obično koristi za abnormalnosti mišića. S kliničkog stajališta, deformacije stijenke prsnog koša mogu se kategorizirati prema dijelu prsnog koša koji je prvenstveno zahvaćen i/ili prema uzroku

nastajanja. Prema dijelu prsnog koša koji je zahvaćen, kongenitalne deformacije se dijele na: deformacije sternuma (npr. pectus excavatum, pectus carinatum, rascjepi sternuma), deformacije rebara (npr. Jarcho-Levinov sindrom), deformacije kralježnice (npr. skolioza), deformacije respiratornih mišića (npr. Polandov sindrom, neuromuskularni poremećaji), a mogu se manifestirati kao izolirano obilježje (primarne), s drugim kongenitalnim anomalijama ili kao dio genetskog sindroma. Mnoge deformacije stijenke prsnog koša (osobito displazije) kongenitalne su, ali se mogu razviti i kasnije u životu kao rezultat bolesti (npr. ankilozantni spondilitis) ili ozljede koja može biti slučajna (npr. kao posljedica traume) ili jatrogena (npr. torakotomija). Specifični geni i načini nasljeđivanja identificirani su za mnoge kongenitalne displazije, dok se za druge pretpostavlja da su uzrokovane slučajnom ekspozicijom. Utvrđeno je da idiopatski slučajevi imaju manje težak tijek i bolji ishod nakon kirurškog liječenja (1,3). Pectus excavatum (skr. PE) i pectus carinatum (skr. PC) čine više od 90 % kongenitalnih deformacija stijenke prsnog koša, a ostale najčešće opisane kongenitalne deformacije su Polandov sindrom, rascjepi sternuma, ectopia cordis, Jeunesov sindrom i Jarcho-Levinov sindrom. (3,4) Iako se dijagnoza najčešće postavlja kada djeca krenu u školu, simptomi počinju kasnije tijekom prijelaza u adolescenciju (5). Najčešći simptomi su kardiološke i respiratorne tegobe, ali utječe i na psihosocijalno zdravlje pacijenta (6). Smanjenje plućnog volumena može biti rezultat primarne hipoplazije pluća, nemogućnosti rasta pluća zbog restriktivnog prsnog koša ili zbog kronične plućne hipoinflacije, ali vjerojatno nastaje kombinacijom navedenih čimbenika (1).

Liječenje deformacija stijenke prsnog koša značajno je napredovalo posljednjih godina i kamen temeljac liječenja je konzervativno ili kirurško liječenje te genetsko savjetovanje (3). Kirurško liječenje rijetko rezultira značajnim poboljšanjem rasta i funkcije pluća, ali može odgoditi ili spriječiti pogoršanje deformacija u određenim stanjima (1). Indikacije za kirurško liječenje razlikuju se u različitim centrima i usredotočene su na anatomiju defekta, fiziološki učinak i motivaciju pacijenta (7).

Pectus Excavatum

Pectus excavatum (skr. PE) najčešća je deformacija stijenke prsnog koša i jedna od najčešćih velikih kongenitalnih anomalija uopće, a obilježen je udubljenjem sternuma (8). Pogađa otprilike 1/400–1/1000 živorođene djece, 3 do 5 puta je češći u dječaka i češći je u bijele rase (4,9,10). Može se dijagnosticirati pri rođenju, ali obično ostaje neprepoznat do ranog djetinjstva ili adolescencije. Neki autori izvještavaju da se 80 % slučajeva dijagnosticira u drugoj godini života (3). Iako točna etiologija nije u potpunosti razjašnjena, vjeruje se da je posljedica pretjeranog rasta ili fleksibilnosti rebrene hrskavice. Oko

10 % slučajeva povezano je s Ehlers-Danlosovim ili Marfanovim sindromom, dok se 90 % javlja sporadično (11). S druge strane, PE je prisutan u otprilike 2/3 pacijenata s Marfanovim sindromom i povezan je sa skoliozom i urođenim srčanim greškama u 15 % odnosno 1,5 % pacijenata (4). Prolaps mitralnog zaliska, aritmije i kongenitalne srčane bolesti najvažnije su povezane srčane anomalije (12). Povezanost sa skoliozom i Marfanovim sindromom ukazuje na moguću vezu s poremećajima vezivnog tkiva. S druge strane, neki autori navode da manje od 1% slučajeva PE-a ima u pozadini poremećaj vezivnog tkiva (3,4). Trenutna hipoteza etiologije usmjerena je na oštećenje metabolizma kolagena koje uzrokuje prekomjerni rast rebrene hrskavice, što rezultira deformacijom sternokostalnog zgloba (3). Studije pokazuju obrazac nasljeđivanja u čak 37 % slučajeva (4). Obrasci nasljeđivanja su autosomno dominantno (Marfanov i Noonanov sindrom), autosomno recesivno (osteogenesis imperfecta I, III, IV tipovi) i X-vezano nasljeđivanje. Nesindromsko familijarno nasljeđivanje ističe se u obliku autosomno dominantnog nasljeđivanja (4,13). MASS fenotip (prolaps mitralnog zaliska, neprogresivno proširenje korijena aorte i promjene kostura i kože) povezan je s mutacijom gena FBNI i prisutan je u 2/3 pacijenata s PE-om (14).

Kao što je ranije navedeno, PE karakterizira udubljenje prednje stijenke prsnog koša (sternuma i donje rebrene hrskavice), koje može varirati od malog i jedva primjetnog do teže deformacije u kojoj se sternum gotovo spaja s kralježnicom što rezultira prsnim košem u obliku lijevka (15). Obično je riječ o visokoj, mršavoj i zdravoj osobi s vidljivim defektom prsnog koša, a stražnja angulacija sternuma obično počinje ispod druge rebrene hrskavice i popraćena je anomalijama u susjednim rebrenim hrskavicama i povremeno rebrima u starijih pacijenata (16). U mnogih ne uzrokuje značajnu fiziološku disfunkciju, ali može uzrokovati ozbiljan gubitak samopoštovanja i utjecati na psihosocijalno stanje pacijenta. Ji i sur. u svome istraživanju dokumentiraju da je samo 6,2 % pacijenata razvilo simptome u obliku kratkoće daha, bolova u prsima i drugih sličnih simptoma koji se javljaju u blagom naporu i ograničavaju razinu aktivnosti (8). Dokumentirano je da sternalna kompresija smanjuje volumen prsnog koša, što može dovesti do smanjenja saturacije kisikom. Dolazi do smanjenja respiracijskog volumena i vitalnog kapaciteta pluća, što uzrokuje ranije spomenutu dispneju s kompenzacijskom tahipnejom tijekom vježbanja (17). Kompresija srca također može smanjiti udarni i minutni volumen srca kod teških deformacija, uzrokujući ubrzano umaranje i kompenzacijsku tahikardiju (18). Ponekad se čuje sistolički srčani šum, a prolaps mitralne valvule nalazi se u čak 25 % pacijenata (19). Aritmije se javljaju u 15 % slučajeva, uključujući srčani blok prvog stupnja, blok desne grane i Wolff Parkinson-Whiteov sindrom (20). Ozbiljnost bolesti i opterećenje simptomima mogu uvelike varirati i specifični su za svakog pacijenta te nisu uvijek povezani sa stupnjem anatomskog udubljenja sternuma (21). Defekt je često

asimetričan, a stupanj udubljenja sternuma može se procijeniti aksijalnom kompjuteriziranom tomografijom (skr. CT), nakon čega se određuje Hallerov indeks, koji se računa iz omjera transverzalnog i anteroposteriornog promjera prsnog koša. U zdravih pojedinaca je prosječni Hallerov indeks ~2,5, a kod značajnije deformacije pectusa iznosi 3,25 ili više (4, 22).

Neke studije potvrđuju korištenje konvencionalnih radiograma (skr. RTG) za izračunavanje dubine depresije sternuma i zaključuju da CT nije neophodan za izračunavanje indeksa ili utvrđivanje potrebe za operacijom (23). Često se izvode testovi plućne funkcije i ehokardiografija kako bi se procijenio kardiopulmonalni status pacijenta prije operacije, ali se ne preporuča rutinsko provođenje ovih studija kod asimptomatskih pacijenata (4). Liječenje PE-a otvorenim ili zatvorenim tehnikama sigurno je za izvođenje kod djece i odraslih uz minimalne komplikacije ili morbiditet pacijenata (24). Kako otvorene tako i zatvorene tehnike daju izvrsne kozmetičke rezultate i više od 80–90 % pacijenata je zadovoljno ishodima (25). Pacijenti često prijavljuju subjektivno povlačenje simptoma i poboljšanje tolerancije napora nakon kirurškog zahvata, ali objektivne mjere je teško odrediti zbog velike heterogenosti u objavljenim istraživanjima (26). Konzervativno liječenje je usmjereno na fizikalnu terapiju koja poboljšava posturu i snagu mišića (3). Neki centri koriste vakuumske tehnike, za koje nedostaju rezultati dugoročnijeg praćenja (27). Prvo neoperativno liječenje PE-a predstavlja vakuumsko zvono, koje su opisali Schier i sur. 2005. godine. Uređaj je vakuumska čašica postavljena preko prednjeg dijela prsnog koša i povezana s ručnom pumpom koju aktivira pacijent i koja se koristi za smanjenje tlaka do 15 % ispod atmosferskog tlaka, što rezultira podizanjem sternuma (28). Idealan kandidat za vakuumsko zvono je relativno mlad pacijent s fleksibilnom stijenkom prsnog koša koji ima blagu do umjerenu deformaciju i motiviran je za provođenje terapije. Pacijenti koji mogu prolazno ispraviti svoju deformaciju Valsalvinim manevrom klasificiraju se kao pacijenti s fleksibilnom stijenkom prsnog koša (11).

Bolji ishod je vjerojatniji u pacijenata u dobi od 11 godina ili mlađih, s dubinom sternuma 1,5 cm ili manje i fleksibilnom stijenkom prsnog koša (29). Nuspojave povezane s vakuumskim zvonom uključuju bol u prsima, iritaciju kože i hematome, dok su kontraindikacije za terapiju mišićno-koštani poremećaji, vaskulopatije i koagulopatije (30). Schier i sur. u istraživanje su uključili 60 pacijenata (medijan 14,8 godina) koji su koristili vakuumsko zvono dvaput dnevno, a sveukupno u trajanju od 30 minuta do 5 sati dnevno (medijan 90 minuta). Sternalna elevacija od 1 cm dokazana je u 85 % pacijenata nakon mjesec dana (28). Drugo istraživanje je uključilo 140 pacijenata liječenih vakuumskim zvonom sa srednjom dubinom PE-a od 2,7 cm. Od njih je 44 % pacijenata imalo potpunu korekciju deformacije nakon prosječno 21,8 mjeseci nošenja vakuumskog zvona (31). Još uvijek nedostaju dosljedni podaci

o standardiziranom algoritmu liječenja s idealnim parametrima za trajanje, učestalost i tlak. Opći nedostatak konzervativne terapije je nepridržavanje pacijenta kao primarni uzrok neuspjeha liječenja.

Zbog navedenoga, treba provesti daljnja istraživanja dugoročnih ishoda kako bi se dodatno definirali idealni kandidati i režim liječenja (11). Operacija je indicirana u slučaju teške deformacije, kardiopulmonalnog oštećenja, psihosocijalnog stresa i Hallerovog indeksa iznad 3,25 sa ili bez kardiopulmonalne simptomatologije (4,32). Općenito, kiruršku korekciju treba provesti u adolescenciji (12 do 14 godina), ali je opcija i u pedijatrijskih i odraslih pacijenata (33). Postoji niz kirurških pristupa koji su se uspješno koristili, ali dva najčešća su Ravitchev (modifikacija otvorenog pristupa) i Nussov ili minimalno invazivni pristup (engl. *Minimally Invasive Repair of Pectus Excavatum,* skr. MIRPE), a upravo MIRPE se sada preferira kod djece i smatra se zlatnim standardom za liječenje PE-a (4,11). MIRPE se preporuča kod pedijatrijskih pacijenata sa simetričnom deformacijom, a modificirani Ravitchev postupak kod asimetričnih ili složenih deformacija (3). Još jedna moguća tehnika liječenja je magnetni mini mover postupak koja uključuje manje invazivnu operaciju pri kojoj se jedan magnet postavlja u sternum, a drugi magnet se nosi kao ortoza na prednjoj stijenci prsnog koša i tako se stvara magnetska privlačnost i kontrolirano trajno povlačenje sternuma prema van. Nudi se samo u vrlo malom broju centara, ali rana izvješća upućuju na dobre rezultate (34). Općenito su se pokazala značajna poboljšanja kardiopulmonalne funkcije nakon uporabe kirurških metoda liječenja za djecu i za odrasle. Prema nekim studijama, kirurški zahvat ne mijenja značajno osnovnu plućnu funkciju, ali može poboljšati ejekcijsku frakciju ako je kompresija srca očita (15,35).

Nadalje, treba razumjeti razlike između dvije najčešće korištene kirurške metode liječenja. MIRPE su opisali Nuss i sur., a ova metoda uključuje postavljanje substernalne konkavne šipke koja se provlači iza sternuma kroz prsni koš i okreće u konveksan položaj kako bi se sternum podigao prema van te se ona ostavlja na mjestu 2 do 3 godine dok se prednja stijenka prsnog koša ne preoblikuje (36). Kozmetički rezultati prijavljeni su kao dobri do izvrsni u >85 % pacijenata i posljednjih godina operacija se uspješno koristi u odraslih iako su zabilježene veće stope komplikacija i postoperativne boli (37,38). Prednosti MIRPE-a uključuju izbjegavanje incizije prednje stijenke prsnog koša, resekcije hrskavice rebara te osteotomije sternuma (36). Uvođenje torakoskopskih tehnika učinilo je operaciju sigurnijom, omogućujući vizualizaciju srca kada šipka prođe retrosternalno (39). Kelly i sur. predstavili su veliku kohortu od 1215 pacijenata liječenih MIRPE tehnikom tijekom 21 godine, uključujući intervalne izmjene postupka s ažuriranjem objavljenim 2022. godine. U vrijeme uklanjanja šipke, dobri ili izvrsni kirurški ishodi prijavljeni su u 96 % pacijenata. Prosječna dob pri operaciji porasla je sa 6 na

14 godina tijekom razdoblja istraživanja, a od 66 pacijenata koji su imali studije plućne funkcije prije operacije i više od 1 godine nakon uklanjanja šipke, medijan FVC-a poboljšao se s 88 % na 92 % predviđene vrijednosti (P <0,001), a FEV1 se poboljšao s 83 % na 88 % predviđene vrijednosti (P = 0,01) (40,41). Modifikacija otvorenog pristupa kako ju je opisao Ravitch koristi se desetljećima i daje izvrsne rezultate s niskim morbiditetom, a uključuje resekciju hrskavice i osteotomiju sternuma. Prijavljene su razne modifikacije uključujući upotrebu mrežice, ali većina postupaka uključuje postavljanje metalne potpore za podupiranje sternuma koja se može ostaviti na mjestu od 6 mjeseci do godinu dana (36,41). U usporedbi s MIRPE-om, ovaj zahvat ima nižu cijenu, kraću hospitalizaciju i manje postoperativne boli (38,42). Idealan je za pacijente koji imaju kombinaciju PE-a i PC-a, značajnu asimetriju ili opsežne defekte koji zahvaćaju rebra i rebrenu hrskavicu (36). Nekoliko je studija uspoređivalo Nussov i Ravitchev/modificirani Ravitchev pristup. Općenito, Nussov postupak zahtijeva manje vremena, ali duži boravak u bolnici. Nakon Ravitcheve tehnike je razdoblje boravka u bolnici bilo od 1 do 3 dana, a nakon Nussove od 3 do 6 dana i zahtijevalo je više postoperativnih analgetika (25,38,42). Treba napomenuti da je nakon kirurške korekcije moguć recidiv deformacije, koji se javlja u 2–10 % slučajeva (43). Tehnika MIRPE-a se koristi sigurno i učinkovito za korekciju rekurentnih slučajeva. U seriji od 100 pacijenata s recidivom, Redlinger i sur. su pokazali stopu uspješnosti MIRPE-a od 95 % bez obzira na to je li prvotno liječenje bilo modificirano otvoreno ili minimalno invazivno (44).

Pectus Carinatum

Pectus carinatum (skr. PC) druga je najčešća kongenitalna deformacija stijenke prsnog koša nakon PE-a. Tijelo sternuma i susjedne rebrene hrskavice strše stvarajući defekt sličan golubljim prsima, dok je u hrvatskoj literaturi za ovaj defekt općeprihvaćen naziv „kokošja prsa". Većina defekata je simetrična, ali mogu biti asimetrični i kombinirani s PE-om (4,45). Iako točan uzrok nije u potpunosti razjašnjen, vjeruje se da je posljedica pretjeranog rasta rebrene hrskavice (7). Dodatne studije su pokazale odnos između rasta sternuma i PC-a, s većom povezanošću uočenom u gornjim hondromanubrijalnim deformacijama (46). Također, s obzirom na to da postoji povezanost s drugim abnormalnostima kostura kao što je skolioza, sugerira da bolest vezivnog tkiva može igrati ulogu u patogenezi (4). Značajan udio pacijenata ima obiteljsku anamnezu deformacija stijenke prsnog koša, što ukazuje na genetsku komponentu koja se procjenjuje u čak 25 % do 33 % slučajeva (47). Prema klasifikaciji koja se temelji na istaknutom dijelu sternuma, mogu se identificirati dvije varijante: hondrogladiolarna (izbočenje srednjeg ili donjeg dijela tijela sternuma) i hondromanubrijalna (izbočenje gornjeg dijela sternuma

– manubriuma). Ostale kongenitalne anomalije povezane s ovim defektom su defekti fuzije sternuma, srčani defekti i hondrokostalna hipoplazija (4). Javlja se u otprilike 1 na 1500 živorođene djece, a muškarci su češće pogođeni, u omjeru od gotovo 4:1, i često je povezano sa sindromima kao što su Noonan, Poland i Marfan (4, 6, 48).

Većina pacijenata s ovom defektom je asimptomatska i defekt se obično identificira u ranim godinama puberteta. Pacijenti s teškom deformacijom mogu se žaliti na bolove kada leže u potrbušnom položaju, a simptomi poput otežanog disanja i bolova u prsima su rijetki te je za mnoge pacijente estetski izgled primarna briga (4, 49). Dijagnoza PC-a postavlja se klinički vizualnim pregledom i lateralnim RTG-om prsnog koša ili CT-om. Procjena težine deformacije provodi se radiografski pomoću već spomenutog Hallerovog indeksa (50). Studije sugeriraju da je RTG prsnog koša jednako učinkovit kao i CT u određivanju Hallerovog indeksa uz smanjenu izloženost zračenju (51,52). Osim ocjenjivanja težine, Hallerov indeks također mjeri napredak liječenja (50). Konzervativno liječenje ortozom omogućuje anteroposteriornu kompresiju sternuma i rezultira progresivnim remodeliranjem prsnog koša (4). U nekim centrima se ortotski steznik koristi kao prva opcija liječenja u pacijenata od 10 do 15 godina starosti s hondrogladiolarnom deformacijom (48). Kirurška korekcija često je rezervirana za one kod kojih konzervativno liječenje ne uspije, za pacijente koji ne surađuju, u slučaju boli u prsnom košu, respiratornih simptoma i psihosocijalnih problema (32). Općenito, kirurška korekcija nastupa nakon puberteta, ali postoje izvješća o kirurškim zahvatima u pacijenata od 3 do 65 godina (3). Kirurško liječenje PC-a donekle je slično onom kod PE-a, ali su Ravitchev i Nussov pristup modificirani za ispravljanje izbočenog defekta, a upravo modificirani Ravitchev pristup je najčešće korišten za liječenje PC-a (3,4). Neki autori navode da se ortoza mora nositi 14 sati dnevno najmanje dvije godine, ali neki radovi navode drugačije preporuke. Loff i sur. su u pregledu istraživanja naveli da je između siječnja 2008. i prosinca 2012. godine 69 pacijenata s PC-om (4 do 17 godina) liječeno prilagođenom ortozom**.** Srednje trajanje terapije je bilo 7 mjeseci, a prosječno dnevno nošenje ortoze je iznosilo 12 do 15 sati. Rezultati su procijenjeni slikama prije i poslije terapije te intervjuom s pacijentom. Srednji kut korekcije je iznosio od 10° u skupini djece i 5° u skupini adolescenata. U skupini adolescenata, 82 % pacijenata ocijenilo je rezultat kao „izvrstan" ili „dobar". Oni koji su prijavili rezultat „nepromijenjen" imali su prosječno dnevno vrijeme nošenja ortoze od 8,73 sata, oni koji su ocijenili rezultat kao „dobar" 14,53 sata, a oni koji su ocijenili rezultat kao „izvrstan" 18,36 sati. Ovi rezultati pokazuju da se PC učinkovito liječi prilagođenom ortozom unutar 7 do 12 mjeseci. Najbolja korekcija može se postići kod djece i mladih adolescenata, a dnevno vrijeme nošenja ortoze treba biti duže od 14 sati,

idealno 24 sata. Trajanje liječenja trebalo bi biti oko 1 godine (4, 53). Studija Yuksela i sur. daje pregled kliničkog iskustva s novodizajniranom šipkom za minimalno invazivno liječenje PC-a, tzv. MIRPC. Od 2006. do 2016. liječenje putem MIRPC-a provedeno je kod 172 pacijenta (154 muškarca, 18 žena) i prosječna dob je bila 17,3 godine. Pacijenti su evaluirani svakih 3 do 6 mjeseci, a nakon 2 do 3 godine praćenja, šipka i stabilizatori su se uklanjali. Njih 97,1 % je vrlo dobro podnijelo postupak i prosječno trajanje boravka u bolnici je bilo 3,7 dana. Komplikacije su uključivale pneumotoraks, lomljenje žice / rezanje rebra, infekciju rane, jaku bol, hiperpigmentaciju kože, alergiju na nikal i prekomjernu korekciju koja je dovela do PE-a. Sveukupno, 130 od 172 pacijenta (75,6 %) podvrgnuto je uklanjanju šipke, a nezadovoljavajući rezultati su zabilježeni kod samo 8 pacijenata (6,2 %). Dakle, 93,8 % pacijenata kojima je uklonjena šipka prijavilo je izvrsne rezultate. Prosječno praćenje je iznosilo 29,8 mjeseci (raspon od 1 do 110 mjeseci), a deformacija se ponovila u 5 od 130 pacijenata kojima je uklonjena šipka (3,8 %). Pacijenti su se u prosjeku vratili rutinskim aktivnostima za 10 do 14 dana. (54). U istom razdoblju između 2006. i 2016. godine, 250 od 456 pacijenata podvrgnuto je tretmanu kompresivnim ortotskim steznikom (54,8 %), a otvorenoj kirurškoj korekciji je podvrgnuto 34 pacijenta (7,5 %). Deformacije koje su podvrgnute MIRPC-u, njih 172 od 456 (37,7 %) bile su hondrogladiolarne/ klasični PC ili lateralni/asimetrični PC (54).

Deformacije prsnog koša u sklopu marfanovog sindroma

PE i PC pogađaju značajan udio opće populacije i do 70 % pacijenata s Marfanovim sindromom (55). Kao što je ranije navedeno, u općoj populaciji se uglavnom smatraju primarnim nasljednim poremećajem vezivnog tkiva, dok se kod Marfanovog sindroma mogu smatrati sastavnim dijelom dominantno naslijeđenog nedostatka fibrilina-1 (56). Postoje različiti fenotipovi, ali zajedničke kliničke značajke uključuju abnormalan razvoj rebara. Abnormalan rast i produljenje rebrenih hrskavica rezultira udubljenjem ili izbočenjem sternuma (57). U pacijenata s Marfanovim sindromom važno je razjasniti respiratorne simptome koji bi mogli biti posljedica alternativnih posljedica bolesti jer je Marfanov sindrom povezan i s rekurentnim pneumotoraksima, bulama, opstruktivnom apnejom u snu, fibrozom i emfizemom (58). Mnogi pacijenti koji dolaze u bolnicu zbog deformacija prsnog koša već imaju dijagnozu Marfanovog sindroma, ali kod kojih se ona javi *de novo,* kliničari bi mogli posumnjati u mogućnost poremećaja vezivnog tkiva i pažljivo ispitati druge skeletne značajke Marfanovog sindroma. Ako se sumnja na Marfanov sindrom, potrebno je zatražiti ehokardiogram, oftalmološki pregled i genetsko testiranje za provjeru mutacije fibrillina-1 jer to može predstavljati prvu priliku

za postavljanje dijagnoze, čime se omogućuje potencijalno spasonosno liječenje povezanih srčanih bolesti (56,57). U pacijenata s Marfanovim sindromom važno je razmotriti hoće li u budućnosti biti potrebna operacija korijena aorte. Iako se korekcija deformacije prsnog koša može sigurno poduzeti prije ili nakon sternotomije zbog kardiokirurškog zahvata, Hysi i sur. sugeriraju da je istodobni pristup s resekcijom abnormalne hrskavice prije sternotomije povezan s boljom intraoperativnom izloženošću i dobrim postoperativnim rezultatima. Kirurška korekcija PE-a i PC-a kod Marfanovog sindroma najčešće se izvodi Nussovim ili Ravitchevim pristupom (57, 59). Pacijente treba upozoriti da su izloženi većem riziku od recidiva nakon bilo koje kirurške intervencije zbog prirode njihove bolesti vezivnog tkiva koja povećava gipkost stijenke prsnog koša. Zbog navedenog bi trebalo razmotriti dulju primjenu Nussove šipke i ortoze, a neka istraživanja sugeriraju da bi liječenje trebalo biti odgođeno dok se gotovo ne postigne koštana zrelost (57,60). Otvoreni zahvati mogu se izvesti kao što je ranije opisano, ali je potrebno pažljivo razmotriti potrebu za kardiokirurškim zahvatom i poduzeti popratne zahvate kada je to potrebno. U pacijenata s bilo kakvim problemima u vezi s dimenzijama korijena aorte, tehnika vakuumskog zvona se ne savjetuje kao sigurna opcija liječenja. Fraser i sur. navode da je modificirani „otvoreni" Nussov pristup tretman izbora kada se razmatra istodobna operacija aorte i korekcija deformacije prsnog koša (57).

Možemo zaključiti da su deformacije prednje stijenke prsnog koša česte u pacijenata s Marfanovim sindromom i mogu predstavljati prvu prezentaciju kliničarima nudeći priliku za dijagnozu, preventivno liječenje i genetsko savjetovanje. Pacijenti s Marfanovim sindromom i deformacijama prsnog koša mogu predstavljati niz izazova koji se odnose na druge manifestacije bolesti koje kompliciraju kirurški zahvat, moguću potrebu za istodobnim kardiokirurškim zahvatom i povećanu gipkost stijenke prsnog koša. Pravovremeni i uspješan postupak za rješavanje deformacije prsnog koša može uvelike poboljšati morbiditet, a pokazalo se da su i operativni i neoperativni pristupi sigurni i dobro podnošljivi u ovoj populaciji pacijenata (57).

Deformacije prsnog koša u sklopu polandovog sindroma

Polandov sindrom (skr. PS) rijetka je kongenitalna anomalija u kojoj postoje različiti stupnjevi hipoplazije ili aplazije komponenti torakalne stijenke. Prosječna incidencija je 1 na 20 000 do 1 na 30 000 živorođene djece i rijetko se javlja bilateralno (4, 62). Češće se javlja na desnom hemitoraksu i muškarci su češće pogođeni, u omjeru 2-3:1 (63). Jedina dosljedna anomalija u ovom sindromu je nerazvijenost ili odsutnost sternokostalne glave velikog prsnog mišića koja dovodi do asimetrije zahvaćene strane, a uz nju

se javlja i najmanje još jedna deformacija (4, 64). Pridružene anomalije rebara prisutne su u do 60 % slučajeva, uključujući hipoplaziju ili aplaziju rebara i njihovih hrskavica. Ostale deformacije uključuju amastiju, ateliju, hipoplaziju/aplaziju m. pectoralisa minora, alopeciju aksile, dekstrokardiju, hernijaciju pluća, brahidaktiliju, sindaktiliju (50–75 %), kraniofacijalne abnormalnosti, torakalne tumore, skoliozu, a ponekad i hipoplaziju subklavijskih žila (4,65). Općenito, PS se kategorizira kao jednostavan (zahvaćeno torakalno meko tkivo) ili složen (zahvaćen torakalni skelet, torakalno meko tkivo, deformacije ruku) (3). Kada nema deformacije šake, PS se naziva Polandova sekvenca (66). Postoji još mnogo klasifikacija ovoga sindroma, a jedna od predloženih klasifikacija temelji se na najčešćim abnormalnostima povezanim s defektima prsnog mišića kako slijedi: tip-1 ili minimalni oblik, koji predstavlja izolirani defekt prsnog mišića (bez anomalije rebara ili gornjih ekstremiteta); tip-2 ili djelomični oblik, koji se dijeli na: tip-2a – anomalije gornjih ekstremiteta bez anomalija rebara, i tip-2b – anomalije rebara bez anomalija gornjih ekstremiteta; te tip-3 ili potpuni oblik, koji predstavlja defekt prsnog mišića povezan s anomalijama gornjih udova i rebara (67). PS obično predstavlja estetsku deformaciju, a organsko oštećenje i povezane anomalije su rijetka pojava (3).

Rijetko uzrokuje funkcionalno ograničenje u ipsilateralnom ekstremitetu, vjerojatno zbog kompenzacije drugim mišićnim skupinama, ali ponekad može uzrokovati oštećenje funkcionalnosti (ograničenje pokreta gornjih udova, nestabilan prsni koš). Kao i za ostale deformacije, psihosocijalni i kozmetički problemi su od najveće važnosti (4, 16, 68). Točna etiologija ostaje nedefinirana, ali se smatra da više proizlazi iz događaja *in utero* nego iz nasljeđivanja. Hipoteza je da dolazi do intrauterinog vaskularnog inzulta koji se sastoji od prekida embrionalne opskrbe krvlju u subklavijskim ili vertebralnim arterijama, što dovodi do različitih malformacija. Druga važna predložena hipoteza je poremećaj razvoja lateralne ploče mezoderma (3). Neka istraživanja povezala su ovu deformaciju s teratogenim lijekovima, misoprostolom i uporabom duhana tijekom trudnoće (1,16,68). U slučaju genetskog nasljeđivanja, istaknut je bilateralni fenotip povezan s autosomno dominantnim nasljeđem s genetskim rizikom od 50 % i Mobiusov sindrom povezan s autosomno recesivnim i X-vezanim nasljeđem s niskim genetskim rizikom. Unilateralni fenotip (>90 %) smatra se nesindromskim s niskim genetskim rizikom (13). Anomalija lijeve strane povezana je s dekstrokardijom, a PS je povezan i s Klippel-Feilovim sindromom, bubrežnim anomalijama, leukemijom, ne-Hodgkinovim limfomom, rakom dojke, rakom grlića maternice, leiosarkomom i rakom pluća (16). Ako su abnormalnosti prsnog koša i gornjih ekstremiteta značajne, dijagnoza se postavlja već pri rođenju, a može se otkriti i tijekom trudnoće, ali mnogim pacijentima se nikada ne postavi dijagnoza zbog nepostojanja značajnog funkcionalnog oštećenja i suptilnih kliničkih abnormalnosti (69).

Evaluacija se usredotočuje na malformacije mekog tkiva, kostura i gornjih ekstremiteta te na povezane anomalije koje se odnose na određeni fenotip (desno i lijevo, bilateralno). CT, magnetska rezonanca (skr. MR) i angiografija s trodimenzionalnom rekonstrukcijom, poprečnim presjekom i sagitalnim prikazom najkorisniji su alati za snimanje (62). Glavne točke fizikalnog pregleda uključuju procjenu simetrije i funkcionalnosti udova i torza te mjerenje dužine od sternalnog usjeka do akromiona, od olekranona do ulnarnog stiloida i mjerenje dužine falangi prstiju, a spektar bolesti dojke je od najveće važnosti (66). S obzirom na moguće istodobne druge sustavne malformacije, neki predlažu učiniti radiografiju prsnog koša, kompletnu krvnu sliku, analizu urina i ultrazvučni pregled bubrega uz fizikalni pregled (70).

Kirurška intervencija je rijetko potrebna, ali može biti indicirana iz razloga kao što su paradoksalno pomicanje stijenke prsnog koša, hipoplazija ili aplazija dojke u žena i značajne asimetrije stijenke prsnog koša kod muškaraca i žena (69). Dakle, kirurško liječenje PS-a uglavnom je kozmetičko, a rijetko je potrebno za poboljšanje funkcionalnog statusa (4). Operativni tijek je različit i ovisi o stupnju deformacije, kao i o dobi i spolu pacijenta (71). Konkavitet stijenke prsnog koša na mjestu defekta prsnog mišića može se ispuniti mišićnim režnjevima (npr. m. latissimus dorsi) ili implantatima (4). U žena s amastijom, rekonstrukciju treba izvesti kada se završi puni razvoj normalne kontralateralne dojke (72). Tehnike za rekonstrukciju kostohondralnih anomalija u PS-u su prilagođene Ravitcheve tehnike (73). Kada su višestruka rebra hipoplastična ili ih nema, mogu se koristiti kontralateralni kostalni transplantati, a periost rebra donora se ostavlja kako bi se omogućila regeneracija. Klinaste osteotomije izvode se prema potrebi za ispravljanje abnormalne zakrivljenosti ili rotacije sternuma (4). Operacija sindaktilije obično se može izvesti u djece bez značajnih komplikacija sa ili bez transplantata kože (74). Fizikalna terapija može biti od pomoći kod djece kako bi im pomogla da pužu i prilagode se svojim deformacijama, a fizikalna i radna terapija su prikladne i nakon kirurške intervencije (75).

Utjecaj deformacija prsnog koša na psihosocijalno stanje

Utjecaj fizičkog izgleda na psihosocijalno stanje djeteta važan je predmet rasprave zbog fizičke i psihičke promjene kroz koje prolaze djeca, a naročito adolescenti (76). „Adolescentni egocentrizam" je specifična kognitivna nezrelost vidljiva u ranoj adolescenciji koja navodi adolescente na razmišljanje da su drugi ljudi jednako zaokupljeni njihovim izgledom i ponašanjem kao i oni sami. Zbog navedenog, pacijenti s deformacijama prsnog koša skloni su izbjegavanju društvenih aktivnosti, a nezadovoljstvo vezano uz sliku tijela može stvoriti rizik za razvoj psihosocijalnih problema kao što su tjeskoba,

niže samopoštovanje, socijalno povlačenje, što posljedično značajno utječe na kvalitetu života pacijenata (15, 77).

Kelly i sur. u svom istraživanju nisu uspjeli dokazati nikakvu povezanost između ozbiljnosti bolesti i psihosocijalnih problema, što je podržano velikom varijacijom u težini deformacije uočene kod pacijenata koji su imali psihosocijalne tegobe (21). Ovi rezultati naglašavaju važnost povezanosti subjektivnog doživljaja vlastite slike tijela i stresa, a ne samo anatomske težine bolesti. Posljedično, liječenje bi moglo imati značajan utjecaj na budućnost ovih pacijenata (15). U studiji Bahadira i sur. uspoređeno je više aspekata psihosocijalnog funkcioniranja u operiranih i neoperiranih pedijatrijskih pacijenata s deformacijama prsnog koša. Dokumentirali su da su operirani pacijenti prije operacije imali značajno niže zadovoljstvo slikom tijela u usporedbi s neoperiranim pacijentima. Pacijenti u operiranoj skupini većinom su se sami odlučili doći u bolnicu i to upućuje na njihovu povećanu zabrinutost za svoje tijelo. Nije bilo statistički značajnih razlika u ukupnom bodovanju psihijatrijskih ljestvica između operiranih i neoperiranih pacijenata ($P > 0,05$).

Rezultati prosocijalnog ponašanja bili su niži u operiranoj skupini. Fokusiranje na fizički izgled u skupini operiranih možda je rezultiralo relativno manjom zabrinutošću za ljude u njihovom okruženju. S druge strane, pacijenti zbog negativnog samopoimanja svoga izgleda, mogu izbjegavati društvene situacije i može im biti neugodno ponuditi pomoć drugima zbog straha od odbijanja (78). Ji i sur. su u svoje istraživanje uključili 415 djece između 6 i 16 godina koja su imala PE i usporedili ih s 400 vršnjaka iste dobi i spola iz opće populacije. U usporedbi s kontrolnim subjektima, djeca s PE-om su na različitim ljestvicama pokazala veću prevalenciju psihosocijalnih problema kao što su „povlačenje", „anksiozno-depresivni poremećaj", „socijalni problemi" i „totalni problemi / psihosocijalni problemi". Veliki broj pacijenata, njih 252 (74,8 %), prvi su put uočili svoju deformaciju u dobi od 4, 5 ili 6 godina. Nezadovoljstvo i zadirkivanje zbog deformacije bili su faktori motivacije za liječenje i 125 (37,1 %) pacijenata je priznalo da su zamolili roditelje da ih odvedu u bolnicu barem jednom u posljednjih godinu dana, a većina njih je starija od 10 godina. Pacijenti u istraživanju naveli su da su se često trudili izbjeći izlaganje prsa na javnim mjestima, tj. njih 147 (43,6 %), a 77 (22,8 %) pacijenata izjavilo je da su bili zadirkivani zbog deformacije prsnog koša, pri čemu su 97,4 % zadirkivali vršnjaci, a 2,6 % odrasli izvan obitelji. Nitko nije doživio ovakvo ponašanje članova obitelji ili šire obitelji. Ove analize naglašavaju očito značajan utjecaj karakteristika pacijenata na loše psihosocijalno funkcioniranje: u usporedbi s dobnom skupinom ispod 9 godina, dobna skupina od 12 do 16 godina bila je izložena većem riziku od psihosocijalnih problema. Pacijenti s teškom deformacijom ($HI \geq 6,0$) imali su značajno veću vjerojatnost da će imati psihosocijalne probleme nego pacijenti s blagom deformacijom ($3,0 \leq HI \leq 3,9$). P

acijenti čije su majke bile niže obrazovane imali su znatno veću vjerojatnost da će imati psihosocijalne simptome i učestalost psihosocijalnih problema bila je značajno veća kod pacijenata koje su drugi zadirkivali. Rezultati multivarijantne regresijske analize pokazali su da su dob pacijenta (P = 0,018), težina malformacije (P = 0,016) i zadirkivanje (P = 0,001) bili povezani s psihosocijalnim problemima, a majčino obrazovanje (P = 0,091) nije bilo značajan prediktor psihosocijalnih problema iako je pokazalo značajnu povezanost univarijatnom analizom (P = 0,047) (8). Unatoč rezultatima navedenog istraživanja, literatura potvrđuje široko rasprostranjeno stajalište da su depresija ili anksioznost rijetki u pacijenata PE-om ili barem nisu češći nego u općoj populaciji (15).

Mnoga istraživanja su uspoređivala psihosocijalno stanje djece prije i nakon operacije deformacije prsnog koša. Luo i sur. su u svoje istraživanje uključili 266 pacijenata s deformacijom prsnog koša i iznose rezultate da je udio pacijenata s poremećajem mentalnog zdravlja pao sa 60,5 % prije operacije na 29,7 % postoperativno (p < 0,001) (79). U studiji Hadolta i sur., prijeoperacijski rezultati mentalnog stanja pacijenata bili su unutar normalnog raspona, ali je unutar toga raspona došlo do značajnih poboljšanja depresije (p < 0,05), ukupnog psihosocijalnog stresa (engl. *Global Severity Index,* skr. GSI) (p < 0,03) i intenziteta simptoma (engl. *positive symptom distress burden)* (p<0,05) (80). Mnoga istraživanja izvještavaju o vrlo visokim razinama zadovoljstva pacijenata i otvorenim i zatvorenim metodama liječenja u rasponu od 80 % do 97 % (15,21). Mala pilot studija Lawsona i sur. iznosi značajna poboljšanja u slici tijela, sposobnosti vježbanja i učestalosti frustracije, tuge i izolacije od strane pacijenata i roditelja (81). To su podržale dvije kasnije prospektivne kohortne studije koje su uvidjele značajno poboljšanje (p < 0,001) u socijalnoj funkciji, samopoštovanju i visokoj razini zadovoljstva nakon Nussovog postupka (82,83). Nadalje, Lam i sur. nisu utvrdili značajnu razliku u kvaliteti života povezanom sa zdravljem između pacijenata liječenih Nussovom i Ravitchevom metodom, a pokazalo se da poboljšanje traje najmanje 4 godine nakon uklanjanja šipke (p < 0,001) (83, 84). Kelly i sur. u svojoj multicentričnoj studiji navode značajno poboljšanje slike o tijelu, fizičkih poteškoća, emocionalnog stresa i socijalne kohezije nakon operacije PE-a (21). Retrospektivna serija slučajeva pokazala je da je 90 % pacijenata prijavilo poboljšanje općeg zdravlja, tolerancije na tjelovježbu i društvene interakcije nakon operacije (85). Nasuprot ovim rezultatima, jedna studija je koristila neoperirane pacijente s PE-om kao kontrole i nije otkrila razliku u učestalosti depresije i anksioznosti nakon operacije u usporedbi s pacijentima s PE-om koji nisu operirani (78). Ji i sur. navode da se psihosocijalni problemi mogu povećati s godinama ako pacijenti nemaju psihoterapijsku pomoć ili nisu podvrgnuti kirurškom liječenju (8). Ipak, neka istraživanja na odraslima

pružaju optimistične rezultate, primjerice Schippers i sur. ispitivali su utjecaj PS-a na psihosocijalno stanje u odraslih pacijenata i pokazalo se da većina ispitanika ima normalne razine samopoštovanja i zadovoljstva životom, čime se zaključuje da PS nema štetan učinak na cjelokupno mentalno zdravlje. To bi moglo biti posljedica toga što se pacijenti od ranog djetinjstva uče nositi sa svojim urođenim stanjem te u odrasloj dobi održavaju normalno samopoštovanje i zadovoljstvo svojim životima koji su obogaćeni brakom, djecom i karijerom po stopama sličnim onima kod njihovih vršnjaka. Ovi nalazi mogu pružiti sigurnost obiteljima pacijenata kojima je dijagnosticirano ovo urođeno stanje (65).

Konzervativno liječenje deformacija prsnog koša

Osim ranije opisanih kirurških metoda liječenja, postoje brojni konzervativni modaliteti liječenja deformacija prsnog koša koji dobivaju sve veću važnost i preporučaju se pacijentima s blagim do umjerenim deformacijama koje ne zahtijevaju operaciju, a imaju svoje mjesto i nakon operativnog liječenja. Uz već spomenuto ispravljanje deformacija ortozom i psihološku podršku, u konzervativnom pristupu se važnost pridaje i regulaciji tjelesne aktivnosti, kardiopulmonalnom kondicioniranju i ispravljanju posture. Program liječenja treba planirati individualno, što znači da se u obzir uzima težina deformacije i opće zdravstveno stanje pacijenta (86,87). Iako u literaturi ne postoji konsenzus o ulozi fizikalne terapije u liječenju deformacija prsnog koša, smatra se da ona igra značajnu ulogu u prevenciji i korekciji deformacija prsnog koša, sprječava moguće postoperativne plućne komplikacije, pomaže u postizanju boljeg kozmetičkog izgleda i poboljšanju kvalitete života pacijenta (88,89).

Cilj kineziterapije je ispraviti posturu, povećati fleksibilnost kralježnice i prsnog koša, produžiti zategnute ili skraćene strukture, ojačati mišiće, poboljšati disanje i povećati izdržljivost pacijenta (86). Prvi korak u kineziterapiji je aktiviranje i istezanje struktura koje okružuju veliki prsni mišić, gornji dio leđa i prsni koš, a preporuča se da se te vježbe izvode zajedno s vježbama dubokog disanja, koje su jedan od temelja plućne rehabilitacije. Vježbe disanja uključuju dijafragmalno, gornje i srednje/donje lateralno rebreno disanje te vježbe disanja koje uključuju svaki plućni režanj. Na primjer, pacijentima s asimetričnim PE-om preporuča se disati na udubljenu stranu i spriječiti disanje na suprotnu stranu. Trening respiratornih mišića provodi se za pacijente sa slabošću respiratornih mišića jer on povećava njihovu snagu i izdržljivost i na taj način ublažava dispneju (88,89,90,91). Program kineziterapije uključuje i vježbe jačanja mišića prsnog koša, leđa i trupa kako bi se podržao strukturni integritet stijenke prsnog koša. Vježbe jačanja mišića mogu potaknuti pravilniju posturu, smanjiti vidljivost deformacije i potencijalno ublažiti neke od fizičkih nelagoda povezanih s deformacijom (89,90,92). Haje i sur. proveli su

studiju u kojoj su pacijenti s PE-om izvodili ciljane vježbe za jačanje mišića prednje stijenke prsnog koša najmanje pet puta tjedno, pod nadzorom fizioterapeuta i uz kontrolirano disanje.

Rezultati su pokazali učinkovitost vježbi u ispravljanju ili djelomičnom ispravljanju PE-a, a posebno kada je terapija započela rano u slučajevima blažih i fleksibilnijih deformacija. Režim vježbanja koji su koristili sudionici uključivao je istovremenu abdukciju i ekstenziju gornjih udova bez otpora, ekstenziju trupa u ležećem položaju, sklekove, trbušnjake i napuhavanje balona tijekom 10 minuta (92). Aerobne vježbe imaju važnu ulogu u pacijenata s deformacijom prsnog koša jer im poboljšavaju cjelokupno kardiovaskularno zdravlje i funkciju pluća. Aerobne vježbe poput hodanja, trčanja, vožnje bicikla ili plivanja mogu pomoći u poboljšanju funkcije pluća i povećanju unosa kisika, a posljedično se ublažavaju poteškoće s disanjem koje mogu biti povezane s ovim stanjem.

Osim toga, navedene aktivnosti potiču bolju cirkulaciju i povećavaju ukupnu izdržljivost što može učiniti tjelesne aktivnosti manje napornima i poboljšati svakodnevno funkcioniranje (89,90). Promjene životnih navika poput kontrole tjelesne mase i izbjegavanja dugotrajne neaktivnosti su važne komponente dugoročne rehabilitacije (86). Studija Alaca i sur. jedna je od onih koja potvrđuje dobrobiti fizikalne terapije, točnije prednost kombiniranja fizikalne terapije uz terapiju vakuumskim zvonom za pacijente s PE-om. Pacijenti su nasumično podijeljeni u 2 skupine: skupina 1 provodila je samo terapiju vakuumskim zvonom, a skupina 2 provodila je terapiju vakuumskim zvonom s fizikalnom terapijom. Mjerenja vanjskog opsega prsnog koša, sternalne depresije i vrijednosti antropometrijskog indeksa pokazala su poboljšanje u obje skupine ($p < 0,05$), ali bolji rezultati uočeni su u skupini 2 nego u skupini 1 ($p < 0,05$). Mjerenje udaljenosti između najistaknutije točke sternuma i spinoznog nastavka kralješka na istoj razini pokazalo je poboljšanje samo u skupini 2 ($p < 0,01$). Težina PE-a, pacijentova percepcija vlastite deformacije i roditeljska ocjena fiziološke kvalitete života poboljšali su se u obje skupine ispitanika ($p < 0,05$), ali postura, zadovoljstvo liječenjem i rezultati kvalitete života pacijenata bili su značajno bolji u skupini 2 ($p < 0,05$) (91). Još jedan problem koji se javlja u djece s deformacijom prsnog koša je loša postura ili pojam poznat kao „postura pectusa" – obično podrazumijeva pomicanje ramena prema naprijed i razvoj torakalne kifoze. Nepravilna postura može biti kompenzacija koju pacijenti razvijaju kako bi sakrili deformaciju prsnog koša (93). Steinman i sur. navode da 94–95 % pacijenata s PE-om i PC-om pokazuje nepravilniju psoturu u usporedbi s zdravim osobama (94). Alaca i sur. navode da pacijenti s PE-om i PC-om imaju nepravilniju posturu (protrakcija glave i vrata, povećane kifoze i skolioze) u usporedbi s zdravim vršnjacima prema *New York Posture Scale* (95). Nepravilna postura od velikog je

značenja jer negativno utječe na zdravlje cijele kralježnice, a upravo je studija koju su proveli Mete i sur. demonstrirala da adolescenti s PE-om i PC-om imaju smanjenu pokretljivost kralježnice, poremećaj poravnanja kralježnice i smanjenu percepciju položaja kralježnice. Takve posturalne promjene mogu s vremenom dovesti do problema s mišićno-koštanim sustavom te, čak i ako se deformacija prsnog koša ispravi operativno, pacijenti i dalje mogu imati lošu posturu, što može negativno utjecati na proces ozdravljenja. Sve navedeno naglašava važnost procjene kralježnice tijekom fizikalnog pregleda adolescenata s deformacijom prsnog koša, a poremećaji posture također bi trebali biti jednako važno pitanje i trebali bi biti uključeni u program liječenja (93,96).

Zaključak

Deformacije prsnog koša u djece se javljaju u različitim formama i ponekad uzrokuju značajne kardiopulmološke tegobe, ali najčešće imaju značajan psihosocijalni aspekt. Mogu dovesti do raznih psihosocijalnih tegoba i ograničavati društveni život pacijenata, i zbog toga djeci treba pružiti odgovarajuće liječenje deformacije, ali i psihološku pomoć. S psihološkog gledišta, rana operacija je idealna, ali neki autori tvrde da ispravljanje u preranoj dobi može rezultirati nepravilnim rastom stijenke prsnog koša i drugim komplikacijama, tako da bi operaciju trebalo izvesti u fazi tinejdžerstva (blizu dobi zrelosti kostura), kada se operacija može jednostavnije izvesti. Literatura ukazuje na mnoge psihosocijalne dobrobiti nakon operacije, ali prag psihosocijalnih tegoba koji opravdava operaciju još nije dokazan, kao ni razina ispod koje je operacija od male koristi. Slijedom navedenog su potrebna daljnja istraživanja kako bi se odredile precizne smjernice za operativno liječenje ovih pacijenata. Osim operativnog liječenja, sve je veći interes za uporabom ortoza za korekciju deformacija ili smanjenje njihovog napredovanja, a pokazalo se da vježbe doprinose uspjehu liječenja. Bez obzira izvodi li se operacija ili ne, posturalne vježbe i fizikalna terapija mogu pomoći pacijentima da postignu pravilniju posturu i održe zdravlje kralježnice koje može biti narušeno kod ovih pacijenata. Treba istaknuti i važnost aerobnih vježbi koje, iako ne ispravljaju samu deformaciju, pridonose cjelokupnom kardiovaskularnom zdravlju, funkciji pluća i imaju dugoročne dobrobiti, stoga pacijente treba poticati na svakodnevnu tjelesnu aktivnost. Multidisciplinarni pristup je neophodan u liječenju i kontroli ovih kliničkih entiteta, a u njemu sudjeluju specijalisti ortopedije, fizikalne medicine i rehabilitacije, pulmologije, kardiologije, fizioterapeuti i psiholozi. Dobro isplaniran i proveden individualizirani rehabilitacijski program u konačnici dovodi do poboljšanja funkcionalnih ishoda, ublažavanja simptoma i poboljšanja kvalitete života pacijenata s deformacijom prsnog koša.

Izjava o sukobu interesa: Autori izjavljuju da nisu u sukobu interesa.

LITERATURA

1. Koumbourlis AC. Chest wall abnormalities and their clinical significance in childhood. Paediatr Respir Rev. 2014;5(3):246-55.
2. Katrancioglu O, Akkas Y, Sahin E, Demir F, Katrancioglu N. Incidence of chest wall deformity in 15,862 students in the province of Sivas, Türkiye. Turkish J Thorac Cardiovasc Surg. 2023;31(1):116.
3. Rea G, Sezen CB. Chest Wall Deformities. StatPearls [Internet]. 2023. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553073/
4. Blanco FC, Elliott ST, Sandler AD. Management of congenital chest wall deformities. Semin Plast Surg. 2011;25(1):107-16.
5. Gokhale J, Selbst SM. Chest pain and chest wall deformity. Pediatr Clin North Am. 2009;56(1):49-65.
6. Kılıç FE, Küçükkelepçe O, Varan C, Tanrıverdi H, Bakırhan F. Exploring chest wall deformities in childhood and adolescence: insights from a case-control study. BMC Pediatr. 2024;24(1):700.
7. Kwong JZ. Non-surgical approaches to the management of chest wall deformities. Semin Pediatr Surg. 2024;33(1):151388.
8. Ji Y, Liu W, Chen S, Xu B, Tang Y, Wang X, i sur. Assessment of psychosocial functioning and its risk factors in children with pectus excavatum. Health Qual Life Outcomes. 2011;9:28.
9. Fokin AA, Steuerwald NM, Ahrens WA, Allen KE. Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall deformities. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2009;21:44-57.
10. Abdullah F, Harris J. Pectus Excavatum: more than a matter of aesthetics. Pediatr Ann. 2016;45:e403-6.
11. Scalise PN, Demehri FR. The management of pectus excavatum in pediatric patients: a narrative review. Transl Pediatr. 2023;12(2):208-20.
12. Cobben JM, Oostra RJ, van Dijk FS. Pectus excavatum and carinatum. Eur J Med Genet. 2014;57(8):414-7.
13. Fonkalsrud EW. Surgical correction of pectus carinatum: lessons learned from 260 patients. J Pediatr Surg. 2008;43(7):1235-43.
14. Tocchioni F, Ghionzoli M, Pepe G, Messineo A. Pectus excavatum and MASS phenotype: an unknown association. J Laparoendosc Adv Surg Tech A. 2012;22(5):508-13.
15. Walsh J, Walsh R, Redmond K. Systematic review of physiological and psychological outcomes of surgery for pectus excavatum supporting commissioning of service in the UK. BMJ Open Respir Res. 2023;10(1):e001665.
16. Kotzot D, Schwabegger AH. Etiology of chest wall deformities—a genetic review for the treating physician. J Pediatr Surg. 2009;44:2004-11.
17. Malek MH, Berger DE, Marelich WD, Coburn JW, Beck TW, Housh TJ. Pulmonary function following surgical repair of pectus excavatum: a meta-analysis. Eur J Cardiothorac Surg. 2006;30:637-43.
18. Jaroszewski D, Steidley E, Galindo A, Arabia F. Treating heart failure and dyspnea in a 78-year-old man with surgical correction of pectus excavatum. Ann Thorac Surg. 2009;88:1008-10.
19. Fonkalsrud E. Management of pectus chest deformities in female patients. Am J Surg. 2004;187:192-7.
20. Kelly R. Pectus excavatum: historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation. Semin Pediatr Surg. 2008;17:182-93.
21. Kelly RE Jr, Cash TF, Shamberger RC, Mitchell KK, Mellins RB, Lawson ML, i sur. Surgical repair of pectus excavatum markedly improves body image and perceived ability for physical activity: multicenter study. Pediatrics. 2008;122:1218-22.

22. Haller JA Jr, Kramer SS, Lietman SA. Use of CT scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: a preliminary report. J Pediatr Surg. 1987;22(10):904-6.
23. Mueller C, Saint-Vil D, Bouchard S. Chest x-ray as a primary modality for preoperative imaging of pectus excavatum. J Pediatr Surg. 2008;43:71-3.
24. Johnson WR, Fedor D, Singhal S. Systematic review of surgical treatment techniques for adult and pediatric patients with pectus excavatum. J Cardiothorac Surg. 2014;9:25.
25. Kelly RE Jr, Shamberger RC, Mellins RB, Mitchell KK, Lawson ML, Oldham K, i sur. Prospective multicenter study of surgical correction of pectus excavatum: design, perioperative complications, pain, and baseline pulmonary function facilitated by Internet-based data collection. J Am Coll Surg. 2007;205:205-16.
26. Jaroszewski DE. Physiologic implications of pectus excavatum. J Thorac Cardiovasc Surg. 2017;153:218-9.
27. Funk JF, Gross C, Placzek R. Patient satisfaction and clinical results 10 years after modified open thoracoplasty for pectus deformities. Langenbecks Arch Surg. 2011;396(8):1213-20.
28. Schier F, Bahr M, Klobe E. The vacuum chest wall lifter: an innovative, nonsurgical addition to the management of pectus excavatum. J Pediatr Surg. 2005;40:496-500.
29. Obermeyer RJ, Cohen NS, Kelly RE Jr, Ann Kuhn M, Frantz FW, McGuire MM, i sur. Nonoperative management of pectus excavatum with vacuum bell therapy: A single center study. J Pediatr Surg. 2018;53:1221-5.
30. Haecker FM, Sesia S. Vacuum bell therapy. Ann Cardiothorac Surg. 2016;5:440-9.
31. Haecker FM, Zuppinger J, Sesia SB. Die konservative Therapie der Trichterbrust mittels Vakuumtherapie. Swiss Med Forum. 2014;14:842-9.
32. Colombani PM. Preoperative assessment of chest wall deformities. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2009;21(1):58-63.
33. Hamaji M, Hiraoka K, Jaroszewski DE, Deschamps C. Modified Robicsek procedure for pectus excavatum in adult patients. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2014;18(5):611-4.
34. Harrison MR, Gonzales KD, Bratton BJ, Christensen D, Curran PF, Fechter R, i sur. Magnetic mini-mover procedure for pectus excavatum III: safety and efficacy in a Food and Drug Administration-sponsored clinical trial. J Pediatr Surg. 2012;47:154-9.
35. Bawazir OA, Montgomery M, Harder J, Sigalet DL. Midterm evaluation of cardiopulmonary effects of closed repair for pectus excavatum. J Pediatr Surg. 2005;40:863–7.
36. Jaroszewski D, Notrica D, McMahon L, Steidley DE, Deschamps C. Current management of pectus excavatum: a review and update of therapy and treatment recommendations. J Am Board Fam Med. 2010;23(2):230-9.
37. Coln D, Gunning T, Ramsay M, Swygert T, Vera R. Early experience with the Nuss minimally invasive correction of pectus excavatum in adults. World J Surg. 2002;26:1217-21.
38. Antonoff MB, Eerickson AE, Hess DJ, Acton RD, Saltzman DA. When patients choose: comparison of Nuss, Ravitch, and Leonard procedures for primary repair of pectus excavatum. J Pediatr Surg. 2009;44(6):1113-8.
39. Nuss D, Kuhn M. Our approach: minimally invasive surgical repair of pectus excavatum. Contemp Surg. 2007;63:444-51.
40. Kelly RE, Goretsky MJ, Obermeyer R, Kuhn MA, Redlinger R, Haney TS, i sur. Twenty-one years of experience with minimally invasive repair of pectus excavatum by the Nuss procedure in 1215 patients. Ann Surg. 2010;252:1072-81.
41. Kelly RE Jr, Obermeyer RJ, Goretsky MJ, Kuhn MA, Frantz FW, McGuire MM, i sur. Recent Modifications of the Nuss Procedure: The Pursuit of Safety During the Minimally Invasive Repair of Pectus Excavatum. Ann Surg. 2022;275:e496-502.
42. Davis JT, Weinstein S. Repair of the pectus deformity: results of the Ravitch approach in the current era. Ann Thorac Surg. 2004;78:421-6.

43. Calkins CM, Shew SB, Sharp RJ, Ostlie DJ, Yoder SM, Gittes GK, i sur. Management of postoperative infections after the minimally invasive pectus excavatum repair. J Pediatr Surg. 2005;40:1004-7.
44. Redlinger RE Jr, Kelly RE Jr, Nuss D, Kuhn MA, Obermeyer RJ, Goretsky MJ. One hundred patients with recurrent pectus excavatum repaired via the minimally invasive Nuss technique--effective in most regardless of initial operative approach. J Pediatr Surg. 2011;46:1177-81.
45. Nuss D, Croitoru DP, Kelly RE. Congenital chest wall deformities. Pediatric surgery. 4th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005.
46. Haje SA, Harcke HT, Bowen JR. Growth disturbance of the sternum and pectus deformities: imaging studies and clinical correlation. Pediatr Radiol. 1999;29(5):334-41.
47. Robicsek F, Watts LT. Pectus carinatum. Thorac Surg Clin. 2010;20(4):563-74.
48. Frey AS, Garcia VF, Brown RL. Nonoperative management of pectus carinatum. J Pediatr Surg. 2006;41(1):40-5.
49. Emil S. Current options for the treatment of pectus carinatum: when to brace and when to operate? Eur J Pediatr Surg. 2018;28(4):347-54.
50. McHam B, Winkler L. Pectus Carinatum. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jul.
51. Poston PM, McHugh MA, Rossi NO, Patel SS, Rajput M, Turek JW. The case for using the correction index obtained from chest radiography for evaluation of pectus excavatum. J Pediatr Surg. 2015;50(11):1940-4.
52. Khanna G, Jaju A, Don S, Keys T, Hildebolt CF. Comparison of Haller index values calculated with chest radiographs versus CT for pectus excavatum evaluation. Pediatr Radiol. 2010;40(11):1763-7.
53. Loff S, Sauter H, Wirth T, Otte R. Highly Efficient Conservative Treatment of Pectus Carinatum in Compliant Patients. Eur J Pediatr Surg. 2015;25(5):421-4.
54. Yuksel M, Lacin T, Ermerak NO, Sirzai EY, Sayan B. Minimally Invasive Repair of Pectus Carinatum. Ann Thorac Surg. 2018;105(3):915-23.
55. De Maio F, Fichera A, De Luna V, Mancini F, Caterini R. Orthopaedic aspects of marfan syndrome: the experience of a referral center for diagnosis of rare diseases. Adv Orthop. 2016;2016:8275391.
56. Loeys BL, Dietz HC, Braverman AC, Callewaert BL, De Backer J, Devereux RB, i sur. The revised Ghent nosology for the Marfan syndrome. J Med Genet. 2010;47:476-85.
57. Fraser S, Child A, Hunt I. Pectus updates and special considerations in Marfan syndrome. Pediatr Rep. 2018;9(4):7277.
58. Neuville M, Jondeau G, Crestani B, Taillé C. Respiratory manifestations of Marfan syndrome. Rev Mal Respir. 2015;32:173-81.
59. Hysi I, Vincentelli A, Juthier F, Benhamed L, Banfi C, Rousse N, i sur. Cardiac surgery and repair of pectus deformities: When and how? Int J Cardiol. 2015;194:83-6.
60. Arn PH, Scherer LR, Haller JA Jr, Pyeritz RE. Outcome of pectus excavatum in patients with Marfan syndrome and in the general population. J Pediatr. 1989;115:954-8.
61. Darian VB, Argenta LC, Pasyk KA. Familial Poland's syndrome. Ann Plast Surg. 1989;23:531-7.
62. Fokin AA. Thoracic defects: cleft sternum and Poland syndrome. Thorac Surg Clin. 2010;20(4):575-82.
63. Buckwalter V JA, Shah AS. Presentation and treatment of Poland anomaly. Hand (NY). 2016;11(4):389-95.
64. Yiyit N, Işıtmangil T, Öksüz S. Clinical analysis of 113 patients with Poland syndrome. Ann Thorac Surg. 2015;99(3):999-1004.

65. Schippers SM, Reist H, An Q, Buckwalter V JA. Natural History of Poland Syndrome: A Long-term Study of Functional and Psychosocial Outcomes. Hand (NY). 2022;17(4):684-90.
66. Seyfer AE, Fox JP, Hamilton CG. Poland syndrome: evaluation and treatment of the chest wall in 63 patients. Plast Reconstr Surg. 2010;126(3):902-11.
67. Romanini MV, Calevo MG, Puliti A, Vaccari C, Valle M, Senes F, i sur. Poland syndrome: A proposed classification system and perspectives on diagnosis and treatment. Semin Pediatr Surg. 2018;27(3):189-99.
68. Moir CR, Johnson CH. Poland's syndrome. Semin Pediatr Surg. 2008;17(3):161-6.
69. Fokin AA, Robicsek F. Poland's syndrome revisited. Ann Thorac Surg. 2002;74:2218-25.
70. Al-Qattan MM. Classification of hand anomalies in Poland's syndrome. Br J Plast Surg. 2001;54:132-6.
71. Fijałkowska M, Antoszewski B. Surgical treatment of patients with Poland's syndrome--own experience. Pol Przegl Chir. 2011;83(12):662-7.
72. Sadove AM, van Aalst JA. Congenital and acquired pediatric breast anomalies: A review of 20 years' experience. Plast Reconstr Surg. 2005;115:1039-50.
73. Shamberger RC, Welch KJ, Upton J 3rd. Surgical treatment of thoracic deformity in Poland's syndrome. J Pediatr Surg.1989;24(8):760-6.
74. Braun TL, Trost JG, Pederson WC. Syndactyly Release. Semin Plast Surg. 2016;30(4):162-70.
75. Tafti D, Cecava ND. Poland Syndrome. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 May.
76. Rumsey N, Harcourt D. Body image and disfigurement: issues and interventions. Body Image. 2004;1(1):83-97.
77. Steinmann C, Krille S, Mueller A, Weber P, Reingruber B, Martin A. Pectus excavatum and pectus carinatum patients suffer from lower quality of life and impaired body image: a control group comparison of psychological characteristics prior to surgical correction. Eur J Cardio-Thorac. 2011;40:1138-45.
78. Bahadir AT, Kuru Bektaşoğlu P, Çakiroğlu Eser A, Afacan C, Yüksel M. Psychosocial functioning in pediatric patients with pectus excavatum and pectus carinatum. Turk J Med Sci. 2017;47:771-7.
79. Luo L, Xu B, Wang X, Tan B, Zhao J. Intervention of the nuss procedure on the mental health of pectus excavatum patients. Ann Thorac Cardiovasc Surg. 2017;23:175-80.
80. Hadolt B, Wallisch A, Egger JW, Höllwarth ME. Body-image, self-concept and mental exposure in patients with pectus excavatum. Pediatr Surg Int. 2011;27:665-70.
81. Lawson ML, Cash TF, Akers R, Vasser E, Burke B, Tabangin M, i sur. A pilot study of the impact of surgical repair on disease-specific quality of life among patients with pectus excavatum. J Pediatr Surg. 2003;38:916-8.
82. Krasopoulos G, Dusmet M, Ladas G, Goldstraw P. Nuss procedure improves the quality of life in young male adults with Pectus Excavatum deformity. Eur J Cardiothorac Surg 2006;29:1-5.
83. Metzelder ML, Kuebler JF, Leonhardt J, Ure BM, Petersen C. Self and parental assessment after minimally invasive repair of pectus excavatum: lasting satisfaction after bar removal. Ann Thorac Surg. 2007;83:1844-9.
84. Lam MW, Klassen AF, Montgomery CJ, LeBlanc JG, Skarsgard ED. Quality-of-life outcomes after surgical correction of pectus excavatum: a comparison of the ravitch and nuss procedures. J Pediatr Surg. 2008;43:819-25.
85. Sacco Casamassima MG, Gause C, Goldstein SD, Karim O, Swarup A, McIltrot K, i sur. Patient satisfaction after minimally invasive repair of pectus excavatum in adults: long-term results of nuss procedure in adults. Ann Thorac Surg. 2016;101:1338-45.

86. Sonel Tur B, Genç A. An overview of pectus deformities and rehabilitation approaches. Turk J Phys Med Rehabil. 2025;71(2):131-138.
87. Abid I, Ewais MM, Marranca J, Jaroszewski DE. Pectus Excavatum: A Review of Diagnosis and Current Treatment Options. J Am Osteopath Assoc. 2017;117(2):106-113.
88. Cheung SY. Exercise therapy in the correction of pectus excavatum. J Pediatr Respir Crit Care 2005;1:10–13.
89. Săndulache S, Ghimuş C, Postolache P. Pulmonary rehabilitation in pectus excavatum: From theory to medical practice. Rom J Med Rehabil Phys Med Balneoclimatol. 2024;I:101–108.
90. Özyılmaz S. Pulmonary rehabilitation in chest wall deformities. Toraks Cerrahisi Bülteni. 2015;6:91–96.
91. Alaca N, Alaca I, Yüksel M. Physiotherapy in addition to vacuum bell therapy in patients with pectus excavatum. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2020;31:650–656.
92. Haje DP, Haje SA, Volpon JB, Silva ACOD, Lima LFB, Huang W. Localized pectus excavatum treated with brace and exercise: Long term results of a Brazilian technique. Acta Ortop Bras. 2021;29:143–148.
93. Mete O, Işik H, Pirinççi CŞ, Yaşa ME, Sapmaz E. Spinal posture, mobility, and position sense in adolescents with chest wall deformities: A comparison of pectus excavatum, pectus carinatum and healthy peers. Pediatr Surg Int. 2024;40:178–178.
94. Steinmann C, Krille S, Mueller A, Weber P, Reingruber B, Martin A. Pectus excavatum and pectus carinatum patients suffer from lower quality of life and impaired body image: a control group comparison of psychological characteristics prior to surgical correction. Eur J Cardiothorac Surg. 2011;40(5):1138–1145.
95. Alaca N, Yüksel M. Comparison of physical functions and psychosocial conditions between adolescents with pectus excavatum, pectus carinatum and healthy controls. Pediatr Surg Int. 2021; 37:765–775.
96. Hebra A. Minimally invasive repair of pectus excavatum. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2009;21:76–84.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-2 Stručni rad

DINAMIČKA NEUROMUSKULARNA STABILIZACIJA – OSNOVNA NAČELA, PROCJENA I REHABILITACIJSKI ISHODI S POSEBNIM OSVRTOM NA KRONIČNU NESPECIFIČNU KRIŽOBOLJU

CC BY NC ND

DYNAMIC NEUROMUSCULAR STABILIZATION – BASIC PRINCIPLES, ASSESSMENT AND REHABILITATION OUTCOMES WITH PARTICULAR CONSIDERATION TO NON-SPECIFIC CHRONIC LOW BACK PAIN

Jelena Marunica Karšaj[1*], Štefanija Opalin[1], Tomislav Nemčić[1,2], Simeon Grazio[1,3]

[1]Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Klinički bolnički centar „Sestre milosrdnice", Zagreb
[2]Medicinski fakultet Hrvatskog katoličkog sveučilišta
[3]Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Jelena Marunica Karšaj, dr. med., FEBPRM,
specijalist fizikalne medicine i rehabilitacije orcid.org/: 0009-0007-7964-7673
Štefanija Opalin, univ. mag. physioth.
Doc. dr. sc. Tomislav Nemčić, prim. dr. med., FEBPRM, specijalist fizikalne medicine
i rehabilitacije orcid.org/ 0000-0002-7987-8830
Prof. dr. sc. Simeon Grazio, prim. dr. med., SFEBPRM, specijalist fizikalne medicine i rehabilitacije,
subspecijalist reumatolog orcid.org/ 0000-0003-3407-0317

Sažetak

Uvod: Dinamička neuromuskularna stabilizacija (DNS) jedinstveni je koncept koji ujedinjuje važnost neurofizioloških principa lokomotornog sustava i pravilni obrazac disanja. Temelji se na načelima razvojne kineziologije, naglašavajući postojanje predeterminiranih ontogenetskih motoričkih obrazaca.

Cilj je prikazati osnovna načela DNS koncepta, razliku između pravilne i nepravilne aktivacije muskulature tijekom provođenja procjene primjenom DNS-a, te rehabilitacijske ishode primjenom kod kronične nespecifične križobolje.

Metode: Pretraživani su *Google Scholar, PubMed* i *Web of Science.* Selekcionirani su izvorni znanstveni radovi, opservacijske studije, sustavni pregledi i poglavlja iz knjiga koristeći pojmove: *dynamic neuromuscular stabilization, developmental kinesiology, core stability, reflex locomotion* u sukcesivnoj kombinaciji s pojmovima *non-specific chronic low back pain, functional disability* u razdoblju od 1975. do 2023. godine.

Pregled: DNS je dijagnostičko-terapijska metoda kojom se omogućuje rekonstrukcija pogrešnih motoričkih obrazaca nastalih zbog narušene stabilizacije u odrasloj dobi zauzimanjem položaja i pokreta iz prve godine života. DNS se temelji na aktivaciji unutarnjih stabilizatora trupa zajedno s pravilnim obrascem disanja prije izvođenja pokreta ekstremiteta. Uključuje preciznu koaktivaciju intrinzičnih mišića trupa koji tvore integrirani sustav stabilizacije kralježnice (skr. ISSS), a uključuje fleksore i ekstenzore vrata, dijafragmu, m. transversus abdominis, m. rectus abdominis, multifide i mišiće dna zdjelice. Ontogenetski motorički obrasci regulacijom intraabdominalnog tlaka, optimizirajući napetost trbušne stijenke, aktiviraju integrirani sustav stabilizacije kralježnice i pospješuju fluentnost pokreta. Rezultati istraživanja o kroničnoj nespecifičnoj križobolji nakon provođenja DNS-a pokazali su značajno smanjenje intenziteta boli i funkcionalne onesposobljenosti u odnosu na konvencionalne vježbe.

Zaključak: Perspektiva i rehabilitacijski ishod DNS-a su obnavljanje ISSS-a, regulacija intraabdominalnog tlaka i sprječavanje prekomjernog opterećenja zglobova u svrhu njihove optimalne učinkovitosti. Zbog svoje učinkovitosti u pogledu rehabilitacijskih ishoda koncept DNS-a je indiciran u bolnim sindromima poput kronične nespecifične križobolje.

Ključne riječi: dinamička neuromuskularna stabilizacija, kronična nespecifična križobolja

Summary

Introduction: Dynamic neuromuscular stabilization (DNS) is a unique concept that combines neurophysiological principles of the locomotor system and the correct breathing pattern. It is based on developmental kinesiology, emphasizing the existence of predetermined ontogenetic motor patterns.

The objective was to present the basic principles of DNS, the difference between correct and incorrect activation of the musculature during the administration of DNS assessment, and rehabilitation outcomes in chronic non-specific low back pain.

Methods: Google Scholar, PubMed, and Web of Science were searched. Original scientific papers, observational studies, systematic reviews, and book chapters were selected using the terms: dynamic neuromuscular stabilization, developmental kinesiology, core stability, reflex locomotion in successive combination with non-specific chronic low back pain, pain intensity, and functional disability from 1975 to 2023.

Overview: DNS is a diagnostic-therapeutic method that enables reconstruction of incorrect patterns due to impaired stabilization in adulthood by

adopting positions and movements from the first year. DNS is based on the activation of the internal trunk stabilizers and a regular breathing pattern before performing movements. It involves precise coactivation of the spine's intrinsic muscles, forming an Integrated Spinal Stabilization System (ISSS), which includes the neck flexors and extensors, the diaphragm, the transversus and rectus abdominis muscles, the multifidus, and the pelvic floor muscles. Ontogenetic motor patterns regulate the intraabdominal pressure, optimizing the abdominal wall tension, activating ISSS, and enhancing movement fluency. The research results on chronic non-specific low back pain after DNS showed a significant reduction in pain intensity and functional disability compared to conventional exercises.

Conclusion: Its perspective and rehabilitation outcomes include restoration of ISSS, intraabdominal pressure regulation, and prevention of excessive joint load for optimal performance. Effectiveness-wise, the DNS concept is indicated in rehabilitating the most common pain syndromes, such as chronic non-specific low back pain.

Keywords: dynamic neuromuscular stabilization, chronic non-specific low back pain

Uvod

dinamička neuromuskularna stabilizacija (engl. *Dynamic neuromuscular stabilization,* skr. DNS) koncept je koji se razvio u području rehabilitacije, a utemeljio ju je Pavel Kolář, pod utjecajem kliničkog opusa Vaclava Vojte, temeljenog na refleksnoj lokomociji (engl. *reflex locomotion*) (1,2). Princip refleksne lokomocije izvorno se temelji na ontogenetskim motoričkim obrascima, koji se ne pojavljuju spontano već refleksno, na primijenjeni pritisak specifičnih zona podraživanja u mišićima. Ovakvi obrasci kretanja su generički i nazvani su „globalnim obrascima" (engl. *global patterns*).

Ontogenetski motorički obrazac evociran iz pronacijskog položaja naziva se „refleksno puzanje" (engl. *reflex creeping*), dok se motorički obrazac generiran iz supinacijskog ili bočnog položaja naziva „refleksno okretanje" (engl. *reflex rolling*). Prema Wickstromu (3), u zdrave novorođenčadi refleksna lokomocija, koja obuhvaća motoričke miljokaze poput hvatanja, rotacije, puzanja, posjedanja, te u konačnici vertikalizacije do samostalnog hoda, razvija se automatski bez specifične funkcionalne stimulacije (4). Stoga se u djece s neurorazvojnim odstupanjima stimulacijom specifičnih perifernih zona aktiviraju određeni neuronski krugovi koji upravljaju ovakvim složenim razvojnim miljokazima. Pavel Kolář je primijenio Vojtin princip refleksne lokomocije u rehabilitaciji sportaša i nazvao ga je dinamičkom neuromuskularnom stabilizacijom (5). DNS uključuje preciznu koaktivaciju intrinzičnih mišića kralježnice,

odnosno unutarnjih stabilizatora, koji tvore integrirani sustav stabilizacije kralježnice (engl. *Integrated spinal stabilization system,* skr. ISSS), kako ga je inicijalno opisao Kolář (6,7). ISSS se sastoji od uravnoteženih koaktivacija između dubokih fleksora i ekstenzora kralježnice u vratnom i gornjem torakalnom segmentu, kao i u dijafragmi, svim trbušnim mišićima, mišićima dna zdjelice i ekstenzorima kralježnice u donjem torakalnom i lumbalnom segmentu (6). Dijafragma, m. rectus abdominis, m. transversus abdominis i mišići dna zdjelice regulirajući intraabdominalni tlak (engl. *intraabdominal pressure,* skr. IAP) i optimizirajući napetost trbušne stijenke (engl. *abdominal wall tension,* skr. AWT) osiguravaju ventralnu lumbopelvičnu posturalnu stabilnost. U osnovi, DNS naglašava postojanje već jednom savladanih i pohranjenih ontogenetskih motoričkih obrazaca (6,7), koji regulacijom IAP aktiviraju ISSS i pospješuju kvalitetu i fluentnost pokreta (8). Cilj ovog stručnog rada je stjecanje uvida u osnovna načela DNS-a, kliničku procjenu putem ovog koncepta, razliku između pravilne i nepravilne aktivacije muskulature tijekom provođenja procjene primjenom DNS-a, te rehabilitacijske ishode nakon provođenja DNS-a u bolesnika s kroničnom nespecifičnom križoboljom.

Metode

za potrebe prikupljanja informacija iz znanstveno-stručnog opusa, pisanja i kritičke revizije ovog rada pretraživane su znanstvene baze *Google Scholar, PubMed* i *Web of Science.* Pojmovi koji su korišteni redom su: *dynamic neuromuscular stabilization, developmental kinesiology, core stability, reflex locomotion,* u sukcesivnoj kombinaciji s pojmovima *chronic non-specific low back pain, pain intensity i functional disability.* Pretraživanje je obuhvatilo vremenski period od 1975. do 2023. godine. Referencirali smo sve one publikacije koje smo smatrali relevantnima uključujući izvorne znanstvene radove, opservacijske studije, pregledne radove, poglavlja u knjigama, uz napomenu da je iz potonjih sve započelo, te su ujedno često citirana u drugim radovima. Publikacije starijeg datuma također su uključene s ciljem olakšavanja razumijevanje koncepta DNS-a, temeljenog na ontogenetskim motoričkim obrascima, odnosno razvojnoj kineziologiji. Sveukupno smo u traženom razdoblju pronašli 58 publikacija.

Nakon što smo isključili duplikate, svi autori su ručno pregledali sve sažetke (ili pune tekstove za knjige – dijelove knjiga), izostavili one koji nisu bili relevantni za temu od interesa ili po mišljenju svih autora nisu bili dovoljno kvalitetni, te smo za ovaj kritički osvrt na kraju odabrali 45 publikacija. Bez posebne formalne analize svi su autori konsenzusom došli do sinteze prikaza DNS metode.

Pregled
Razvojna kineziologija

Razvojna kineziologija temelji se na razumijevanju neurološke organizacije koju čine tri razine senzomotoričke kontrole središnjeg živčanog sustava (SŽS) kako su definirali Kobesova i Kolář (7). Prva se odnosi na razinu moždanog debla i kralješničke moždine, gdje su kontrolirani spontano generirani pokreti i primitivni refleksi tijekom neonatalne faze. Druga se odnosi na subkortikalnu razinu, u kojoj se sinergijski aktiviraju dijafragma, mišići trbušnog zida, ekstenzori kralježnice i mišići dna zdjelice prije bilo kojeg voljno usmjerenog pokreta ekstremiteta i vrata, a razvija se od drugog mjeseca pa sve do kraja prve godine života. Kontrola i funkcionalnost na ovoj razini SŽS-a omogućuje osnovnu stabilizaciju trupa te stvara preduvjet za sazrijevanje lokomotorne funkcije vrata, gornjih i donjih ekstremiteta.

Treća, kortikalna razina predstavlja najvišu razinu motoričke kontrole u kojoj je odvija motorički obrazac, odnosno sam pokret. Ona omogućuje izoliranu segmentalnu kontrakciju ekstremiteta, kao i relaksaciju, a odgovorna je i za učenje novih motoričkih vještina (7). Razvoj motorike u ranom djetinjstvu genetski je predeterminiran i slijedi predvidivi obrazac (9). Zajedno sa sazrijevanjem SŽS-a motorički obrasci se formiraju omogućujući dojenčetu optimalnu aktivaciju mišića, koji su potrebni za posturalnu kontrolu trupa i zdjelice, uspravno držanje te svrshishodne voljno usmjerene pokrete općenito (7,10). Međuodnos trupa, vrata i gornjih i donjih ekstremiteta opisuje paradigma prema kojoj je stabilnost trupa neophodna za distalnu mobilnost (engl. *Central stability for distal mobility*), odnosno kvalitetu pokreta ekstremiteta i vrata (10). Prema praškoj školi u kojoj je začet ovaj koncept, neodgovarajuća neurološka organizacija na subkortikalnoj razini nalazi se u pozadini manjkave mišićno-koštane stabilnosti, koju je potrebno korigirati uvježbavanjem pravnih obrazaca posturalne stabilizacije zauzimajući položaje temeljene na razvojnoj kineziologiji (5).

Centriranost zglobova

Subkortikalna razina SŽS-a kontrolira stabilnost trupa, kao i mobilnost/pokretljivost ekstremiteta (7). Odgovarajuća kontrola SŽS-a i optimalno uravnotežena aktivacija mišića dovodi zglobove u funkcionalno centrirani položaj tijekom svakog pokreta i položaja (10,11). Postavljanje zgloba u centriran položaj s biomehaničkog gledišta predstavlja dinamičnu neuromuskularnu strategiju kojom se omogućuje optimalno kretanje zgloba u cijelom opsegu. U centriranom zglobu dolazi do interosealnog kontakta zglobnih tijela najvećom površinom omogućujući odgovarajući prijenos opterećenja i optimalno funkcioniranje kinetičkog lanca (10,12). Na taj se način smanjuje utjecaj gravitacije

i osigurava najmanje naprezanje zglobne kapsule i tetiva, te omogućava da svaka struktura zgloba bude zaštićena.

Stabilizacija trupa

Zajednička mišićna aktivnost stabilizatora kralježnice mora neizostavno prethoditi bilo kojem svrhovitom pokretu vrata i ekstremiteta (13,14). Ovakva uravnotežena aktivacija trupa, uz pravilan obrazac disanja, prije izvođenja pokreta automatski osigurava stabilno uporište (lat. *punctum fixum*) za aktivni pokret i odnosi se na unaprijed predodređenu spregu (engl. *feed forward mechanism*). Stoga, narušena funkcija jednog od segmenta ISSS-a nepovoljno utječe na cijeli sustav stabilizacije kralježnice, čime se ugrožava fluentno i svrhovito izvođenje pokreta (6).

Stabilizirajuća funkcija dijafragme

Za postizanje pravilne stabilizacije kralježnice potrebno je uspostaviti ispravan obrazac disanja. Tijekom rane faze razvoja, dijafragma ima samo respiratornu ulogu (15). Napredovanjem posturalne antigravitacijske aktivnosti dijafragma se razvija kada dojenče u pronacijskom položaju započne odizati glavu u antigravitacijski položaj ili podiže donje ekstremitete u supinacijskom položaju (16). Poveznicu između stabilizacijske funkcije trupa i obrasca disanja osigurava simetrična koaktivacija svih sastavnica ISSS-a (17,18,19). Udružena stabilizacija trupa s respiratornom funkcijom relativno je zahtjevna i moguća kada postoji idealna motorička kontrola u SŽS-u (19). Eksperimentalno je dokazano kako se dijafragma izotonički aktivira prilikom odizanja ekstremiteta od podloge (15,19). Mnoga istraživanja izvijestila su o koordiniranoj sinergijskoj aktivnosti dijafragme, mišića transversusa abdominisa, m. rectusa abdominisa mišića dna zdjelica i multifidusa tijekom izvršavanja posturalne radnje (18). Tijekom udaha, kupola dijafragme se poravna (17), a stupanj njezinog poravnavanja ovisi o obrascu disanja i posturalnom zadatku koji se izvršava (16). Spuštanjem dijafragme prema kaudalno tijekom udaha i izvršavanja posturalne radnje povećava se IAP, uz povećanje pritiska na unutarnje organe. Ovakvo spuštanje dijafragme uzrokuje ekscentrično povećanje volumena trbušne i torakalne stijenke. Kako bi se održavao postojani volumen trbušne stijenke, izometrička kontrakcija trbušne stijenke slijedi ekscentričnu kontrakciju. U idealnim uvjetima, ovakva ekscentrično-izometrična mišićna aktivnost podudara se s razinom i zahtjevnošću pokreta koji je izvršio mišić. U slučaju mišićne aktivnosti jačeg intenziteta dolazi do izravnavanja dijafragme s manjim izbočenjima tijekom disanja. Dakle, u tim uvjetima za postizanje značajne posturalne funkcionalnosti važna je uloga dijafragme (16,19). Ekscentrična aktivnost trbušne stijenke uvjetuje ekskurziju dijafragme tijekom udisaja, kao i tijekom posturalnog opterećenja, a ovaj mehanizam

vrši pritisak na unutarnje organe i gura ih kaudalno, izazivajući veću aktivnost dna zdjelice podupirući utrobu odozdo te osigurava kontinenciju. Međutim, postoji koncentrična kontrakcija dijafragme i mišića dna zdjelice u odnosu na sadržaj trbušne šupljine. Jednom kada dođe do optimalne ekscentrične kontrakcije s poravnavanjem dijafragme, izometrička kontrakcija trbušnih mišića ima stabilizirajuću ulogu za izvođenje pokreta ekstremiteta (6,16).

DNS procjena

Prije početka liječenja DNS konceptom potrebno je izvršiti DNS procjenu (engl. *DNS Assessment*) koja je detaljno opisana u tablici 1 (16). Ona objedinjuje procjenu dualne funkcije dijafragme, tj. vrši se procjena respiratorne i posturalne funkcije. Procjena se temelji na položajima razvojne kineziologije. Procjena respiratorne funkcije dijafragme započinje zauzimanjem položaja koji odgovara dobi dojenčeta od 8 mjeseci u sjedećem položaju s osloncem na ishijalne tubere bez podupiranja stopalima, te uspravne kralježnice, pri čemu su gornji ekstremiteti oslonjeni na natkoljenice. Promatra se kretanje rebara i trbušne šupljine. Potrebno je postići simetrično širenje prsnog koša i trbušne šupljine. Tijekom fiziološkog dijafragmalnog disanja, donja torakalna apertura također se dodatno ekspandira uz trbušnu šupljinu praćeno ventralnim pokretima sternuma. Prilikom palpiranja rebara, dolazi do proširenja interkostalnih prostora, a donji dio prsnog koša se proporcionalno širi lateralno, ventralno i dorzalno. Širenjem trbušne šupljine dolazi do odvajanja od rebara, što se identificira palpacijom interkostalnog prostora. Tijekom disanja, udisajni val se proteže do donjeg dijela trbušnog zida, odnosno pacijent slikovito rečeno može „disati u sam trbušni zid", neposredno iznad prepona. Kod patoloških stanja ekspanzija toraksa je manja, bez značajnije ekspanzije interkostalnih prostora (11,16). Posturalna funkcija dijafragme procjenjuje se u položaju sjedenja na rubu stola s opuštenim trupom bez podupiranja stopalima o podlogu i bez oslonca gornjim ekstremitetima. U početku se promatra opuštena postura pacijenta, a potom ga se uputi i educira da učini potrebne korekcije svoje posture. Zatim se palpira posterolateralni dio trbušnog zida ispod donjih rebara straga, a sprijeda se palpira iznad glave femura medijalno od spine ilijake superior anterior. Nakon dubokog udaha slijedi izdah, a nakon izdisaja zadržava se dah uz plitko disanje. Potrebno je ekspandirati trbušnu šupljinu posteriorno i lateralno ili kaudalno i ventrolateralno, dok ispitivač taktilno putem palčeva pritišće u suprotnom smjeru od ekspandiranja trbušne šupljine. Tijekom ovog ispitivanja pravilan obrazac disanja je postignut simetričnim pritiskom stijenke trbušne šupljine na palac ispitivača. Tijekom ekspanzije stijenke trbušne šupljine dolazi do aktivacije dijafragme i ekscentrične elongacije trbušne stijenke, koju slijedi izometrička kontrakcija abdominalnih mišića. Test se smatra pozitivnim ako pacijent ne

može slobodno aktivirati abdominalne mišiće ili postoji asimetrični pritisak usmjeren na palac ispitivača, migracija umbilikusa prema gore ili uvlačenje gornjeg dijela trbuha. Pacijent može učiniti kompenzacijske pokrete u smislu stražnjeg nagiba zdjelice (engl. *posterior pelvic tilt*), aktivacijom donjeg dijela trbušnih mišića (16,19).

DNS kao modalitet rehabilitacijskog liječenja

Kao što je ranije spomenuto, stabilizacija trupa preduvjet je kojim se osigurava stabilna baza za kretanje ekstremiteta. Stoga se vježbe moraju započeti regulacijom IAP-a i napetosti trbušne stijenke (engl. *abdominal wall tension,* skr. AWT) te uspostavljanjem stabilizacije trupa, odnosno ISSS-a, prije nego što se optimalno mobiliziraju ekstremiteti. Prije primjene DNS-a u rehabilitacijskom liječenju, bilo koja napeta struktura ili hipomobilni segment mora se osloboditi/mobilizirati. Fiziološko kretanje dijafragme predstavlja bitan dio svakog pokreta ili vježbe. Tijekom udaha rebra se pomiču lateralno, donja torakalna apertura se proširuje, prsna kost se pomiče ventralno i ne podiže se tijekom disanja. Trbušni mišići služe kao potpora za dijafragmu. Važno je napomenuti da se trbušni zid ne ekspandira samo u kaudalnom smjeru već u svim smjerovima odnosno posteriorno i lateralno. Za uspostavljanje i održavanje pravilnog obrazaca disanja i stabilizaciju trupa potrebno je reguliranje hipomobilnosti i dinamike torakalne stijenke, elongacija i ispravljanje kralježnice, stabilizacija posture, vježbanje posturalnog obrasca disanja i stabilizirajuće funkcije dijafragme (kontrola IAP-a) te vježbanje posturalne stabilizacije kralježnice u položajima koji potječu iz razvojne kineziologije, u modificiranim položajima (5,10). Regulacija hipomobilnosti i dinamike torakalne stijenke bitna je odrednica DNS-a (11,16).

Pravilna aktivacija dijafragme, koja je odgovorna za optimalno proširenje torakalne stijenke, pridonosi opuštanju torakalnih fascija, posebno u području donjih interkostalnih prostora. Druge zategnute ili hipomobilne mišićno-koštane strukture, poput kostovertebralnih zglobova, skalenskih mišića, sternokleidomastoidnih mišića, pektoralnih mišića i gornjih trapeziusa, oslobađaju se, odnosno mobiliziraju kako bi omogućili neutralan položaj zglobova. Za fiziološku stabilizaciju kralježnice poravnavanje, odnosno elongacija kralježnice je *conditio sine qua non* (11). U većine bolesnika nepravilna stabilizacija kralježnice javlja se kod hipomobilnog torakalnog segmenta, pri čemu su pokreti toraksa kruti i neelastični. Dakle, kod takve patologije tehnika liječenja uključuje trakciju, mobilizaciju kralježnice, aktivno poravnavanje torakalne kralježnice u vidu ekstenzije i rotacije. Kako bi se to postiglo, potrebna je odgovarajuća stabilizacija lopatice, koja se postiže u pronacijskom položaju uz oslonac na laktove, što odgovara položaju u dobi od 3 mjeseca. DNS integrira posturalnu osviještenost sa stimulacijom SŽS-a. Taktilnim pritiskom

od strane ispitivača na specifične zone postiže se izometrička kontrakcija i posturalna osviještenost, što snažno stimulira intra/ekstrartikularne strukture i regulira propriocepciju kod bolesnika s križoboljom (19,20). Osim toga, eksteroceptori i enteroceptori su povezani s refleksnom lokomocijom integriranom u DNS-u, a enteroceptori djeluju kao izvor aferentne stimulacije SŽS-a (19). Nakon aferentne stimulacije, putem neuralnih krugova obnavlja se integritet kortikalnog procesuiranja, što rezultira ispravnim motoričkim obrascem (21,22). DNS omogućuje rekonstrukciju pogrešnih motoričkih obrazaca u odrasloj dobi zauzimanjem položaja i pokreta iz prve godine života uz snaženje funkcije dijafragme pravilnim vježbama disanja i evociranjem pohranjenih obrazaca u SŽS-u (10). Općenito, perspektiva i cilj DNS-a su obnoviti ISSS, regulirati IAP i spriječiti prekomjerno opterećenje zglobova za optimalnu učinkovitost mišićno-koštanog sustava (6,8).

Učinkovitost DNS-a na intenzitet boli i onesposobljenost u bolesnika s kroničnom nespecifičnom križoboljom

Križobolja se definira kao bol lokalizirana kaudalno od stražnjeg rebrenog luka i kranijalno od donje glutealne brazde, sa ili bez iradijacije u donje ekstremitete (23,24). Križobolja predstavlja vodeći javnozdravstveni uzrok funkcionalne onesposobljenosti (25), može nepovoljno utjecati na radnu učinkovitost i kvalitetu života (engl. *Quality of Life,* skr. QoL) povezanu sa zdravljem. Procjenjuje se da je više od 80 % radno sposobnih pojedinaca doživjelo epizodu križobolje, što je dovelo do znatnih gubitaka produktivnosti i povećanog javnozdravstvenog opterećenja (26,27).

Aktivne rehabilitacijske intervencije, kao što su terapijske vježbe i manualna terapija, pokazale su učinkovitost u liječenju križobolje i poboljšanje funkcionalnosti. Cilj primjene DNS-a je ponovno pobuditi neuralnu regulaciju motoričke funkcije i reedukaciju, čime se osigurava usvajanje idealnog motoričkog obrasca (6,28,29). Za razliku od konvencionalnih aktivnih ili pasivnih terapijskih intervencija (npr. transkutana električna neuralna stimulacija, terapijski ultrazvuk, vježbe snaženja i istezanja), DNS omogućuje primjenu ciljanog pritiska na određene zone tijela kako bi se aferentno izazvao pravilni obrazac disanja i ontogenetski predetermininiranih motoričkih obrazaca (30). U bolesnika s kroničnom križoboljom Anderson i sur. izvijestili su o smanjenju intenziteta boli, poboljšanju QoL i plućne funkcije nakon provođenja vježbi disanja dinamikom 2-3 puta tjedno tijekom 4 do 8 tjedana (31). Ponekad konvencionalne intervencije koje koriste rehabilitacijski terapeuti ne uspijevaju riješiti druge patološke promjene prisutne kod križobolje, kao što su abnormalni obrasci disanja, što rezultira ograničenom terapijskom učinkovitošću za ovu populaciju (21). Odgovor na to pitanje ponudila je opservacijska studija Shahidija i sur. navodeći da se prediktori produljenih kliničkih simptoma

kod ovih bolesnika pripisuju neodgovarajućoj adherenciji, najčešće zbog osobnih razloga i geografske nepristupačnosti (32). Prema drugim autorima, unatoč postojanju specifičnih rehabilitacijskih intervencija koje su usmjerene k liječenju tegoba povezanih s križoboljom, kao što su vježbe disanja i posturalna reedukacija, ovim intervencijama nedostaje dovoljan intenzitet stimulacije mišićnih skupina, što rezultira njihovom ograničenom učinkovitošću (33). Stoga su se klinička istraživanja usredotočila na identificiranje sveobuhvatnijih i učinkovitijih metoda liječenja križobolje. U ugniježđenom (engl. *nested*) istraživanju Ferreira i sur. korištena je ultrasonografija za procjenu sposobnosti aktivacije m. transversus abdominisa uspoređujući učinkovitost vježbi motoričke kontrole (engl. *motor control exercises*, skr. MCE), općih vježbi (engl. *general exercises*) i spinalne manipulativne terapije (engl. *spinal manipulative therapy*) u liječenju kronične križobolje. Postojala je značajna, umjerena korelacija između poboljšane aktivacije m. transversus abdominisa i smanjenja onesposobljenosti zbog križobolje (r = -0,35; 95 % CI 0,02 do 0,62) u MCE skupini (21).

Ovi bolesnici često podsvjesno izbjegavaju radnje koje dovode do egzacerbacije križobolje ili ih sprječavaju u uobičajenom izvršavanju zadataka zbog ograničene pokretljivosti lumbosakralnog segmenta, što dovodi do smanjenja razine dnevne aktivnosti i ukupne kvalitete života (34,35). Kvalitativna studija Boutevillain i sur. potvrdila je kako bol predstavlja relevantni klinički simptomi koji stvara prepreke u sudjelovanju u aktivnostima kod osoba s križoboljom (36). Sustavni pregled i metaanaliza Konga i sur. identificirali su dvanaest valjanih studija, koje su pokazale da DNS značajno smanjuje intenzitet boli (95 % CI [-1,74; -0,44]; p = 0,001), smanjuje razinu onesposobljenosti (95 % CI [-1,48; -0,34]; p = 0,002) i poboljšava QoL (95% CI [0,14; 1,96]; p = 0,02) kod križobolje, dok nisu zabilježena značajna poboljšanja u statičkoj i dinamičkoj ravnoteži ili fleksibilnosti kralježnice (37).

Studija Rabieezadeh i sur. imala je za cilj istražiti učinak osmotjednog provođenja DNS-a na intenzitet boli, funkcionalnu onesposobljenost (engl. *disability)* i QoL kod osoba u dobi od 30 do 50 godina s kroničnom nespecifičnom križoboljom (engl. *chronic non-specific low back pain*). Rezultati su pokazali smanjenje intenziteta boli (p = 0,01), poboljšanje funkcionalne osposobljenosti (p = 0,03) i QoL (p = 0,02) (46). Slične rezultate o pozitivnim učincima DNS-a u smislu smanjenja boli i onesposobljenosti pokazale su i neke druge kliničke studije (39,40,41). Najafi Ghagholestani i sur. proveli su usporedbu između DNS-a i konvencionalnih vježbi u vodi za osobe u dobi od 30 do 50 godina s kroničnom nespecifičnom križoboljom. Primijetili su da obje vrste vježbi imaju pozitivne i slične učinke na smanjenje intenziteta boli i onesposobljenosti, što sugerira da bi DNS mogao poslužiti kao alternativa vježbama u vodi za bolesnike s kroničnom nespecifičnom križoboljom (41).

Ghavipanje i sur. istraživali su učinke šestotjednog provođenja DNS-a na postporođajnu križobolju kod pretilih žena. Izvijestili su da su se intenzitet boli i onesposobljenosti smanjili kod ove skupine nakon provođenja DNS-a (40). U studiji Danytė i sur. koja je ispitivala učinke DNS-a u bolesnika s degeneracijom intervertebralnog diska, zabilježeno je da su se nakon 8 tjedana provođenja DNS-a smanjili intenzitet boli i onesposobljenost bez obzira na dob (39). Karartı i sur. također su usporedili učinke konvencionalnih fizioterapijskih vježbi s DNS vježbama u šestotjednom periodu (3 dana u tjednu) na kroničnu nespecifičnu križobolju u starijih osoba. U DNS skupini zabilježeno je značajnije poboljšanje u ukupnom rezultatu *Functional Movement Screen* (skr. FMS) i većine njegovih komponenti (duboki čučanj, iskorak, iskorak s preponama, fleksibilnost ramena i stabilnost trupa) u usporedbi s fizioterapijskom skupinom. U pogledu QoL, poboljšanje između dviju skupina bilo je pozitivno, bez razlike među njima (42). Coulombe i sur. usporedili su učinke vježbi stabilnosti trupa (engl. *core stability,* skr. CS) i konvencionalnih vježbi na križobolju. Primijetili su da su, tijekom tromjesečnog razdoblja vježbanja, CS vježbe bile učinkovitije od konvencionalnih vježbi. Međutim, šestomjesečne i dvanaestomjesečne studije praćenja nisu pokazale značajnu razliku u trajnosti učinaka vježbanja između obje skupine ispitanika (43).

U studiji Mousavija i sur. učinak vježbanja DNS-a u osmotjednoj dinamici imao je značajan učinak na QoL ($p = 0,025$), dok učinak CS vježbe nije bio značajan. I DNS ($p = 0,002$) i CS ($p = 0,005$) vježbe također mogu značajno smanjiti intenzitet boli, a dok se CS vježbama poboljšala fleksibilnost stražnje lože natkoljeničnih mišića ($p < 0,001$), učinak DNS-a nije bio značajan ($p = 0,091$) (44). Što se tiče učinaka DNS i CS vježbi na ravnotežu, čini se da se fiziološki mehanizmi sustava ravnoteže, posebno proprioceptora, posredstvom vježbi modificiraju, što rezultira njihovom povećanom osjetljivošću, smanjenjem intenziteta boli i poboljšanom ravnotežom. Inače, treba imati na umu da sustav ravnoteže uključuje višestruke senzorne podražaje vestibularnog, vizualnog, proprioceptivnog i somatosenzornog sustava, koji, pod utjecajem moždane kore, integrira informacije u moždanom deblu i u malom mozgu, te posljedično može utjecati na smanjenje intenziteta križobolje na somatskoj i psihološkoj razini (45).

Zaključak

DNS naglašava postojanje već jednom savladanih i pohranjenih ontogenetskih motoričkih obrazaca koji regulacijom intraabdominalnog tlaka aktiviraju integrirani sustav stabilizacije kralježnice i pospješuju kvalitetu i fluentnost pokreta. Na taj način može utjecati na središnji živčani sustav i pomoći u rehabilitaciji kod disfunkcionalnih motoričkih obrazaca. Rezultati istraživanja upućuju na učinkovitost primjene DNS-a u bolnim sindromima, napose

u bolesnika s kroničnom nespecifičnom križoboljom. Potrebna su daljnja istraživanja s ciljem optimizacije primjene DNS-a kako u navedenom, tako i njezina primjena u nekim drugim medicinskim indikacijama.

Izjava o sukobu interesa

Autori izjavljuju da nisu u sukobu interesa.

Tablica 1 / *Table 1*

DNS procjena – pravilna i nepravilna aktivacija ISSS-a prilagođeno prema referenci (16)

DNS assessment – correct and incorrect activation of the ISSS adjusted according to the reference (16)

Test ***Test***	**Pozicija testa** ***Test position***	**Pravilna aktivacija** ***Correct activation***	**Nepravilna aktivacija** ***Incorrect activation***
Test podizanja ruke *Arm-lifting test*	Supinacijski položaj s ramenima u 120° fleksije. Terapeut promatra aktivaciju trbušnih mišića, kretanje toraksa i stabilnost torakolumbalnog prijelaza (skr. Th-L). *Supine position with shoulders in 120° flexion. The activation of the abdominal muscles, the movement of the thorax, and stability of the thoracolumbar (Th-L) junction are observed.*	Izolirana fleksija gornjih udova bez pokretanja toraksa, Th-L prijelaz je uz podlogu u stabilnom položaju, donja rebra nepomična. *Isolated flexion of the upper extremities without thorax movements, the Th-L junction is adjacent to the surface in a stable position, the lower ribs are stationary.*	Pokreti toraksa prema kranijalno s fleksijom ramena, povećana lordoza na Th-L prijelazu; povećana aktivacija m. rektusa abdominisa i gornjeg ruba trapeziusa. *Movements of the thorax in cranial direction with sholder flexed, increased lordosis on the Th-L junction; increased activation of the rectus abdominis muscle and the upper portion of the trapezius.*

Fleksija vrata/ trupa *Neck/trunk flexion test*	Supinacijski položaj s ekstendiranim donjim ekstremitetima. Postupno se flektira vrat i gornji dio toraksa; terapeut opaža položaj vratne kralježnice i ramenog obruča tijekom testa i palpacijom prati aktivaciju trbušnog zida i vratnih mišića. *Supine position with lower extremities extended.* *Gradual flexion of the neck and upper part of the thorax; position of the cervical spine and shoulder girdle and the activation of the abdominal wall and neck muscles are observed during the test.*	Fluentna fleksija vratne i gornjeg dijela torakalne kralježnice; aktivacija dubokih fleksora vrata, uravnotežena aktivnost trbušnog zida i toraksa u neutralnom položaju. *Fluent flexion of the cervical and upper thoracic spine; activation of the deep neck flexors, balanced activity of the abdominal wall and thorax in* *a neutral position.*	Lateralni pomak rebara, ispupčenje lateralnog dijela trbušnog zida, hiperaktivacija m. rektusa abdominisa; kranijalni pomak toraksa, protrakcija brade. *Lateral displacement of the ribs, bulging of the lateral part of the abdominal wall, hyperactivation of* *the rectus abdominis muscle; cranial displacement of the thorax, chin protraction.*
Test fleksije kuka *Hip flexion test*	Sjed kao u dobi od 8 mjeseci s uspravnom kralježnicom, gornji ekstremiteti oslanjaju se na natkoljenice sa supiniranim dlanovima. Podizanje jednog koljena do 5 cm uz fleksiju kuka; Th-L prijelaz u stabilnom položaju, bez kifoze ili lordoze, toraks i zdjelica u neutralnom položaju. *Sitting position as at the age of 8 months with an upward aligned spine, upper* *extremities rest on the thighs with palms supinated. Raising one knee to 5 cm with hip flexion, Th-L junction in a stable position, without kyphosis or lordosis, thorax and pelvis in a neutral position.*	Kralježnica uspravna; Th-L prijelaz stabilan bez kifoze ili lordoze, prsni koš i zdjelica u neutralnom položaju. *Spine in upward position; Th-L junction in a stable position.* *There is no kyphosis or* *lordosis, chest and pelvis in a neutral position.*	Fleksija ili ekstenzija kralježnice, povećana aktivnost paravertebralnih mišića (skr. PVM), odsutna ili slaba aktivacija posterolateralnog aspekta trbušnih mišića, povećana aktivnost m. rektusa abdominisa, rotacija zdjelice, unutarnja rotacija kuka. Nestabilnost u Th-L prijelazu može dovesti do lateralnog pomaka prema strani flektiranog kuka, lateralnu fleksija trupa i stražnji pomak prema neopterećenom kuku. *Flexion or extension of the spine, increased* *activity of the paravertebral muscles, absent or weak activation of the posterolateral aspect* *abdominal muscles, increased activity of the rectus abdominis, rotation of the pelvis, internal rotation of the hip. Instability in the Th-L junction can lead to a lateral shift towards the* *lateral flexion of the hip, lateral flexion of the trunk and a posterior displacement towards an unloaded hip.*

Test ekstenzije glave/vrata *Head/neck extension test*	Pronacijski položaj kao u dobi od 3 mjeseca, glava usmjerena prema podlozi ili rotirana u stranu, donji ekstremiteti opušteno ekstendirani na podlozi, ruke ispred ramenog obruča. Postupno podizanje glave i gornjeg dijela trupa. U ispravnoj aktivaciji postiže se održavanje cilindričnog oblika trbušne stijenke, glava u produljenju trupa, lopatice paralelne s kralježnicom u neutralnom položaju, zdjelica podržana simfizom u neutralnom položaju, sakrum u stabilnom položaju. *Prone position as at 3 months of age, head pointed towards the surface or rotated to the side, lower extremities loosely extended on the mat,* *hands facing in front of the shoulder girdle. Gradual lifting of the head and upper thorax. In the correct activation, it is achieved* *maintaining the cylindrical shape of the abdominal wall, head in the extension of the trunk, shoulder blades parallel to the spine in a neutral position, pelvis* *Symphysis in neutral position, the sacrum in a stable position.*	Prednji nagib zdjelice, povećana lumbalna lordoza, povećana aktivacija PVM, ispupčenje lateralne strane trbušne stijenke, kifoza torakalne kralježnice, povećana aktivacija glutealnih mišića i mišića stražnje lože natkoljenica. *Anterior pelvic tilt, increased* *lumbar lordosis, enlarged activation of the paravertebral muscles, bulging of the lateral side of the abdominal wall, kyphosis of the thoracic spine,* *Increased activation of the* *gluteal muscles and hamstrings.*	Povećana aktivnost ekstenzora vrata koja uzrokuje hiperekstenziju/ slabost dubokih fleksora vrata, elevacija/adukcija lopatica, protrakcija ramena. *Increased activity of the neck extensors that causes hyperextension/* *weakness of the deep neck flexors,* *elevation/adduction of the shoulder blades,* *protraction of the shoulder.*

Test četveronožnog ljuljanja prema naprijed *Quadruped rock- forward test*	Četveronožni položaj s ravnomjernim opterećivanjem gornjih i donjih ekstremiteta okomitima na podlogu. Blago pomicanje glave i trupa prema naprijed s većim prijenosom težine na gornje ekstremitete. Opaziti poziciju ručnih zglobova na podlozi, položaj lopatica, stabilizaciju Th-L prijelaza, položaj torakalne i vratne kralježnice, rotaciju zdjelice i položaj kukova. *Quadruped position with even loading of the upper and lower extremities perpendicular to the ground. Slight forward movement of the head and thorax with greater weight shift to the upper extremities. The position of the wrists on the ground, shoulder blades, stabilization of the Th-L junction, thoracic and cervical spine, pelvic rotation and hip position are observed.*	Centrirane i stabilne lopatice, uravnoteženi oslonac na tenaru i hipotenaru, kralježnica i zdjelica uspravno pozicionirane (bez lordoze, kifoze, prednjeg ili stražnjeg nagiba zdjelice), glava u produženju trupa. *Centered and stable shoulder blades, balanced support on the thenar and hypothenar, spine and pelvis upright positioned (without lordosis, kyphosis, anterior or posterior pelvis inclination), head in the extension of the trunk.*	Hiperabdukcija lopatica, oslonac na hipotenaru s flektiranim prstima, kifoza ili lordoza kralježnice, antefleksija glave, hiperekstenzija kralježnice. *Scapular winging, a support on the hypothenar with fingers fingers, kyphosis or lordosis of the spine, anteflexion of the head, hyperextension of the spine.*
Pronacijski test – 6 mjeseci *Six-month prone test*	Visoko ekstendirane ruke, oslonac je na otvorenim dlanovima i distalnim dijelovima natkoljenica s ekstendiranim donjim ekstremitetima. Opaziti položaj Th-L prijelaza i donjeg dijela leđa, aktivnost laterodorzalne skupine trbušnog zida, položaj lopatica i glave. *Prone position with upper extremities highly extended, support at the open palms and distal parts of the thighs with the lower extremities extended. The position of Th-L junction and lower back, activity of the laterodorsal group of the abdominal wall, the shoulder blades and head are observed.*	Kralježnica, glava, lopatice i zdjelica centrirane, uravnotežena aktivnost cijelog trbušnog zida, PVM-e i dijafragme; minimalna aktivnost mišića stražnje lože natkoljenice. *The spine, head, shoulder blades, and pelvis are centered, balanced activity of the whole abdominal wall, paravertebral muscles and diaphragm; minimal muscle activity of hamstrings.*	Hiperekstenzija lumbalne kralježnice, hiperaktivacija PVM-e, elevacija lopatica, protrakcija ramena. *Hyperextension of the lumbar spine, hyperactivation paravertebral muscles, sholder blade elevation, shoulder protaction.*

Literatura

1. Vojta V: A neurophysiological treatment. U: von Aufschnaiter D, ur. Movement disorders in children. Bremen 1992:7.
2. Bokarius V. Long-term efficacy of dynamic neuromuscular stabilization in treatment of chronic musculoskeletal pain. Age. 2008;18(25):3.
3. Wickstrom RL. Developmental kinesiology: Maturation of basic motor patterns. Exerc Sport Sci Rev. 1975;3(1):163.
4. Forslund M, Bjerre I. Growth and development in preterm infants during the first 18 months. Early Hum Dev. 1985;10(3-4):201-16.
5. Kobesova A, Osborne N. The Prague School of Rehabilitation. Int musculoskelet Med. 2012;34(2):39-41.
6. Frank C, Kobesova A, Kolář P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. Int J Sports Phys Ther. 2013;8(1):62.
7. Kobesova A, Kolář P. Developmental kinesiology: three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. J Bodyw Mov Ther 2014;18(1):23-33.
8. Milić Z. The Effects of Neuromuscular Stabilization on Increasing the Functionality and Mobility of the Locomotor System.Sport Sci Health. 2020;19(1):54-9.
9. Kim DH, An DH, Yoo WG. Effects of 4 weeks of dynamic neuromuscular stabilization training on balance and gait performance in an adolescent with spastic hemiparetic cerebral palsy. J Phys Ther Sci. 2017;29(10):1881-2.
10. Kobesova A, Valouchova P, Kolář P. Dynamic neuromuscular stabilization: Exercises based on developmental kinesiology models.U: Functional Training Handbook. Wolters & Kluwer, 2014;25-51
11. Kolář P. Facilitation of agonist-antagonist coactivation by reflex stimulation methods. U: Liebenson C, ur. Rehabilitation of the spine-a practitioner's manual. Baltimore: Lippincott Williams&Wilkins. 2006;531-65.
12. Novotny JE, Beynnon BD, Nichols CE. Modeling the stability of the human glenohumeral joint during external rotation. J Biomech. 2000;33(3):345-54.
13. Borghuis J, Hof AL, Lemmink KAPM. The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurement and training. Sports Med. 2008;38(11):893-916.
14. McGill SM, McDermott A, Fenwick CM. Comparison of different strongman events: trunk muscle activation and lumbar spine motion, load, and stiffness. J Strength Cond Res. 2009;23(4):1148-61.
15. Murphy T, Woodrum D. Functional development of respiratory muscles.U:Polin R, ur. Fetal and neonatal physiology. Philadelphia: WB Saunders Company. 1998:1071-84.
16. Kolář P, Kobesova A, Valouchova P i sur. Dynamic Neuromuscular developmental kinesiology: Stabilization: breathing stereotypes and postural-locomotion function. U: Chaitow L, ur. Recognizing and treating breathing disorders. Churchill Livingstone, 2014;11-22.
17. Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. J Physiol. 2000;522(1):165-75.
18. Hodges PW, Sapsford R, Pengel LHM. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. Neurourol Urodyn. 2007;26(3):362-71.
19. Kolář P, Neuwirth J, Sanda J, Suchanek V, Svata Z, Volejnik J i sur. Analysis of diaphragm movement during tidal breathing and during its activation while breath holding using MRI synchronized with spirometry. Physiol Res. 2009;58(3):383-92.
20. Kolář P, Sulc J, Kyncl M, Sanda J, Cakrt O, Andel R i sur. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. J Orthop Sports Phys Ther 2012;42(4):352-62.

21. Ferreira PH, Ferreira ML, Maher CG, Refshauge K, Herbert RD, Hodges PW i sur. Changes in recruitment of transversus abdominis correlate with disability in people with chronic low back pain. Br J Sports Med 2010 ;44(16):1166-72.
22. O'Sullivan P. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. Man Ther 2005;10(4):242-55.
23. Chou R. Low back pain (chronic). BMJ Clinical Evidence 2010 :1116.
24. Vlaeyen JWS, Maher CG, Wiech K, Van Zundert J, Meloto CB, Diatchenko L i sur. Low back pain. Nat Rev Dis Primers 2018;4(1):52.
25. Vos T, Lim SS, Abbafati C, Abbas KM, Abbasi M, Abbasifard M i sur. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. Lancet 2020;396(10258):1204-22.
26. Buchbinder R, Blyth FM, March LM, Brooks P, Woolf AD, Hoy DG i sur. Placing the global burden of low back pain in context. Best Pract Res Clin Rheumatol 2013;27(5):575-89.
27. Volinn E. The Epidemiology of Low Back Pain in the Rest of the World: A Review of Surveys in Low- and Middle-Income Countries. Spine 1997;22(15):1747.
28. Mahdieh L, Zolaktaf V, Karimi MT. Effects of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) training on functional movements. Hum Mov Sci 2020;70:102568.
29. Yoon HS, You J (Sung) H, Ciaccio EJ, Liu F. Reflex-mediated dynamic neuromuscular stabilization in stroke patients: EMG processing and ultrasound imaging. Technol Health Care 2017;25(Suppl 1):99-106.
30. Juárez-Albuixech ML, Redondo-González O, Tello-Díaz-Maroto, de la Guía JLT, Villafañe JH, Jiménez-Antona C. Feasibility and efficacy of the Vojta therapy in subacromial impingement syndrome: a randomized controlled trial. J Exerc Rehabil 2021;17(4):256-64.
31. Anderson BE, Bliven KCH. The Use of Breathing Exercises in the Treatment of Chronic, Nonspecific Low Back Pain. J Sport Rehabil 2017;26(5):452-8.
32. Shahidi B, Padwal J, Lee E, Xu R, Northway S, Taitano L i sur. Factors impacting adherence to an exercise-based physical therapy program for individuals with low back pain. PLoS ONE 2022;17(10):e0276326.
33. Cavalcanti IF, Antonino GB, Monte-Silva KK Guerino MR, Ferreira AP de L, das Graças Rodrigues de Araújo M. Global Postural Re-education in non-specific neck and low back pain treatment: A pilot study. J Back Musculoskelet Rehabil 2020;33(5):823-8.
34. Huijnen IPJ, Kindermans HPJ, Seelen HAM, Peters ML, Smeets RJEM, Serroyen J i sur. Effects of self-discrepancies on activity-related behaviour: Explaining disability and quality of life in patients with chronic low back pain. Pain 2011;152(9):2165-72.
35. Zhu K, Devine A, Dick IM, Prince RL. Association of back pain frequency with mortality, coronary heart events, mobility, and quality of life in elderly women. Spine 2007;32(18):2012.
36. Boutevillain L, Dupeyron A, Rouch C, Richard E, Coudeyre E. Facilitators and barriers to physical activity in people with chronic low back pain: A qualitative study. Plos ONE 2017;12(7):e0179826.
37. Kong YS, Kim YM, Shim JM. The effect of modified cervical exercise on smartphone users with forward head posture. J Phys Ther Sci 2017;29(2):328-31.
38. Rabieezadeh A, Mahdavinejad R, Sedehi M, Adimi M. The effects of an 8-week dynamic neuromuscular stabilization exercise on pain, functional disability, and quality of life in individuals with non-specific chronic low back pain: a randomized clinical trial with a two-month follow-up study. BMC Sports Sci Med Rehabil 2024;16(1):161.
39. Dantytė S, Dudonienė V. Transcutaneous electrical nerve stimulation and dynamic neuromuscular stabilization are equally effective in patients of different ages with spinal degeneration. Reabilitacijos mokslai: slauga, kineziterapija, ergoterapija 2022;1(26):11-20.

40. Ghavipanje V, Rahimi NM, Akhlaghi F. Six Weeks Effects of Dynamic Neuromuscular stabilization (DNS) training in obese postpartum women with low back pain: A randomized controlled trial. Biol Res Nurs 2022;24(1):106-14.
41. Najafi Ghagholestani B, Gandomi F, Assar S, Richard Spears L. Effects of dynamic neuromuscular stabilization and aquatic exercises on the pain, disability, lumbopelvic control, and spinal posture of patients with non-specific low back pain. Iran Rehabilitation J 2022;20(3):333-44.
42. Karartı C, Özsoy İ, Özyurt F, Basat HÇ, Özsoy G, Özüdoğru A. The effects of dynamic neuromuscular stabilization approach on clinical outcomes in older patients with chronic nonspecific low back pain: a randomized, controlled clinical trial. Somatosens Mot Res 2023;40(3):116-25.
43. Coulombe BJ, Games KE, Neil ER, Eberman LE. Core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. J Athl Train 2017;52(1):71-2.
44. Mousavi SMS, Mirsafaei Rizi R. Effect of central stability and dynamic neuromuscular stabilization exercises on pain, flexibility, balance, muscle endurance and quality of life in men with nonspecific chronic low back pain. J Guil Univ Med Sci 2022;31(2):136-49.
45. Rahimi M, Hasanpor Z, Sharifi R, Haghighi M. Effect of eight-week dynamic neuromuscular stabilization training on balance, fall risk and lower extremity strength in healthy elderly women. Sports Med 2020;12(28):107-26.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-3 Pregledni rad

PRIJELOMI GORNJEG EKSTREMITETA U DJECE – EPIDEMIOLOGIJA, MEHANIZAM CIJELJENJA, KLASIFIKACIJA I IZAZOVI LIJEČENJA

UPPER EXTREMITY CHILDREN'S FRACTURES – EPIDEMIOLOGY, HEALING MECHANISM, CLASSIFICATION AND TREATMENT CHALLENGES

Kristina Žgela Talan[1], Jelena Marunica Karšaj[2]

1Djelatnost fizikalne medicine, Istarski domovi zdravlja
2 Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Klinički bolnički centar „Sestre milosrdnice", Zagreb
Kristina Žgela Talan, dr. med.; ORCID 0000-0002-3830-0565
Jelena Marunica Karšaj, dr. med., FEBPRM; ORCID 0009-0007-7964-7673
Adresa za dopisivanje:
Jelena Marunica Karšaj, dr. med., FEBPRM https://orcid.org/0009-0007-7964-7673,
Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, KBC Sestre milosrdnice
Vinogradska cesta 29, 10000 Zagreb, e-pošta: jelenamarunica@yahoo.com

Sažetak

Prijelomi u djece važan su javnozdravstveni problem koji obuhvaća oko 25 % svih oboljenja djece. U ovom preglednom radu obradit ćemo prijelome gornjih ekstremiteta u djece, koji čine oko 65 % svih prijeloma ove populacije, koji mogu utjecati na igru, školske i sportske aktivnosti. Potrebno je osigurati stručno vođenu i pravilno usmjerenu rehabilitaciju kako bi se postigao fiziološki opseg pokreta i funkcionalnost te izbjegle potencijalne komplikacije u smislu deformiteta, lezije perifernih živaca ili rjeđe potencijalnog smanjenog rasta kostiju gornjeg ekstremiteta. Cilj ovog rada je obrada tematike prijeloma gornjih ekstremiteta u djece s osvrtom na njezinu kompleksnost te epidemiologiju, mehanizme cijeljenja, klasifikaciju, izazove liječenja, važnost lezije perifernih živaca i psihološke manifestacije. Pretraživali smo znanstvene baze kao što su *Google Scholar, Pubmed* i *Web of Science.* Selekcionirali smo izvorne znanstvene radove i poglavlja u knjigama, sustavne preglede i metaanalize koristeći pojmove: *fracture, classification, peripheral nerve lesion, surgery, rehabilitation* u sukcesivnoj kombinaciji s pojmovima *upper extremity, children* dominantno u zadnjih pet godina. Prijelomi u djece razlikuju se od prijeloma u odraslih zbog specifičnosti građe kostiju, većeg potencijala za rast i regeneraciju, fizičke aktivnosti i mineralizacije. Ne postoje jasne smjernice niti protokoli o kirurškom liječenju te o rehabilitaciji istih.

Hospitalizacija, imobilizacija i rehabilitacija mogu utjecati na društveni život te uzrokovati i psihološke poteškoće. Najčešći uzroci prijeloma su padovi prilikom penjanja te prijelomi nastali u kontaktnim sportovima. Za donošenje odluke o modalitetu liječenja najvažniju ulogu imaju dob djeteta, vrsta prijeloma, potencijalna lezija perifernih živaca te uključenost u sportsku aktivnost. Potrebno je obratiti pozornost i na psihološke manifestacije nakon prijeloma.

Ključne riječi: prijelom, gornji ekstremitet, djeca, rehabilitacija

Summary

Children's fractures account for almost 25% of all pediatric disorders, making them a significant public health concern. In this review, we will focus on upper extremity fractures in children, which account for approximately 65% of all fractures in this population. Sports, education, and recreation can all be impacted by fractures. Expert-guided and carefully directed rehabilitation is required to attain the upper extremity's physiological range of motion and functionality while preventing potential long-term complications such as deformity, peripheral nerve injuries, and, less commonly, impaired bone growth. The aim of this review is to provide an overview of pediatric upper extremity fractures, focusing on their complexity, epidemiology, healing mechanisms, classification, treatment challenges, the significance of peripheral nerve injuries and associated psychological manifestations. We searched scientific databases such as Google Scholar, Pubmed, and Web of Science. Original research articles, book chapters, systematic reviews, and meta-analyses were selected using the terms: *fracture, classification, peripheral nerve lesion, surgery, and rehabilitation* in combination with *upper extremity* and *children* predominantly in the period within last five years. Pediatric fractures differ from adult fractures due to specific bone structure, higher potential for growth and regeneration, physical activity patterns, and bone mineralization. There are no standardized guidelines or protocols regarding surgical management and rehabilitation following a fracture. Hospitalization, immobilization, and rehabilitation can have an impact on social life, and long-term immobilization might lead to psychological issues. The most common causes of fractures in children include falls during climbing and fractures sustained in contact sports. Decision regarding treatment modality should consider the child's age, the type of fracture, potential peripheral nerve involvement, and participation in sports activities. In addition, attention should be given to the psychological impact of fractures

Key-words: fracture, upper extremity, children, rehabilitation

Uvod

Prijelomi u djece predstavljaju značajan javnozdravstveni problem (1) te predstavljaju veliku važnost zbog utjecaja na aktivnosti svakodnevnog života, od igre, školskih obaveza i sportskih aktivnosti (2). Procjenjuje se da će otprilike njih polovica tijekom djetinjstva pretrpjeti barem jedan prijelom (3), a godišnje otprilike jedno od desetero djece (4). Incidencija prijeloma varira od 12 do 36,1/1000 djece, a najčešće se javljaju između 10. i 14 godine (5), odnosno između 12. i 15. godine života (6). Najčešći uzroci prijeloma su padovi prilikom penjanja te prijelomi nastali u kontaktnim sportovima (6, 7). Zbog specifičnosti koštanog sustava u djece, cijeljenje se odvija puno brže jer veći subperiostalni hematom i jači periost zajedno doprinose bržem formiranju dovoljno čvrstog kalusa, stoga je potrebno manje inicijalne stabilnosti. Naposljetku, posljedično izraženijoj osteogenoj aktivnosti u ove populacije, procesi cijeljenja preklapaju se s nastupom prijeloma, što znači da je stvaranje osteoklasta već aktivno u trenutku kada nastane prijelom (8). Za klasifikaciju većine prijeloma u djece koriste se različite klasifikacije, nazvane prema autorima koji su ih opisali. Cilj ovog preglednog rada je obraditi tematiku prijeloma gornjih ekstremiteta u djece s osvrtom na kompleksnost iste te epidemiologiju, mehanizme cijeljenja, klasifikaciju, važnost potencijalne lezije perifernih živaca, izazove liječenja i psihološke manifestacije.

Epidemiologija

Prijelomi u djece čine oko 25 % svih bolesti dječje dobi (1) te imaju važan utjecaj na aktivnosti svakodnevnog života i omogućuju identificiranje onih pojedinaca koji će im u odrasloj dobi biti skloniji (2). Vrhunac prijeloma prema Naranje i sur. javlja se između 10. i 14. godine (5), odnosno 12. i 15. godine života prema Mathison i sur (6). Ovaj vrhunac nastaje zbog brzog rasta koštanog sustava te posljedičnih pojačanih potreba novoformiranih kostiju, reformiranja radijalnih metafiza te zbog povećane sekrecije hormona koji reguliraju rast (9). Prijelomi ovise o spolu (češće kod muške djece), zemljopisnom području (2, 10), socio-ekonomskom statusu, rizičnom ponašanju koje može dovesti do sklonosti prijelomu i statusu kosti (mineralna gustoća kostiju, poremećaji prehrane, genetska obilježja) (6). Najčešći uzroci prijeloma su padovi i prijelomi nastali tijekom sportskih aktivnosti (7). Prijelomi tijekom sportske aktivnosti u djece mlađe od 10 godina najčešće su prijelomi u zoni rasta, koje opisuje klasifikacija po Salter-Harrisu (4). U timskim sportovima, prema podacima za SAD, najčešće ozljede u srednjoškolskih sportaša javljaju se u košarci, nogometu i u bejzbolu (6, 11, 12). Među najčešćim ozljedama su prijelomi metakarpalnih kostiju, koji se u 50 % slučajeva javljaju u nogometu (6). U bejzbolu najčešće nastaju prijelomi u području kostiju lica te prstiju šake, a najčešće su ozljede zapravo ozljede ramenog zgloba

(13). Prijelomi podlaktice i šake najčešći su prijelomi u košarci (14). U Europi, najčešće zastupljeni sportovi među djecom su nogomet, rukomet i košarka, iako zastupljenost među prvih pet sportova jako varira ovisno o geografskom položaju (15). Stoga se u Švedskoj među prvih pet najzastupljenijih sportova smjestio i hokej na ledu. Navedene razlike mogu se objasniti i povijesno-kulturološkim uzrocima. Primjerice, u Grčkoj u pet najzastupljenijih sportova nalazi se gimnastika, u Španjolskoj i Italiji Formula 1, a u Ujedinjenom Kraljevstvu kriket (15). Osim navedenih uzroka, prijelomi se mogu zadobiti i u prometnim nesrećama – djeca najčešće nastradaju kao pješaci i biciklisti. Ne smije se zanemariti izloženost nasilju i zlostavljanju. U zlostavljanju djece vidimo višestruke prijelome u različitim fazama zacjeljivanja (6). Prijelomi gornjih ekstremiteta u djece čine oko 65 % svih prijeloma ove populacije, pri čemu je prijelom distalnog radijusa najčešći prijelom (2). Prema Landin i sur., prijelom distalnog kraja radijusa kosti najčešći je prijelom u djece, s učestalošću od 25 do 43 %, a slijede ga prijelomi prstiju šake i karpalnih kostiju, klavikule, dijafize radijusa i ulne te suprakondilarni prijelom humerusa (16). Prema Wolfe i sur. najčešći prijelomi su prijelomi podlaktice i nadlaktične kosti (17), dok su prema radu Hedströma i sur. tri najčešća prijeloma prijelomi podlaktice, ključne kosti i prijelomi prstiju šake (7).

Mehanizam cijeljenja kostiju

Kost može cijeliti primarno (direktno) ili sekundarno (indirektno), ovisno o poziciji koštanih fragmenata. Primarno cijeljenje nastaje ako ne postoji pomak fragmenata, postiže se najčešće osteosintezom, a prijelom cijeli bez formiranja kalusa. Ako je razmak između koštanih fragmenata manji od 0,01 mm, primarni prijelom cijeli kontaktno tzv. Haversovom pregradnjom, koja se temelji na istodobnom spajanju i rekonstruiranju kosti. Kod razmaka fragmenata od 0,8 mm do 0,01 mm, primarni prijelom će cijeliti pukotinasto, na način da se primarna koštana struktura postepeno zamijeni revaskulariziranim osteonima s progenitorskim stanicama koje će se diferencirati u osteoblaste (18). Sekundarno (indirektno) cijeljenje karakterizirano je nastankom kalusa, a nastaje u slučaju postojanja međusobnog pomaka koštanih fragmenata. Ovo je najčešći način cijeljenja kosti, koji se najčešće javlja prilikom vanjske fiksacije ili unutarnje fiksacije kompliciranih prijeloma, a kost pri cijeljenju prolazi kroz nekoliko faza: akutna upalna faza, reparativna i remodelirajuća faza (18). Upalna faza započinje hematomom koji nastaje odmah nakon nastanka ozljede te ujedno dolazi i do otpuštanja raznih medijatora upale, poput citokina, prostaglandina i čimbenika rasta te do stvaranja primarnog kalusa. Ova faza može trajati od nekoliko sati do nekoliko dana, a dok nije još u potpunosti završila, na upalnu se fazu nastavlja faza reparacije, koja traje od nekoliko dana do nekoliko tjedana. Tijekom faze reparacije dolazi

do intramembranozne osifikacije, hondrogeneze i enhondralne osifikacije, čime nastaje konsolidiranje kalusa unutar mjesta prijeloma i oko njega, dovodeći do veće stabilizacije. Faza remodeliranja može trajati i do nekoliko godina sve dok se ne postigne potpuno novooblikovano mjesto prijeloma. U ovoj fazi dolazi do osteoklastima posredovane resorpcije kalusa i nastajanja lamelarnog tkiva zahvaljujući osteoblastima. Da bi formiranje nove kosti bilo uspješno, važno je postići postupno povećanje mehaničke stabilnosti kosti i adekvatnu vaskularizaciju (18). Čimbenici koji utječu na cijeljenje kosti uključuju dob (kao što je navedeno, u djece prijelomi cijele brže), nutritivni status, lijekove (glukokortikoidi), komorbiditete (infektivna stanja, diabetes mellitus, osteoporoza), pušenje, tip kosti (primjerice, spužvasta kost cijeli brže od kortiklne kosti), vrstu prijeloma (primjerice, transverzalni prijelomi cijele sporije), zahvaćenost zglobnih struktura itd. (19).

Klasifikacija prijeloma

Klasifikacija ozljeda temelji se na AO klasifikaciji (njem. *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, engl. Association of the Study of Internal Fixation)* (20), po kojoj su sve dugačke kosti označene brojevima (humerus 1, radijus i ulna 2). Drugi broj u nizu označuje proksimalni (broj 1), srednji (broj 2), odnosno distalni dio kosti (broj 3). Sljedeće se slovima označava tip prijeloma – A za jednostavnu frakturnu pukotinu, B za prijelom s klinastim ulomkom te C za kompleksni prijelom. Posljednja oznaka u ovoj klasifikaciji odnosi se na izgled frakturne pukotine, pri čemu je spiralni prijelom označen brojem 1, kosi brojem 2, a poprečni prijelom brojem 3 (21). Slijedom navedenog oznaka avulzija stiloida radiusa označava se sa 2R3A1. Međutim, za djecu je, zbog ozljeda epifizne hrskavične ploče, karakteristična i *Salter-Harrisova* klasifikacija, koja se opisuje i putem akronima SALTR, s obzirom na poziciju frakturne pukotine (engl. straight, above, lower, through, rammed) (21, 22). Potonja kategorizira ozljede u području zone rasta u pet tipova. Tip I se odnosi na prijelom bez koštanih fragmenata, zahvaćena je samo epifizna ploča koja je više ili manje odvojena od metafize; mala je mogućnost poremećaja rasta kosti. Kod tipa II uz epifizeolizu postoji i rubna fraktura metafize te manji koštani fragment uz epifiznu ploču. Kao u tipu I, mala je mogućnost poremećaja rasta kosti. U tipu III linija prijeloma prolazi kroz epifiznu kost i epifiznu ploču rasta dovodeći do potpunog odvajanja epifizne ploče od metafize. Ovaj se prijelom liječi kirurški budući da može dovesti do poremećaja rasta. Tip IV obilježava stvaranje koštanog ulomka koji nastaje od epifize, epifizne ploče i metafize. Takav se prijelom liječi repozicijom i unutarnjom fiksacijom zbog toga što može dovesti do poremećaja rasti kosti. Tip V predstavlja tzv. crush ili kompresijsku ozljedu epifizne ploče koja nastaje uslijed djelovanja mehaničke sile koja se prenosi kroz epifizu i metafizu te dovodi do poremećenog rasta

kostiju (21 – 24). Osim navedene klasifikacije, u dječjoj se dobi primjenjuje i Ogden Petersonova podjela temeljena na Salter-Harrisovoj klasifikaciji, ali s detaljnijom podklasifikacijom prijeloma (25). Po toj klasifikaciji, prijelomi se se dijele na dijafizarne, metafizarne, fizearne, epifizarne, artikularne i prijelome okrajka dugih kostiju. Prijelomi okrajka dugih kostiju dijele se na suprakondilarne, epikondilarne, transkondilarne, interkondilarne i supkapitalne (21). Neki prijelomi opisuju se posebnim klasifikacijama, poput Neer-Horowitz klasifikacije prijeloma proksimalnog kraja nadlaktične kosti (26). Postoji i Gartlandova klasifikacija suprakondilarnih prijeloma nadlaktične kosti (27, 28) te Bado klasifikacija za Monteggia prijelom (fraktura proksimalne trećine ulne praćena dislokacijom radijusa) (29, 30). Prijelomi lateralnog kondila nadlaktične kosti klasificiraju se prema nekoliko klasifikacija nazvanih po njihovim autorima, kao što su Milchova, Jakobsova, Finnbogasonova, Weisseova i Songova klasifikacija (31, 32). Za prijelome medijalnog epikondila nadlaktične kosti ne postoji klasifikacija koja se rutinski primjenjuje (33). Prijelomi palčane kosti klasificiraju se prema tri klasifikacije: O'Brienova, Juddetova i Chambersova (34 – 36). Detaljniji opis svake od navedenih klasifikacija prikazan je u tablici 1.

Izazovi liječenja prijeloma u dječjoj dobi

Prijelomi dječje dobi razlikuju se od prijeloma odraslih zbog specifičnosti građe kostiju, fizičke aktivnosti i mineralizacije kostiju (16). Iako je primijećen pad incidencije prijeloma, broj bolnički liječenih prijeloma dječje dobi je u porastu (37). Prema Američkoj akademiji fizikalne i rehabilitacijske medicine (engl. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation)* ne postoje jasne smjernice niti protokoli o kirurškom liječenju te o rehabilitaciji nakon prijeloma u pedijatrijskoj populaciji (38, 39). Međutim, općenite preporuke za fizikalnu terapiju uključuju kinezioterapiju, koja obuhvaća vježbe opsega pokreta i vježbe snaženja; potom različite modalitete elektroterapije, hidroterapiju itd. (40). U svrhu neuromuskularnog oporavka nakon ozljede, poboljšanja opsega pokreta i smanjenja intenziteta boli u novije vrijeme se preporučuje i proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (engl. *Proprioceptive neuromuscular facilitation,* skr. PNF) (41). Uspoređujući PNF s klasičnim vježbama snaženja, PNF nije usredotočen na snaženje pojedinih mišića ili mišićnih skupina, već na obrasce pokreta (42). Za donošenje odluke o vrsti liječenja najvažniju ulogu imaju dob djeteta, vrsta prijeloma i potencijalna lezija perifernih živaca gornjeg ekstremiteta (38). Primjerice, prijelomi po tipu zelene grančice (engl. *greenstick fractures)* i periostalni prijelomi karakteristični su za dječju dob, a mogu se liječiti konzervativno i bez potrebe za fizikalnom terapijom budući da je mehanizam cijeljenja ovih prijeloma brz i uz minimalno oštećenje funkcije pa se ne očekuju trajne posljedice (38, 43). Suprotnost ovim prijelomima su prijelomi koji nastaju u zonama rasta,

a koji, zbog toga što mogu dovesti do zaostajanja u uzdužnom rastu kosti i/ili progresivnih deformacija, traže posebnu pozornost specijalista kirurga i specijalista fizikalne medicine i rehabilitacije (38). Kod sportskih ozljeda također ne postoje smjernice o vrsti liječenja, dužini trajanja poštede te o ponovnom povratku treningu (38). Iako su se prijelomi sportaša uglavnom liječili konzervativno, zbog užurbanosti života, zahtjeva samih pacijenata i roditelja, primijećen je porast broja kirurški liječenih prijeloma u sportaša (46). Cilj fizikalne terapije u djece koja se aktivno bave sportom je njihov što brži povratak sportu na onu razinu na kojoj su bili prije nastupa ozljede uz minimiziranje sekvela iste (38, 47, 48). Stabilni prijelomi liječe se konzervativno imobilizacijom te se prate redovitim kontrolnim pregledima. Nestabilni prijelomi češće se liječe kirurškim putem, prvenstveno u starije djece osteosintezom, nakon čega slijedi propisivanje provođenja fizikalne terapije od strane specijalista fizikalne medicine i rehabilitacije, koja uključuje pasivne i aktivne vježbe opsega pokreta oprezno i dozirano, (38). U djece, za razliku od odraslih, može doći i do ozljede u području epifizne ploče rasta. Ove ozljede zahtijevaju posebnu pozornost zbog toga što mogu dovesti do usporavanja rasta ili do potpunog prestanka rasta. Liječenje prijeloma u području epifizne ploče rasta započinje imobilizacijom dvaju susjednih zglobova, nakon čega se najprije počinje s kontroliranim izometričkim vježbama malog opsega pokreta kako bi se prevenirala atrofija. Po završetku procesa cijeljenja, cilj fizikalne terapije je postizanje snage mišića koje je postojalo prije nastupa ozljede (38). Prema Antabaku i sur. dječji kirurzi u pravilu ne upućuju djecu na fizikalnu terapiju s obzirom na to da dječje kosti brzo cijele te djeca sama svojom spontanom aktivnošću mogu pridonijeti poboljšanju mišićne funkcije razvijajući hipotrofičnu muskulaturu (38).

Važnost lezije perifernih živaca nakon prijeloma gornjeg ekstremiteta

Podaci o učestalosti lezija perifernih živaca podlaktice (n. medianus, n. radialis, n.ulnaris) u sklopu prijeloma gornjeg ekstremiteta u djece su oskudni te variraju budući da djeca često ne mogu jasno opisati simptome povezane s ozljedom živaca (44, 45, 49). U radu Amana i sur., najčešće lezije zahvaćaju živce koji inerviraju područje prstiju šake (48,2 %), u 14,9 % slučajeva zahvaćen je n. medianus, n. ulnaris zahvaćen je u 14,6 % slučajeva, dok se lezije brahijalnog pleksusa javljaju u 2,1 % slučajeva (45). Međutim, u radu Costalesa i sur., najčešća mononeuropatija gornjih ekstremiteta predstavlja lezija n. ulnarisa (50). Kod sumnje na leziju perifernih živaca, prvi je korak fizikalni pregled koji se temelji na uputama djetetu za izvođenje kliničkih testova. Simptomatologija ozljede n. medianusa obuhvaća parestezije u inervacijskom području, slabost, utrnulost i bol u području šake, poteškoće

u izvođenju pincetnog hvata, bol i parestezije podlaktice te osjetljivost ili bol u području podlaktice ili lakta (51). Motorička funkcija n. medianusa ispituje se testiranjem mišića abductora pollicisa brevisa, dok se senzorna funkcija ispituje putem Tinelovog i Phalenovog testa (52). U kliničkoj slici ozljede n. ulnarisa klinički dominira utrnulost i parestezije prstenjaka i malog prsta te slabost mišića šake, koja može izgledati poput kandže (53). Za ispitivanje funkcije n. ulnarisa, dijete se zamoli da podigne palac prema gore i raširi prste (54). Od ostalih testova za procjenu funkcije istoga koriste se Tinelov i Fromentov test te Wartenbergov znak (53). Prema kliničkoj indikaciji uz fizikalni pregled propisuju se dijagnostičke metode, poput elektromioneurografije, nuklearne magnetske rezonance i dijagnostičkog ultrazvuka (54, 55). Lezije perifernih živaca nakon prijeloma gornjeg ekstremiteta pokazuju nerijetko zadovoljavajući spontani oporavak te se u liječenju lezija perifernih živaca u djece često primjenjuje pristup „wait-and-see" (hrv. čekaj i vidi) (44, 49). Međutim, ukoliko tri do šest mjeseci nakon prijeloma nema znakova spontanog oporavka živca, preporučuje se daljnja obrada od strane dječjeg kirurga (49, 54). Nakon kirurške sanacije traumatske lezije živca, a koja je indicirana u slučaju izostanka oporavka motoričke funkcije šest do dvanaest mjeseci nakon operacije prijeloma, u djece se često klinički verificira vrlo dobar oporavak, kako motoričke tako i senzoričke funkcije. Senzorički oporavak je narušen ako postoje pridružene lezije kostiju, tetiva, krvnih žila te ako je lezija nastupila prije adolescencije (49, 56). Mogućnosti kirurškog liječenja lezija perifernih živaca uključuju izravnu rekonstrukciju živca, transpoziciju živca, transplantaciju živca i transplantaciju tetiva, a odabir najprikladnije tehnike ovisi o vremenu proteklom od nastupa prijeloma (49).

Psihološke manifestacije prijeloma gornjeg ekstremiteta u dječjoj dobi

Prijelomi gornjeg ekstremiteta u djece mogu imati značajan utjecaj na njihovu psihološku dobrobit s obzirom na to da oni mogu utjecati na tjelesnu funkcionalnost zbog imobilizacije, mogu utjecati na samopouzdanje, emocionalno stanje, a ponekad i na socijalnu interakciju. Neke od psiholoških manifestacija koje se mogu pojaviti nakon prijeloma gornjeg ekstremiteta u djece uključuju tjeskobu zbog boli, simptome depresivnosti, strah zbog društvene stigme, ovisnost o roditeljima i poremećaje spavanja. Javlja se strah zbog mogućih daljnjih povreda, kineziofobija, zabrinutost o tome kako će se nositi s novim ograničenjima, strah od ponovnog povratka u školu ili sudjelovanja u aktivnostima koje su obavljali prije prijeloma, što može doprinijeti razvoju osjećaja izolacije i frustracije, što ometa emocionalno stanje (57). Među kliničarima je prepoznata potreba za pružanjem psihološke pomoći, kako roditeljima tako i djeci, kako bi prevladali negativne emocije koje mogu proizlaziti iz neizvjesnosti oporavka (58).

Ograničenja

Pretražujući relevantnu literaturu za ovu specifičnu kazuistiku naišli smo na njezinu nedostatnu dokumentiranost u znanstvenim časopisima. Naime, sadržaj koji se odnosi na zastupljenost prijeloma prema sportovima i klasifikaciju pojedinih prijeloma dostupniji je putem internetskih stranica koje smo citirali.

Zaključak

Najčešći uzroci prijeloma u dječjoj dobi su padovi prilikom penjanja te prijelomi nastali u kontaktnim sportovima. Prijelomi dječje dobi razlikuju se od prijeloma odraslih zbog specifičnosti građe kostiju, fizičke aktivnosti i mineralizacije kostiju. Ne postoje jasne smjernice ni protokoli o kirurškom liječenju te o rehabilitaciji nakon prijeloma gornjeg ekstremiteta u djece. Za donošenje odluke o vrsti liječenja najvažniju ulogu imaju dob djeteta, vrsta prijeloma, prisutnost lezije perifernih živaca te uključenost u sportsku aktivnost. Potrebno je obratiti pozornost na psihološke manifestacije nakon prijeloma gornjeg ekstremiteta u djece jer zbog disfunkcionalnosti mogu doprinijeti razvoju osjećaja izolacije i frustracije, što ometa emocionalno stanje.

Kratice

sur. – suradnici
tzv. – takozvani
engl. – engleski
n. – nervus
ORIF – open reduction internal fixation

Izjava o sukobu interesa

Autorice izjavljuju da nemaju sukoba interesa.

Tablica 1. Prilagođeno prema referencama 21, 23-36
Table 1. Adjusted according to references 21, 23-36

Prijelom *Fracture*	Klasifikacija *Classification*	Opis	*Description*
Prijelomi epifizne ploče rasta – fizealni prijelomi (akronim SALTR) *Fractures through a growth plate – physeal fractures* *(acronyme SALTR)*	Salter–Harris	Tip I (5 – 7%): „Ravno" Bez pomaka, frakturna pukotina je poprečna i prolazi ravno kroz ploču rasta. Zacjeljivanje prijeloma za 2 do 3 tjedna nakon ozljede. Tip II (~75%): Above „Gore" Poprečna frakturna pukotina proteže se iznad ploče rasta i vertikalno kroz metafizu. Tip III (7 – 10 %): „Niže" Poprečna frakturna pukotina prolazi kroz ploču rasta proteže se niže na epifizu. Često zahtijeva kirurško liječenje otvorenu redukciju unutarnju fiksaciju (skr. ORIF). Tip IV (10%): „Kroz" Frakturna pukotina prolazi kroz sve tri komponente (epifizu, ploču rasta, metafizu). Indicirana ORIF. Tip V (< 1%): „Urušeno" Tzv. *crush* ozljeda. Oštećuje se ploča rasta izravnim sabijanjem.	*Type I (5 – 7%):* *Straigt* *No displacement, the fracture plane is transerse and passes through the growth plate. Healing occurs within 2 – 3 weeks following the injury.* *Type II (~75%): Above* *Transverse fracture through the growth plate and vertical fracture through the metaphysis.* *Type III (7 – 10%): Lower* *Transverse fracture through the growth plate and vertical fracture through the epiphysis. Usually requires surgical treatment (open reduction internal fixation – ORIF).* *Type IV (10%):* *Through* *Fracture plane passes through all three components (epiphysis, physis and metaphysis). ORIF is required.* *Type V (<1%):* *Rammed* *Crushing type of injury that damages the growth plate by direct compression.*
Prema anatomskoj klasifikaciji *According to anatomical classification*	Ogden Peterson	Dijafizarni Metafizarni Fizealni Epifizarni Artikularni Prijelomi okrajka dugih kostiju (suprakondilarni, epikondilarni, transkondilarni, interkondilarni i supkapitalni)	*Diaphyseal fractures* *Metaphyseal fractures* *Physeal fractures* *Epiphyseal fractures* *Articular fractures* *Fractures of the ends of long bones (supracondylar, epicondylar, transcondylar, intercondylar, and subcapital fractures)*
Prijelomi proksimalnog kraja nadlaktične kosti *Proximal humeral fractures*	Neer–Horowitz	I. stupanj: pomak koštanih ulomaka < 5 mm II. stupanj: pomak < 1/3 širine dijafize humerusa III. stupanj: pomak između 1/3 i 2/3 trećine širine dijafize humerusa IV. stupanj: pomak >2/3 širine dijafize humerusa	*Grade I: displacement < 5 mm* *Grade II: displacement <1/3 of shaft width* *Grade III: displacement 1/3–2/3 of shaft width* *Grade IV: displacement >2/3 of shaft width*

Suprakondilarni prijelomi nadlaktične kosti *Supracondylar humerus fractures*	Gartland	I. stupanj: bez pomaka ulomaka ili djelomični pomak II. stupanj: pomak djelomično anteroposteriorno III. stupanj: bez kontakta između ulomaka	*Grade I: no displacement or minimal displacement* *Grade II: displacement with intact cortex* *Grade III: completely displaced*
Prijelomi proksimalne trećine ulne praćene dislokacijom radijusa (Monteggia prijelom) *Proximal ulna fracture with an associated radial head dislocation (Monteggia fracture)*	Bado	Tip I: prednja luksacija glavice radijusa Tip II: stražnja luksacija glavice radijusa Tip III: lateralna ili anterolateralna luksacija glavice radijusa Tip IV: prednja luksacija glavice radijusa uz prijelom proksimalne trećine dijafize radijusa i ulne	*Type I: anterior dislocation of the radial head* *Type II: posterior dislocation of the radial head* *Type III: lateal or anterolateral dislocation of the radial head* *Type IV: anterior radial head dislocation and proximal third ulnar and radial shaft fractures*
Prijelomi lateralnog kondila nadlaktične kosti Lateral condyle fractures	Milch	Tip I: frakturna pukotina lateralno od trohlearnog žlijeba Tip II: frakturna pukotina širi se medijalno prema trohlearnom žlijebu	*Type I: fracture line lateral to trochlear groove* *Type II: fracture line extends medially into trochlear groove*
	Jakob-Weiss	Klasifikacija se temelji na pomaku koštanih fragmenata i kongruencije zglobne hrskavice: Tip I: pomak < 2 mm Tip II: pomak ≥ 2 mm uz očuvanu zglobnu hrskavicu Tip III: pomak ≥ 2 mm uz oštećenje zglobne hrskavice	*Classification is based on displacement and articular cartilage congruency:* *Type I: displacement < 2 mm* *Type II: displacement ≥ 2 mm, articular cartilage remains intact* *Type III: displacement ≥ 2 mm with dirusption of the articular cartilage*
	Song i sur.	Klasifikacija se temelji na obrascu prijeloma, prisutnosti pomaka i stabilnosti: Stadij I: pomak < 2 mm, stabilni, s kratkom metafizarnom linijom prijeloma Stadij II: pomak < 2 mm, mogu biti stabilni ili nestabilni, lateralna frakturna pukotina Stadij III: pomak < 2 mm, nestabilni, medijalna i lateralna fraktura pukotina Stadij IV: pomak > 2 mm, nestabilni, bez rotacije frakturnih ulomka Stadij V: pomak > 2mm, nestabilni uz prisutnu rotaciju frakturnih ulomaka	*Classification is based on fracture pattern, displacement and stability:* *Stage I: displacement < 2 mm, stabile, with small metaphyseal fracture line* *Stage II: displacement < 2 mm, stable or unstable, with lateral fracture gap* *Stage III: displacement < 2 mm, unstable, medial and lateral fracture gap* *Stage IV: displacement > 2 mm, unstable, without fracture fragment rotation* *Stage V: displacement > 2 mm, unstable with fracture fragment rotation*

Prijelomi palčane kosti *Radial fractures*	O'Brien	Tip I: jednostavni intraartikularni prijelom (Bennettov prijelom) Tip II: kominutivni intraartikularni prijelom (Rolando prijelom) Tip III: ekstraartikularni prijelom (pseudo-Rolando prijelom) Tip IV: epifizni prijelom	*Type I: intraarticular fracture (Bennett fracture)* *Type II: comminuted intraarticular fracture (Rolando fracture)* *Type III: extra – articular fracture (pseudo - Rolando fracture)* *Type IV: epiphyseal fracture*
	Juddet	Klasifikacija se temelji na angulaciji vrata radijusa: 1. stupanj: bez pomaka ili s horizontalnim pomakom 2. stupanj: angulacija < 30˚ 3. stupanj: angulacija između 30˚ i 60˚ 4. stupanj: angulacija > 60˚; s dvije grupe (angulacija do 80˚ i angulacija > 80˚) 5. stupanj: odvajanje epifize	*Classification is based on radial neck angulation:* *Grade 1: undisplaced or horizontal shift* *Grade 2: angulation < 30˚* *Grade 3: angulation between 30˚ and 60˚* *Grade 4: angulation > 60˚ with two groups (angulation up to 80˚ and angulation>80˚)* *Grade 5: epiphyseal separation*
	Chambers	Grupa I: primarno dislocirana glavica radijusa Valgusni prijelomi: tip A (Salter-Harris I ili II), tip B (Salter- Harris IV), tip C (frakturna pukotina ograničena na metafizu). Prijelomi udruženi s dislokacijom: tip D (ozljede nakon redukcije) i tip E (ozljede udružene s dislokacijom) Grupa II: primarno dislocirani vrat radijusa Angularne ozljede (varijanta Monteggia tip III) Torzijske ozljede Grupa III: stres-ozljede Osteohondritis dissecans glavice radijusa Fizealne ozljede s angulacijom vrata radiusa	*Group I: Primarily displaced radial head* *Valgus fractures: type A (Salter – Harris I or II), type B (Salter – Harris IV), type C (fracture line confined to the metaphysis)* *Fractures associated with dislocation: type D (injuries occurring after reduction), type E: (injuries combined with joint dislocation)* *Group II: Primarily displaced radial neck* *Angular injuries (Monteggia Type III variant)* *Torsional injuries* *Group III: Stress-related injuries* *Osteochondritis dissecans of the radial head* *Physeal injuries with neck angulation*

Literatura

1. Baig MN. Cureus. [Online].; 2017 [cited 2024 Novemeber 30. Available from: https://www.cureus.com/articles/8286-a-review-of-epidemiological-distribution-of-different-types-of-fractures-in-paediatric-age#!/.
2. Clark EM. The Epidemiology of Fractures in Otherwise Healthy Children. Curr Osteoporos Rep. 2014 Sept; 12(3): 272-278.
3. Jones IE, Williams SM, Dow N, Goulding A. How many children remain fracture-free during growth? a longitudinal study of children and adolescents participating in the Dunedin Multidisciplinary Health and Development Study. Osteoporosis Int. 2002 Dec; 13(12): 990-5.

4. Rosendahl K, Strouse PJ. Sports injury of the pediatric musculoskeletal system. Radiol Med. 2016 May; 121(5): 431-441.
5. Naranje SM, Erali RA, Warner WCJ, Sawyer JR, Kelly DM. Epidemiology of Pediatric Fractures Presenting to Emergency Departments in the United States. J Pediatr Orthop. 2016 Jun; 36(4): 45-48.
6. Mathison DJ, Agrawal D. An Update on the Epidemiology of Pediatric Fractures. Pediatr Emerg Care. 2010 Aug; 26(8): 594-606.
7. Hedström EM, Svensson O, Bergström U, Michno P. Epidemiology of fractures in children and adolescents. Acta Orthop. 2010 Mar; 81(1): 148-153.
8. Lindaman LM. Bone healing in children. Clin Podiatr Med Surg. 2001 Jan; 18(1): 97-108.
9. Goulding A. Risk factors for fractures in normally active children and adolescents. In Daly RM, Petit MA, editors. Optimizing Bone Mass and Strength: The Role of Physical Activity and Nutrition during Growth.: S.Karger AG; 2007. p. 102-120.
10. Moon RJ, Harvey NC, Curtis EM, de Vries F, van Staa T, Cooper C. Ethnic and geographic variations in the epidemiology of childhood fractures in the United Kingdom. Bone. 2016 Apr; 85: 9-14.
11. Burt CW, Overpeck MD. Emergency visits for sports-related injuries. Ann Emerg Med. 2001 Mar; 37(3): 301-8.
12. Simon TD, Bublitz C, Hambidge SJ. Emergency department visits among pediatric patients for sports-related injury: basic epidemiology and impact of race/ethnicity and insurance status. Pediatr Emerg Care. 2006 May; 22(5): 309-15.
13. Collins CL, Comstock DR. Epidemiological features of high school baseball injuries in the United States, 2005-2007. Pediatrics. 2008 Jun; 121(6): 1181-7.
14. Borowski LA, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. The epidemiology of US high school basketball injuries, 2005-2007. Am J Sports Med. 2008 Dec; 36(12): 2328-35.
15. Parker R. Human kinetics. [Online].; 2019 [cited 2024 12 24. Available from: https://humankinetics.me/2019/07/11/most-popular-sports-in-europe/.
16. Landin LA. Epidemiology of Children's Fractures. J Paedr Orthop Part B. 1997 Apr; 6(2): 79-83.
17. Wolfe JA, Wolfe H, Banaag A, Tintle S, Perez Koehlmoos T. Early Pediatric Fractures in a Universally Insured Population within the United States. BMC Pediatrics. 2019 Oct.
18. Marsell R, Einhorn TA. The biology of fracture healing. Injury. 2011 Jun; 42(6): 551-5.
19. Mirhadi S, Ashwood N, Karagkevrekis B. Factors influencing fracture healing. Trauma. 2013; 15(2): 140-155.
20. [Online]. [cited 2025 02 15. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/AO_Foundation.
21. Bukvić N. Opća traumatologija. In Kvesić A. Kirurgija. Zagreb: Medicinska naklada; 2016. p. 638-639.
22. Physiopedia. [Online]. [cited 2025 01 04. Available from: https://www.physio-pedia.com/Salter-Harris_Fractures.
23. Anonymus. The Royal Children's Hospital Melbourne. [Online]. [cited 2025 Nov 11. Available from: https://www.rch.org.au/fracture-education/growth_plate_injuries/physeal_growth_plate_injuries/.
24. Gaillard F, Silverstone L, Walizai T, et al. Radiopaedia.org (. [Online].; 2008 [cited 2025 Nov 11. Available from: https://radiopaedia.org/articles/salter-harris-classification.
25. Ogden JA. Injury to the growth mechanisms of the immature skeleton. Skeletal Radiol. 1981; 6(4): 237-53.
26. Kim AE, Chi H, Swarup I. Proximal Humerus Fractures in the Pediatric Population. Curr Rev Musculoskelet Med. 2021 Oct 28; 14(6): 413-420.

27. Alton TB, Werner SE, Gee AO. Classifications In Brief: The Gartland Classification of Supracondylar Humerus Fractures. Clin Orthop Relat Res. 2014 Nov 1; 473(2): 738-741.
28. Antabak A, Luetić T, Ćavar S, Davila S, Bogović M, Batinica S. Rezultati liječenja suprakondilarnih prijeloma humerusa s pomakom ulomaka u djece. Liječ Vjesn. 2010; 132: 272-276.
29. Bahrami-Freiduni M, Baghianimoghadam B, Erfani R. A type of Monteggia fracture, highly susceptible to misdiagnosis. J Family Med Prim Care. 2016 Jul-Sept; 5(3): 739-740.
30. Gaillard F, Lustosa L. Radiopaedia. [Online].; 2012 [cited 2025 11 10. Available from: https://radiopaedia.org/articles/bado-classification-of-monteggia-fracture-dislocations-1.
31. Saris TFF, Eygendaal D, The B, Colaris JW, van Bergen CJA. Lateral Humeral Condyle Fractures in Pediatric Patients. Children (Basel). 2023 Jun 8; 10(6): 1033.
32. Martins T, Tiwari V, Marappa-Ganeshan R. National Library of Medicine. [Online].; 2024 [cited 2025 Nov 11. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560664/.
33. Torchia M, Shirley E, Skaggs DL. Orthobullets. [Online].; 2024 [cited 2025 01 27. Available from: https://www.orthobullets.com/pediatrics/4008/medial-epicondylar-fractures--pediatric?hideLeftMenu=true.
34. Sheu J, Shirley E. Ortobullets. [Online].; 2024 [cited 2025 02 02. Available from: https://www.orthobullets.com/pediatrics/4011/radial-head-and-neck-fractures--pediatric.
35. Lustosa L, Bell D. Radiopaedia.org. [Online].; 2022 [cited 2025 Nov 11. Available from: https://radiopaedia.org/articles/green-and-obrien-classification-of-thumb-metacarpal-fractures.
36. Miller KJ, Noonan K. Management of Radial Neck Fractures. J Pediatr Soc North Am. 2021 Aug; 3(3): 312.
37. Brazzell CJ, Carry PM, Holmes KS, Salton RL, Hadley-Miller N, Georgopoulos G. Pediatric and Adult Fracture Incidence: A Decreasing Trend With Increasing Hospital Admissions. Orthopedics. 2023 Nov-Dec; 46(6): e369-e375.
38. Antabak A, Papeš D, Karlo K, Bulić K, Jurić F, Ivelj R, et al. Kirurški stavovi fizikalne terapije u ozlijeđene djece. Paediatr Croat. 2019; 63(Supl 1): 102-106.
39. Shin MR, Eno N, Burton J. American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. [Online].; 2023 [cited 2025 11 05. Available from: https://now.aapmr.org/pediatric-fractures-in-developing-bone/.
40. Anonymus. physio.co.uk. [Online]. [cited 2025 11 05. Available from: https://www.physio.co.uk/treatments/paediatric-physiotherapy/fracture-treatment-for-children.php.
41. Kus G, Zengin Alpozgen A, Razak Ozdincler A, Gungor F, Altun S. The effectiveness of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques versus conventional therapy in patients with proximal humerus fracture: randomized controlled trial. Physiother Theory Pract. 2025 Sep; 41(9): 1851-1865.
42. Fader L, Nyland J, Li H, Pyle B, Yoshida K. Radial nerve palsy following humeral shaft fracture: a theoretical PNF rehabilitation approach for tendon and nerve transfers. Physiother Theory Pract. 2022 Nov; 38(13): 2284-2294.
43. Karan D, Abzung JM, Sesko Bauer A, Cornwall R, Wyrick TO. Pediatric Distal Radius Fractures. Instr Course Lect. 2017 Feb; 15(66): 447-460.
44. Zilliacus K, Nietosvaara Y, Helenius I, Laaksonen T, Ahonen M, Grahn P. The Risk of Nerve Injury in Pediatric Forearm Fractures. J Bone Joint Surg Am. 2023 Jul; 105(14): 1080-1086.
45. Aman M, Zimmermann KS, Boecker AH, Thielen M, Falkner F, Daeschler S, et al. Peripheral nerve injuries in children—prevalence, mechanisms and concomitant injuries: a major trauma center's experience. Eur J Med Res. 2023 Mar; 28: 116.
46. Lieber J, Schmittenbecher P. Developments in the treatment of pediatric long bone shaft fractures. Eur J Pediatr Surg. 2013 Dec; 23(6): 427-433.
47. Dhillon H, Dhillon S, Dhillon MS. Current Concepts in Sports Injury Rehabilitation. Indian J Orthop. 2017 Sep-Oct; 51(5): 529-536.

48. Defi IR. Rehabilitation Role in Sport Injury. Orthop J Sports Med. 2023 Feb 28; 11(Supl 2): 2325967121S00833.
49. Catena N, Gennaro GLD, Jester A, Martínez-Alvarez S, Pontén E, Soldado F, et al. Current concepts in diagnosis and management of common upper limb nerve injuries in children. J Child Orthop. 2021 Apr; 15(2): 89-96.
50. Costales JR, Socolovsky M, Sánchez Lázaro1 JA, García RÁ. Peripheral nerve injuries in the pediatric population: a review of the literature. Part I: traumatic nerve injuries. Child's Nervous System. 2019; 35: 29-35.
51. Anonymus. Cleveland Clinic. [Online].; 2025 [cited 2025 Nov 15. Available from: https://my.clevelandclinic.org/health/body/21889-median-nerve.
52. Stretanski MF, Dydyk AM, Cascella. National Library of Medicine. [Online].; 2025 [cited 2025 Nov 15. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553109/.
53. Anonymus. Cleveland Clinic. [Online].; 2022 [cited 2025 Nov 15. Available from: https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/22272-ulnar-nerve-entrapment.
54. Ho CA, Gottschalk HP, Samora JB, Freese K, Chaudhry S. Diagnosis and Management of Nerve Injuries Caused by Pediatric Upper Extremity Fractures. J Pediatr Soc North Am. 2024 Feb; 5(2): 708.
55. Sondermann S, Bäumer T, Suss J, Bohn B, Fieseler K, Schramm P, et al. Detection of Traumatic and Postoperative Nerve Lesions following Upper Extremity Fractures in a Pediatric Cohort Using MR Neurography. Eur J Pediatr Surg. 2023 Aug; 33(4): 319-327.
56. Fleurette J, Gaume M, De Tienda M, Dana C, Pannier S. Peripheral nerve injuries of the upper extremity in a pediatric population: Outcomes and prognostic factors. Hand Surg Rehabil. 2022 Sep; 41(4): 481-486.
57. Phelps EE, Tutton E, Costa ML, Achten J, Gibson P, Moscrop A, et al. Being recovered: a qualitative study of parents' experience of their child's recovery up to a year after a displaced distal radius fracture. Bone Jt Open. 2024 May; 5(5): 426-434.
58. Afzal N, Lyttle MD, Rajabi M, Rushton-Smith F, Varghese R, Trickey D, et al. Emergency department clinicians' views on implementing psychosocial care following acute paediatric injury: a qualitative study. Eur J Psychotraumatol. 2024; 15(1): 2300586.

TEČAJ TRAJNOG USAVRŠAVANJA
u organizaciji Zavoda za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu s reumatologijom, KB Dubrava
Novosti u dijagnostici i liječenju
OSTEOARTRITISA KOLJENA
KB DUBRAVA
10. listopada 2025.
PROGRAM
KLINIČKA BOLNICA DUBRAVA

PROGRAM

08.00 - 08.20: Prijava polaznika
08.20 - 08.30: Pozdravna riječ voditelja tečaja i predsjednika HDFRM

1. BLOK PREDAVANJA (od 8:30 do 10:30 sati)
Upravljanje faktorima rizika, novosti u dijagnostici OA koljena - moderator: Simeon Grazio

08.30 - 08.45: Frane Grubišić – Epidemiologija OA
08.45 - 09.00: Tatjana Nikolić – Posttraumatski osteoartritis: rana manifestacija degenerativne bolesti zglobova
09.00 - 09.15: Vlatka Pandžić Jakšić – Liječiti debljinu i izbjeći sarkopeniju-terapijski izazov u osteoartritisu
09.15 - 09.30: Andrea Tešija Kuna - "Uloga biomarkera u OA koljena: gdje smo danas?"
09.30 - 09.45: Nadica Laktašić - Žerjavić - Prednosti i nedostatci primjene UZV dijagnostike u OA koljena
09.45 - 10.00: Gordana Ivanac - Primjena MR koljena u dijagnosticiranju i praćenju OA koljena
10.00 - 10.30: Simeon Grazio - Kvantitativna evaluacija / ICF klasifikacija OA

PAUZA 10.30- 11.00

2. BLOK PREDAVANJA (od 11:00 do 13:00 sati)
KONZERVATIVNO LIJEČENJE OA KOLJENA – moderator: Dubravka Bobek

11.00 - 11.15: Tatjana Kehler - Je li OA samo bolest zglobova?
11.15 - 11.30: Tea Schnurrer-Luke-Vrbanić- Rani osteoartritis - biološka strategija od dijagnoze do liječenja
11.30 - 11.45: Tatjana Trošt Bobić - Uloga kineziologa u rehabilitacijskom timu
11.45 - 12.00: Dubravka Bobek- Spiroergometrija - alat za personalizaciju i sigurnost vježbanja u liječenju OA
12.00 - 12.15: Tonko Vlak- Kada i kako primijeniti nove tehnologije u liječenju OA koljena?
12.15 - 12.30: Branimir Anić, Simeon Grazio, prim., dr. med. - Sistemski lijekovi za liječenje OA, smjernice i praksa
12.30-13.00: Dubravka Bobek- Pregled farmakološkog liječenja OA, osvrt na farmakološko liječenje pretilosti

RUČAK 13.00 - 14.00

RADIONICE
Za grupe polaznika I i II, **od 14:00 do 15:30 sati** (svaka radionica traje 45 minuta i uključuje ograničen broj polaznika). Radionica I: od 14:00 do 14:45 sati, Radionica II: 14:45 – 15:30 sati.

PAUZA 15.30 - 16.00

3. BLOK PREDAVANJA (od 16:00 do 17:30 sati)
KIRURŠKO LIJEČENJE OA KOLJENA - moderator: Ana Aljinović

16.00 - 16.15:	Luka Novosel – Embolizacija genikularnih arterija u terapiji boli kod osteoartritisa koljena
16.15 - 16.30:	Mislav Jelić - Prednosti i nedostatci ugradnje endoproteze / osteotomije koljena u OA. Osobitosti transplantacije meniska koljena.
16.30 - 16.45:	Damir Hudetz - Rekonstrukcija hrskavice kod početnog OA koljena
16.45 - 17.00:	Mira Kadoić – Značenje hidrokineziterapije u postopoperativnoj rehabilitaciji bolesnika s OA koljena
17.00 - 17.30:	Ana Aljinović - Postoperativna rehabilitacija OA koljena. Važnost optimizacije postoperativne analgezije
17.30 - 18.00:	Usklađena rasprava
18.00	PISMENI ISPIT/ANKETA/ZAVRŠETAK TEČAJA - Ana Aljinović, Simeon Grazio, Dubravka Bobek

SAŽETCI

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-4

SPIROERGOMETRIJA – ŠTO JE I KAKO FIZIJATRU MOŽE POMOĆI?

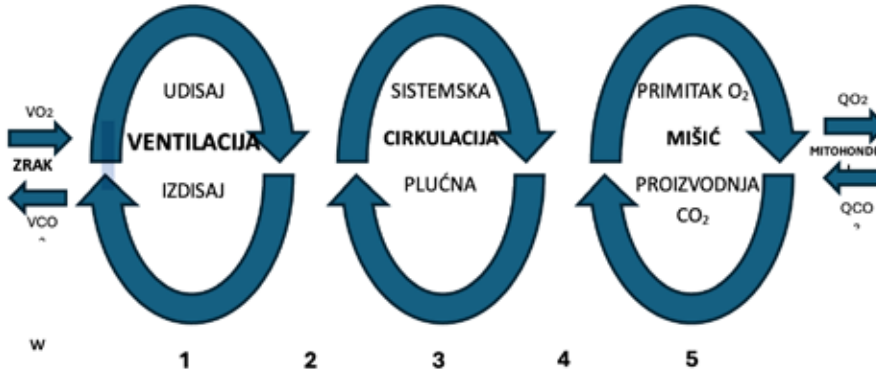
Jan Aksentijević, dr. med.
specijalist fizikalne i rehabilitacijske medicine

Zavod za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu s reumatologijom
Klinička bolnica Dubrava

Spiroergometrijsko testiranje (engl. Cardiopulmonary Exercise Testing; CPET) predstavlja zlatni standard u procjeni funkcionalnog kapaciteta (1). Iako je riječ o najobjektivnijem stres-testu koji je neinvazivan, lako ponovljiv i relativno jednostavan za primjenu, do danas na našim prostorima i dalje nije zaživio u svakodnevnoj praksi specijalista fizikalne i rehabilitacijske medicine.

Temeljni koncept spiroergometrije jest analiza smjese izdisajnih plinova koji predstavljaju odraz stanične respiracije, odnosno, u stanju ekvilibrija, odgovaraju primitku kisika i stvaranju ugljičnog dioksida u stanicama. Jednostavnije rečeno, u stanju ravnoteže vanjska respiracija i stanična respiracija su jednake (2). Upravo zbog toga, analizom izdisajne smjese plinova kao i izdisajnih volumena, može se razlučiti uzrok snižene tolerancije napora, bilo da je riječ o ventilacijskom, cirkulacijskom, neuromuskularnom poremećaju ili mitohondrijskim miopatijama. Shematski prikaz vanjske i stanične respiracije s najčešćim uzrocima zaduhe nalazi se na Slici 1. i Tablici 1.

Slika 1. Respiratorni ciklus u ljudskom organizmu – ventilacija i respiracija stanična rerespiracija (prema (3))



Tablica 1. Mogući uzroci zaduhe ovisno o zahvaćenom dijelu respiratornog ciklusa (prema (3)

Dio respiratornog ciklusa (prema Slici 1.)	Bolesti i stanja koja dovode do zaduhe
1.	opstruktivni poremećaji, restriktivni poremećaji, infiltrativne promjene
2.	tromboembolija, vaskulitisi, primarna plućna hipertenzija
3.	srčane bolesti (koronarna, valvularna, kardiomiopatija), anemija
4.	okluzivna bolest arterija, arterijska hipertenzija, vazoregulatorna astenija
5.	pretilost, mitohondrijske miopatije

Neosporna je i višestruko pokazana uloga spiroergometrije u dijagnostičke svrhe, u evaluaciji tolerancije napora, evaluaciji intolerancije napora nepoznata uzroka, funkcionalnoj procjeni osoba s cirkulatornim, kardiovaskularnim i respiratornim poremećajima, predoperativnoj evaluaciji, prognoziranju propagacije bolesti i procjeni invaliditeta (1). Međutim, iako za sada spiroergometrija nije jasno uvrštena u indikacijsko polje planiranja rehabilitacije, izuzev kardiološke i pulmološke rehabilitacije, na Zavodu za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu Kliničke bolnice Dubrava u svakodnevnoj kliničkoj praksi provodi se testiranje funkcionalnog kapaciteta u svrhu procjene metaboličkog energetskog statusa, procjene kondicioniranosti prije uključivanja u rehabilitacijske programe, planiranje zona treninga i adekvatne, pravodobne i pravilno dozirane aerobne aktivnosti u različitih kategorija pacijenata.

Planiranje spiroergometrijskog testiranja

Prije samog provođenja spiroergometrije važno je jasno utvrditi razlog procjene funkcionalnog kapaciteta, bilo da je ona dijagnostička, evaluacijska, prognostička ili u svrhu planiranja rehabilitacijskog programa i daljnjeg planiranja adekvatne fizičke aktivnosti. Također, nužno je provesti adekvatnu anamnezu s detaljnim uvidom u povijesti bolesti kao i klinički status kako bi se isključile eventualne kontraindikacije za provođenje spiroergometrije koje su navedene u Tablici 2. U slučaju da osoba nije kandidat za provođenje, treba razmisliti o drugim metodama procjene funkcionalnog kapaciteta poput 6-minutnog testa hoda, inkrementnog testa hoda, „timed up and go" testa i sl.

Tablica 2. Kontraindikacije za spiroergometrijsko testiranje (prema 1, 2, 4)

Apsolutne	**Relativne**
akutni infarkt miokarda (3-5 dana)	koronarna bolest glavnog debla lijeve koronarne arterije ili ekvivalent
nestabilna angina pektoris	umjerena valvularna stenoza
sinkopa	nekontrolirana arterijska hipertenzija u mirovanju (>200/120 mmHg)
nekontrolirane aritmije	tahiaritmija/ bradiaritmija
hemodinamska nestabilnost	AV blok 2. i 3. stupnja
endokarditis	značajna plućna arterijska hipertenzija
akutni miokarditis/perikarditis	opstruktivna hipertrofična kardiomiopatija
teška simptomatska aortna stenoza	elektrolitski poremećaji
akutna plućna tromboembolija	ortopedsko stanje koje onemogućuje provođenje testa
akutni plućni infarkt	uznapredovala ili komplicirana trudnoća
duboka venska tromboza	
disekcija aorte ili arterija donjih ekstremiteta	
nekontrolirana astma	
edem pluća	
SpO2 <85 %	
respiratorna insuficijencija	
akutna infekcija, renalna insuficijencija, tireotoksikoza	

Po utvrđivanju indikacije i isključivanju eventualnih kontraindikacija za spiroergometriju, a prije samog testiranja preporučljivo je napraviti EKG u mirovanju, mjerenje krvnog tlaka, respiratorne frekvencije u mirovanju, periferne zasićenosti kisikom, mentalni status kao i procjenu koštano-mišićnog sustava i stanja zglobova koji sudjeluju prilikom testiranja. Procijeni li kliničar da ispitanik iz bilo kojeg razloga neće biti u mogućnosti provesti testiranje na pokretnoj traci (pokretnom sagu), moguće ga je provesti na bicikl-ergometru ili ručnom cikloergometru. U tom slučaju nužno je u obzir nakon testiranja uzeti prilagodbu dobivenih parametara, s obzirom na to da bicikl-ergometrija i cikloergometrija aktiviraju značajno manju količinu mišićne mase pojedinca te u pravilu češće lokalna izdržljivost limitira doseg umjesto opće mišićne izdržljivosti, pa je i maksimalan primitak kisika (VO_2 max/peak) manji. Za bicikl-ergometar u neutreniranih osoba vrijednosti su 10-20 % niže u usporedbi s pokretnom trakom (2).

Prije početka spiroergomertrije u svih je preporučljivo napraviti spirometriju budući da se podatci iz spirometrije upotrebljavaju u završnoj procjeni, ali i tijekom testiranja, analizirajući dinamičke krivulje protok-volumen te za izračunavanje maksimalne voljne ventilacije (*MVV= FEV_1x40*) (5).

Protokoli spiroergometrijskog testiranja

Poželjno trajanje testa je 8-12 minuta te je potrebno primijeniti adekvatan protokol testiranja u skladu s kliničkim stanjem ispitanika kako bi se ostvarila što objektivnija procjena funkcionalnog statusa (2).

Najčešće primjenjivani protokoli su:

1. Protokoli sa stepeničastim porastom opterećenja (6)

a. Bruce(ov) protokol – karakterizira progresivni porast brzine i nagiba trake. Početni nagib iznosi 10 % i raste po 2 % do ukupno 22 %. Brzina progresivno raste od 2,73 do 9,6 kilometara na sat. Za starije i neaktivne bolesnike razvijen je modificirani Bruceov protokol.

b. Naughton(ov) protokol – dominantno se upotrebljava u teže dekondicioniranih osoba, osoba sa srčanim zatajivanjem ili sumnjom na nestabilnu koronarnu bolest srca. Test započinje brzinom od 1,6 km/h bez nagiba, nakon čega slijedi porast brzine na 3,2 km/h uz porast nagiba od 3,5 % svake 3 minute.

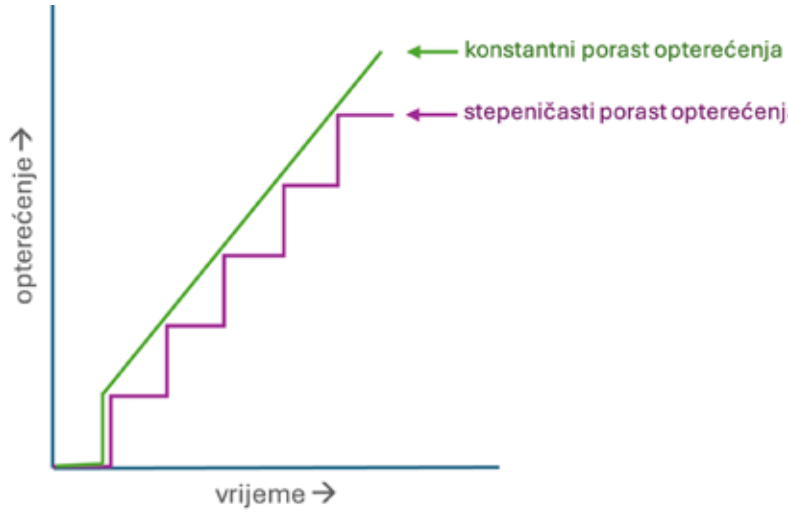
c. Balke(ov) protokol – razvijen je za funkcionalnu procjenu srčanih bolesnika. Brzina je konstantna (4,8 km/h), a progresivno raste nagib trake za 2,5 % svake 3 minute.

2. Protokoli s konstantnim porastom opterećenja – ***RAMP protokoli*** (7)

Ovi protokoli mogu se primjenjivati na svim oblicima spiroergometra. Ako se primjenjuju na pokretnoj traci, u pravilu progresivno raste brzina, uz stalni nagib trake. Ako se primjenjuje bicikl-ergometar, konstantni je porast opterećenja (najčešće 10 Watt/minuta).

Usporedba protokola s konstantnim i stepeničastim porastom opterećenja prikazana je na Slici 2.

2. Slika Usporedba protokola spiroergometrijskog testiranja s konstantnim i stepeničastim porastom opterećenja



Najvažniji parametri spiroergometrijskog testiranja

Najčešće opisivan i primjenjivan parametar spiroergometrijskog testiranja svakako je ***maksimalni ili vršni utrošak kisika (VO_2 max ili VO_2 peak)***. Ispitanici opterećeni kardiovaskularnom ili respiratornom patologijom u pravilu ne dostižu maksimalnu potrošnju kisika te se kod njih govori o vršnom utrošku kisika (VO_2 peak) (2). Funkcionalni kapacitet osobe utvrđuje se mjerenjem maksimalnog utroška kisika za vrijeme maksimalnog mišićnog rada nakon kojeg daljnje povećanje radnog opterećenja ne dovodi do daljnjeg porasta primitka kisika te se smatra očuvanim ukoliko je ispitivanjem dosegnuto barem 85 % predviđene vrijednosti za dob, spol i tjelesnu masu (8). Dobro utrenirani pojedinci u pravilu ostvaruju više od 110 % predviđenog VO_2. Blago sniženim funkcionalnim kapacitetom smatra se 70-80 %, umjereno sniženim 50-70 %, a teško sniženim <50 % predviđenog VO_2 (2). Maksimalni VO_2 prikazuje sposobnost da se kisik potreban za aerobne puteve dobivanja energije iz pluća adekvatno dostavi do mitohondrija, a može ovisiti o minutnom srčanom volumenu, raspodjeli perifernog toka krvi, arterijskom parcijalnom tlaku kisika, disocijaciji oksihemoglobina u tkivu, sadržaju hemoglobina i arterijskog kisika (2). Nije naodmet spomenuti kako u planiranju stupnja aktivnosti često primjenjivani metabolički ekvivalent (MET) odgovara vrijednosti VO_2 od 3,5 mL/kg/min (9).

Puls kisika (VO_2/HR) predstavlja mjeru dostavljene količinu kisika u tkiva svakim otkucajem srca te ovisi o udarnom volumenu i razlici sadržaja kisika

između arterijske i venske krvi. Pokazatelj je udarnog volumena te se u analizi prati dinamika porasta kao i postizanje platoa vrijednosti. Snižen je kod disfunkcije lijeve klijetke i valvularnih bolesti srca uslijed smanjenog udarnog volumena, ali i u arterijskoj hipoksemiji, anemiji, visokoj karboksihemoglobinemiji uslijed reducirane koncentracije kisika u arterijskoj krvi (2).

Anaerobni prag definiran je vrijednošću VO_2 pri kojoj započinje anaerobni metabolizam proizvodnje energije (10). Širok je raspon fizioloških vrijednosti (30-85 % VO_2max), iako se smatra da u neutreniranih osoba najčešće iznosi 50-60 % VO_2max (2). Porast opterećenja iznad anaerobnog praga prati pad tolerancije, dok se opterećenje ispod razine praga može provoditi duže vrijeme uz dobru toleranciju. Upravo iz tog razloga anaerobni prag je važan parametar u planiranju rehabilitacijskih protokola. Jedan od sinonima za anaerobni prag jest i ***ventilacijski prag***, točnije prvi ventilacijski prag (VT1), zbog toga što iznad anaerobnog praga dolazi do porasta minutne ventilacije u svrhu eliminacije ugljikovog dioksida nastalog puferiranjem laktata mliječnom kiselinom. Upravo ta činjenica omogućava nam detektiranje praga tzv. slope metodom, koji se manifestira kao otklon u nagibu grafa koji je određen s vrijednosti VO_2 na x koordinatnoj osi prema VCO_2 na y osi (2). Drugi ventilacijski prag (VT2) ili ***respiratorna kompenzatorna točka (RCP)*** predstavlja točku u kojoj ispitanik ulazi u zonu jake anaerobne aktivnosti, obično pri 70-80 % VO_2peak, te je bikarbonatni puferski sustav iscrpljen (11). Sukladno tome, VCO_2 ne bilježi daljnji porast, dok minutna ventilacija i dalje raste te posljedično raste i odnos ventilacije naspram VCO_2 .

Odnos VCO_2 i VO_2 naziva se disajnom izmjenom (engl. Respiratory Exchange Ratio – ***RER***), odgovara metaboličkoj razmjeni plinova u tkivima i posredno ukazuje na predominantni energetski supstrat. Prosječni RER za osobu u mirovanju koja se hrani zapadnjačkom prehranom iznosi 0,8, što proizlazi iz omjera korištenja ugljikohidrata ($RER_{glukoza}$=1) i masti (RER_{masti}=0,7) kao predominantnog energetskog supstrata. Samom staničnom respiracijom, posljedično, RER ne može prelaziti 1 sve do početka stvaranja viška CO_2 puferiranjem laktata u opterećenju. Zato možemo reći da RER >1 predstavlja mjeru postignutog opterećenja, dok je RER >1,2 pokazatelj iscrpljenosti aerobnog metabolizma (2).

Mjera procjene ***ventilacijske efikasnosti*** u naporu koja se najčešće upotrebljava jest krivulja odnosa minutne ventilacije i VCO_2 (***VE/VCO_2***), čiji nagib definira ventilacijsku potrebu za uklanjanjem 1 litre ugljičnog dioksida. VE/VCO_2 važan je prognostički biljeg, pogotovo u bolesnika s koronarnom bolesti srca i srčanim zatajivanjem. Vrijednosti nagiba iznad 45 ukazuju na lošu prognozu neovisno o postignutom VO_2peaku, a u kombinaciji s VO_2peak manjim od 10 mL/kg/min predstavljaju posebno lošu prognozu bolesti (12).

Parcijalni tlak ugljičnog dioksida na kraju izdisaja (***PETCO$_2$***) mjera je usklađenosti ventilacije i perfuzije, a služi kao dobar pokazatelj ozbiljnosti stanja u respiratornih i kardiovaskularnih bolesnika (10).

Disajna rezerva (***BR***) predstavlja odnos ili razliku između maksimalne ventilacije tijekom postignutog opterećenja (VEpeak) i maksimalne voljne ventilacije (MVV) te fiziološki iznosi 20-50 %, a ne bi trebala biti manja od 15 % ili 11L/min (2). Smanjena BR može ukazivati na umjerene do teške opstruktivne ili restriktivne plućne bolesti.

Srčana rezerva (***HRR***) razlika je između maksimalnog predviđenog pulsa za dob i izmjerenog pulsa pri vršnom opterećenju. Fiziološki je manja od 15 otkucaja u minuti, dok idealno teži nuli. Za osobe koje u terapiji imaju beta blokator ciljane vrijednosti su >62 % predviđene vrijednosti (13). ***Oporavak srčane frekvencije u prvoj minuti*** nakon opterećenja (***HRR1***) vezana je uz parasimpatičku aktivnost, a snižene vrijednosti (pad <12 otkucaja/minuta) ukazuju na lošu prognozu u osoba sa srčanim popuštanjem (10).

Uz tablični prikaz rezultata, karakteristično se grafički prikazuju ***Wassermanovi standardizirani paneli***, čija interpretacija nadilazi ovaj sažetak (14).

Značaj spiroergometrijske procjene u planiranju rehabilitacijskog programa

Vodeći se mišlju da je tjelovježba lijek, a svaki lijek je potrebno pravilno dozirati, neosporna je važnost adekvatne procjene funkcionalnog kapaciteta u svrhu planiranja aerobnog kondicioniranja ili rekondicioniranja kao dijela rehabilitacijskog procesa. Do sada je opisan veliki broj modifikacija spiroergimetra u ovisnosti o mogućnostima ispitanika (pokretna traka, bicikl-ergometar, cikloergometar), kao i velik broj različitih protokola koji se mogu prilagoditi svakom pojedincu. Isključivši kontraindikacije, ne postoji zapreka za pravilno doziranje intenziteta aktivnosti u skladu s objektivnim parametrima koje nam daje spiroergometrija.

Različiti su oblici titriranja aerobne aktivnosti:

Tradicionalno, intenzitet aerobne aktivnosti određivao se u skladu s postignutim VO_2peak (15):

1. Niski intenzitet: 28-39 % VO_2peak,
2. Umjereni intenzitet: 40-59 % VO_2peak,
3. Visoki intenzitet: 60-84 % VO_2peak,
4. Vrlo visoki intenzitet: >84 % VO_2peak.

Moderniji koncepti preporučuju doziranje aktivnosti u skladu s postignutim ventilacijskim pragovima, a ne u rasponu postignutog VO_2 (16):

1. Niski intenzitet: srčana frekvencija ili opterećenje ispod VT1,
2. Umjereni intenzitet: zona između VT1 i VT2,
3. Visoki intenzitet: zona iznad VT2.

U ovom obliku procjene intenziteta poželjno je nakon tri mjeseca ponoviti testiranje u svrhu ponovne procjene ventilacijskih pragova i modifikacije zona aktivnosti (2).

Izuzev intenziteta aktivnosti, nužno je voditi se principom određivanja učestalosti, trajanja, vrste aktivnosti i oblika treninga u svih skupina bolesnika, pa tako i osoba s osteoartritisom, što u ovom trenutku, u većini slučajeva, još uvijek nije zaživjelo u planiranju rehabilitacijskih programa. Upravo korištenje spiroergometrije u svakodnevnom radu specijalista fizikalne i rehabilitacijske medicine predstavlja iskorak u takvom pristupu rehabilitaciji.

Literatura

1. Guazzi M, Arena R, Halle M, Piepoli MF, Myers J, Lavie CJ. 2016 Focused Update: Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations. Circulation. 2016;133(24):e694-711.
2. Peršić V, Travica Samsa D i sur. RITAM Rehabilitacija kardiovaskularnih bolesnika, Indicidualni pristup, Tjelesna aktivnost, Ateroskleroza, Modifikacija čimbenika rizika, Motivacija. Zagreb: Medicinska naklada; 2005.
3. Milani RV, Lavie CJ, Mehra MR. Cardiopulmonary exercise testing: how do we differentiate the cause of dyspnea? Circulation. 2004;110(4):e27-31.
4. Balady GJ, Arena R, Sietsema K, Myers J, Coke L, Fletcher GF, Forman D, Franklin B, Guazzi M, Gulati M, Keteyian SJ, Lavie CJ, Macko R, Mancini D, Milani RV; American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology; Council on Epidemiology and Prevention; Council on Peripheral Vascular Disease; Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research. Clinician's Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2010;122(2):191-225.
5. Campbell SC. A comparison of the maximum voluntary ventilation with the forced expiratory volume in one second: an assessment of subject cooperation. J Occup Med. 1982;24(7):531-3.
6. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, Coke LA, Fleg JL, Forman DE, Gerber TC, Gulati M, Madan K, Rhodes J, Thompson PD, Williams MA; American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology, Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, and Council on Epidemiology and Prevention. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2013;128(8):873-934.
7. Zuniga JM, Housh TJ, Camic CL, Bergstrom HC, Traylor DA, Schmidt RJ, Johnson GO. Metabolic parameters for ramp versus step incremental cycle ergometer tests. Appl Physiol Nutr Metab. 2012;37(6):1110-7.

8. Ross RM. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. Am J Respir Crit Care Med. 2003 May 15;167(10):1451; author reply 1451.
9. Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolic equivalents (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. Clin Cardiol. 1990;13(8):555-65.
10. Guazzi M, Adams V, Conraads V, Halle M, Mezzani A, Vanhees L, Arena R, Fletcher GF, Forman DE, Kitzman DW, Lavie CJ, Myers J; European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation; American Heart Association. EACPR/AHA Scientific Statement. Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. Circulation. 2012;126(18):2261-74.
11. Mezzani A. Cardiopulmonary Exercise Testing: Basics of Methodology and Measurements. Ann Am Thorac Soc. 2017;14(Supplement_1):S3-S11.
12. Francis DP, Shamim W, Davies LC, Piepoli MF, Ponikowski P, Anker SD, Coats AJ. Cardiopulmonary exercise testing for prognosis in chronic heart failure: continuous and independent prognostic value from VE/VCO(2)slope and peak VO(2). Eur Heart J. 2000;21(2):154-61.
13. Elshazly A, Khorshid H, Hanna H, Ali A. Effect of exercise training on heart rate recovery in patients post anterior myocardial infarction. Egypt Heart J. 2018;70(4):283-285.
14. Dumitrescu D, Rosenkranz S. Graphical Data Display for Clinical Cardiopulmonary Exercise Testing. Ann Am Thorac Soc. 2017 Jul;14(Supplement_1):S12-S21.
15. Vanhees L, Geladas N, Hansen D, Kouidi E, Niebauer J, Reiner Z, Cornelissen V, Adamopoulos S, Prescott E, Börjesson M, Bjarnason-Wehrens B, Björnstad HH, Cohen-Solal A, Conraads V, Corrado D, De Sutter J, Doherty P, Doyle F, Dugmore D, Ellingsen Ø, Fagard R, Giada F, Gielen S, Hager A, Halle M, Heidbüchel H, Jegier A, Mazic S, McGee H, Mellwig KP, Mendes M, Mezzani A, Pattyn N, Pelliccia A, Piepoli M, Rauch B, Schmidt-Trucksäss A, Takken T, van Buuren F, Vanuzzo D. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular risk factors: recommendations from the EACPR. Part II. Eur J Prev Cardiol. 2012;19(5):1005-33.
16. Hansen D, Abreu A, Ambrosetti M, Cornelissen V, Gevaert A, Kemps H, Laukkanen JA, Pedretti R, Simonenko M, Wilhelm M, Davos CH, Doehner W, Iliou MC, Kränkel N, Völler H, Piepoli M. Exercise intensity assessment and prescription in cardiovascular rehabilitation and beyond: why and how: a position statement from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. Eur J Prev Cardiol. 2022;29(1):230-245.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-5

PREGLED FARMAKOLOŠKOG LIJEČENJA OSTEOARTRITISA – OSVRT NA FARMAKOLOŠKO LIJEČENJE PRETILOSTI U OSTEOARTRITISU

Izv. prof. dr. sc. Dubravka Bobek, dr. med.

Zavod za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu s reumatologijom
Klinička bolnica Dubrava, Avenija Gojka Šuška 6, 10000 Zagreb
dubravka.bobek @hotmail.com

Osteoartritis (OA) najčešći je oblik artritisa, koji pogađa preko 500 milijuna ljudi diljem svijeta (1). Kako stanovništvo stari i čimbenici rizika se povećavaju, očekuje se porast prevalencije OA na globalnoj razini (2). Liječenje osteoartritisa (OA) temelji se na konzervativnim mjerama koje uključuju farmakološki i nefarmakološki pristup. Artroplastika i druge kirurške intervencije rezervirane su za bolesnike s uznapredovalim, simptomatskim OA-om. Nefarmakološke mjere su prema smjernicama u prvom planu i one uključuju smanjenje tjelesne težine kod pretilih, edukaciju pacijenata i strukturirano vježbanje. Dostupna farmakološka terapija OA ograničena je na simptomatsko liječenje, koje obuhvaća primjenu paracetamola, opioidnih analgetika, nesteroidnih protuupalnih lijekova te intraartikularno primijenjenu hijaluronsku kiselinu i glukokortikoide. Prva linija medikamentoznog liječenja uključuje nesteroidne antireumatike (NSAR), koji su učinkoviti u kontroli boli i imaju protuupalni učinak. Međutim, njihova dugotrajna primjena ograničena je gastrointestinalnim i kardiovaskularnim rizicima, osobito kod starijih osoba i bolesnika s pridruženim bolestima. Alternativa je analgetik poput paracetamola koji pokazuje slabiju analgetsku učinkovitost u odnosu na NSAR, ali ima povoljniji sigurnosni profil, što ga čini pogodnijim za rizične skupine. U slučajevima izraženije boli ili pogoršanja simptoma, mogu se primijeniti intraartikularne injekcije kortikosteroida koje kratkoročno ublažavaju bol, no ne preporuča se njihova dugotrajna primjena. Važno je napomenuti da niti jedna od navedenih skupina lijekova ne utječe na prirodni tijek bolesti niti sprječava njezinu dugoročnu progresiju i posljedičnu onesposobljenost pacijenta. (3).

Za sprječavanje strukturne progresije OA nužan je razvoj novih terapijskih modaliteta koji ciljaju temeljnu patofiziologiju bolesti. Takvi lijekovi, koji se nazivaju bolest modificirajući lijekovi za osteoartritis (engl. disease-modifying osteoarthritis drugs – DMOADs), dizajnirani su s ciljem inhibicije strukturnih promjena u zglobu, uz istovremeno smanjenje boli i poboljšanje

funkcionalnog statusa. Dosadašnja klinička ispitivanja brojnih bioloških lijekova, uključujući inhibitore interleukina-1 (IL-1) i faktora tumorske nekroze alfa (TNF-α) te bisfosfonati i sprifermin nisu pokazali zadovoljavajuću kliničku učinkovitost u liječenju OA te nijedan DMOAD nije službeno odobren za kliničku primjenu (4,5). Ključni izazovi u razvoju ovih lijekova uključuju sporu prirodnu progresiju OA, slabu korelaciju radioloških i kliničkih nalaza i poteškoće u prijenosu rezultata iz pretkliničkih u kliničke studije. Dobro poznata klinička heterogenost OA vjerojatno je jedan od glavnih razloga negativnih ishoda potrage za bolest modificirajućim lijekom za OA, što može značiti da bi se liječenje OA trebalo zasnivati na stratificiranom pristupu određenim fenotipovima bolesti (6,7).

Između šest najčešće opisivanih fenotipova osteoartritisa u posljednjem desetljeću sve veći naglasak stavlja se na metabolički fenotip, koji uključuje sustavnu upalu, inzulinsku rezistenciju, dislipidemiju i pretilost (8,9). Pretilost je jedan od najvažnijih modificirajućih čimbenika rizika za razvoj i progresiju OA koljena. Osobe s prekomjernom težinom imaju ~2,5 puta veći rizik, a oni s pretilošću ~4,6 puta veći rizik razvoja OA, uz povećanje rizika od ~35 % za svaki porast BMIja od 5 kg/m² (10,11). Mehanizmi uključuju ne samo pojačano biomehaničko opterećenje zglobova, nego i metaboličke i upalne faktore, disfunkcionalno masno tkivo luči adipokine i proinflamatorne citokine, koji potiču lokalnu upalu u zglobu. Također, pretilost često prati niža razina tjelesne aktivnosti, gubitak mišićne mase i pogoršana biomehanika, što dodatno pogoršava OA simptome i funkciju. Stoga stručne smjernice naglašavaju potrebu za barem 10 % redukcije tjelesne mase kod pretilih bolesnika kako bi se postigao klinički značajan učinak na bol i funkciju (12,13). Međutim, postizanje takvog stupnja mršavljenja predstavlja izrazito izazovan cilj u kliničkoj praksi, osobito u kontekstu dugoročne održivosti promjena životnog stila i metaboličkih ograničenja povezanih s pretilošću. U tom kontekstu, nova generacija farmakološkog liječenja pretilosti nudi značajan terapijski potencijal. Agonisti receptora glukagonu sličnog peptida-1 (GLP-1 RA), inkretinski hormoni koji se primarno koriste u liječenju dijabetesa tipa 2, pokazali su izražen učinak na redukciju tjelesne mase, s prosječnim gubitkom tjelesne težine od približno 15 % unutar 12–24 mjeseca. Pokazalo se da liraglutid rezultira smanjenjem tjelesne mase za 6,4 % kod osoba s pretilošću ili prekomjernom tjelesnom težinom uz prisutne komorbiditete, dok je semaglutid doveo do gubitka tjelesne mase od 10,9 % već nakon 6 mjeseci terapije. Navedeni lijekovi imaju dokazan i protuupalni učinak te je obzirom na središnju ulogu upale i metaboličke disfunkcije kod OA moguća potencijalna korisnost GLP-1 RA u liječenju OA, neizravno redukcijom tjelesne mase i moguće izravno djelujući na upalu (14,15,16). Rezultati istraživanja podupiru potencijalno povoljne hondroprotektivne, imunomodulatorne i analgetske

učinke GLP-1A kod osteoartritisa. U jednom recentnom sistemskom pregledu Cheng i suradnici uključili su 11 studija, 7 pretkliničkih i 4 studije na ljudima. Unatoč izraženoj heterogenosti među pretkliničkim istraživanjima konzistentno su zabilježeni hondroprotektivni i imunomodulatorni učinci agonista receptora za glukagonu sličan peptid-1 (GLP-1) u kontekstu osteoartritisa. Pretklinički modeli nedvojbeno su ukazali na to da GLP-1 agonisti reduciraju ekspresiju kataboličkih čimbenika u hondrocitima, inhibiraju produkciju proteaza uključenih u degradaciju izvanstaničnog matriksa, uključujući matriksne metaloproteinaze (MMP) i agrekaneze te smanjuju apoptozu hondrocita, čime se posljedično povećava njihova vijabilnost. Paralelno s time, zabilježeno je pojačanje ekspresije anaboličkih markera matriksa, uključujući kolagen tipa II i aggrekan, što je rezultiralo reduciranim stupnjem erozije i destrukcije zglobne hrskavice. Ključni molekularni mehanizam koji posreduje ove povoljne biološke učinke primarno se pripisuje inhibiciji aktivacije signalnog puta nuklearnog faktora kappa B (NF-κB), što implicira značajnu ulogu GLP-1 agonista u modulaciji upalnog i kataboličkog odgovora u osteoartritisu (16).

S obzirom na središnju ulogu upale i metaboličke disfunkcije kod OA, Ryan i suradnici istaknuli su potencijalnu korisnost GLP-1 RA u liječenju OA, fokusirajući se i na neizravne učinke, poput smanjenja težine, ali i na potencijalne izravne učinke na upalne mehanizme i očuvanje hrskavice (1). Jedan od najvažnijih dokaza učinkovitosti GLP-1RA u OA prikazan je rezultatima kliničke studije STEP-9, u kojoj je semaglutid korišten u bolesnika s pretilošću i OA koljena (OAK). Nakon 68 tjedana, grupa koja je primala semaglutid postigla je prosječno smanjenje tjelesne mase od 13,7 % naspram 3,2 % u placebo grupi ($p < 0,001$). Također je zabilježen veći pad WOMAC skora boli (–41,7 vs –27,5; razlika 14,1 boda, $p < 0,001$) i poboljšanje SF36 fizičke funkcije (12,0 naspram 6,5 bodova; $p < 0,001$). Učestalost ozbiljnih nuspojava bila je slična, a 6,7 % je prekinulo terapiju zbog nuspojava (najčešće gastrointestinalne), nasuprot 3,0 % u placebo grupi. Ovi podaci podržavaju hipotezu da semaglutid može smanjiti bol i poboljšati funkciju koljena u populaciji s pretilošću i OA (17). Nadalje, u jednoj prospektivnoj, multicentričnoj, promatračkoj studiji praćeno je više od 40.000 odraslih osoba s klinički dijagnosticiranim osteoartritisom u Šangaju. Istraživanje je pokazalo da primjena GLP-1RA tijekom najmanje 2 godine u bolesnika s osteoartritisom koljena i dijabetesom tipa 2 rezultira umjerenim smanjenjem rezultata WOMAC indeksa (engl. Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), smanjenjem potrošnje analgetika, smanjenjem brzine gubitka hrskavice i nižom učestalošću operacija koljena. Ovi učinci djelomično su posredovani gubitkom tjelesne mase (13). Također, jedna kohortna analiza iz Tajvana ukazala je na to da je u populaciji s dijabetesom tipa 2 terapija GLP1 bila povezana s manjim rizikom razvoja OA koljena i nižom učestalošću totalne zamjene koljena (18).

Iz svega navedenog može se reći da integracija lijekova koji djeluju na metaboličke/upalne puteve i zglobne strukture predstavlja novu paradigmu u liječenju OA, naročito u metaboličkom fenotipu bolesti. Pretilost ne djeluje samo putem mehaničkog opterećenja nego adipokini, upalni citokini (IL1β, TNFα) i metaboličke disfunkcije dodatno pokreću lokalne degenerativne procese. Zato je modifikacija metabolizma i inflamacije logičan terapijski cilj, a GLP1 agonisti i potencijalno SGLT2 inhibitori potencijalno mogu biti lijekovi za liječenje OA. Međutim, brojna pitanja ostaju otvorena. Primjerice, koliki dio koristi od GLP1RA leži u gubitku težine vs. izravnim zglobnim učincima, kako stratificirati bolesnike prema metaboličkom fenotipu (inzulinska rezistencija, dislipidemija, upalni markeri) da bi se bolje predvidjelo tko će od ovog tipa liječenja imati najviše koristi, koje su doze, trajanje terapije i sigurnosni profili (GI nuspojave, CV i bubrežni učinci) optimalni za populaciju s OA-om. Pitanja koja se nameću su, primjerice, jesu li potrebne placebo-kontrolirane studije s imaging ishodom (MRI, analiza hrskavice) ili je dovoljno pratiti samo simptomatske ishode, i kako interpretirati kohortne studije koje ukazuju na povećani rizik razvoja OA u korisnika GLP1 RA.

Zaključno, GLP1 agonisti imaju značajan potencijal kao adjuvantna terapija kod OA, posebno u pacijenata s pretilošću. No, da bi postali klinički primjenjivi u tom kontekstu, potrebne su stratificirane, randomizirane studije s dugoročnim praćenjem, jasno definiranim strukturnim ishodima i sigurnosnim analizama.

Literatura

1. Ryan M, Megyeri S, Nuffer W, Trujillo JM. The potential role of GLP1 receptor agonists in osteoarthritis. Pharmacotherapy. 2025 Mar;45(3):177186. doi:10.1002/phar.70005.
2. GBD 2013; Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 19902013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet. 2015;386:743–800.
3. Sharma L. Osteoarthritis of the Knee. N Engl J Med. 2021;384:51–59.
4. Latourte A, Kloppenburg M, Richette P. Emerging pharmaceutical therapies for osteoarthritis. Nat Rev Rheumatol. 2020;16:673–688.
5. Cai X, Yuan S, Zeng Y, et al. New trends in pharmacological treatments for osteoarthritis. Front Pharmacol. 2021;12:645842.
6. Yeap SS. Current DMOAD options for the treatment of osteoarthritis. Clin Exp Rheumatol. 2020;38:802.
7. Li S, Cao P, Chen T, Ding C. Latest insights in diseasemodifying osteoarthritis drugs development. Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease. 2023;15. doi:10.1177/1759720X231169839
8. Dell'Isola, A.; Allan, R.; Smith, S.L.; Marreiros, S.S.P.; Steultjens, M. Identification of clinical phenotypes in knee osteoarthritis: A systematic review of the literature. BMC Musculoskelet. Disord. 2016; 17: 425.
9. Puenpatom RA, Victor TW. Increased prevalence of metabolic syndrome in individuals with osteoarthritis: an analysis of NHANES III data. Postgrad Med. 2009;121(6):9–20

10. Zheng H, Chen C. Body mass index and risk of knee osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of prospective studies. BMJ Open. 2015;5:e007568.
11. Wluka A, Lombard C, Cicuttini F. Tackling obesity in knee osteoarthritis. Nat Rev Rheumatol. 2013;9:225–235.
12. Messier SP, Resnik A, Beavers D, Mihalko SL, Miller GD, Nicklas BJ, et al. Intentional weight loss in overweight and obese patients with knee osteoarthritis: is more better? Arthritis Care Res. 2018;70:1569–1575.
13. Daugaard CL, Hangaard S, Bartels EM, Gudbergsen H, Christensen R, Bliddal H, et al. The effects of weight loss on imaging outcomes in osteoarthritis of the hip or knee in people who are overweight or obese: a systematic review. Osteoarthritis Cartilage. 2020;28:10–21.
14. Zhao X, Wang M, Wen Z, Lu Z, Cui L, Fu C, et al. GLP-1 receptor agonists: beyond their pancreatic effects. Front Endocrinol (Lausanne). 2021;12:721135. doi:10.3389/fendo.2021.721135
15. Zhu H, Zhou L, Wang Q, Cai Q, Yang F, Jin H, Chen Y, Song Y, Zhang C. Glucagon-like peptide-1 receptor agonists as a disease-modifying therapy for knee osteoarthritis mediated by weight loss: findings from the Shanghai Osteoarthritis Cohort. Ann Rheum Dis. 2023 Sep;82(9):1218-1226. doi: 10.1136/ard-2023-223845.
16. Cheng J, Solomon T, Estee M, Cicuttini FM, Lim YZ. Effect of glucagon-like peptide-1 receptor agonists in osteoarthritis: A systematic review of pre-clinical and human studies. Osteoarthritis Cartilage Open. 2025 Mar;7(8):100567. doi:10.1016/j.ocarto.2025.100567.
17. Bliddal H, Bays H, Czernichow S, Uddén Hemmingsson J, Hjelmesæth J, Hoffmann Morville T, Koroleva A, Skov Neergaard J, Vélez Sánchez P, Wharton S, Wizert A, Kristensen LE; STEP 9 Study Group. Once-Weekly Semaglutide in Persons with Obesity and Knee Osteoarthritis. N Engl J Med. 2024 Oct 31;391(17):1573-1583. doi: 10.1056/NEJMoa2403664. PMID: 39476339.
18. Lin, Chih-Ping; Chung, Chi-Hsiang; Lu, Chieh-Hua; Su, Sheng-Chiang; Kuo, Feng-Chih; Liu, Jhih-Syuan Li. At al. Glucagon-like peptide-1 receptor agonists therapy to attenuate the risk of knee osteoarthritis and total knee replacement in type 2 diabetes mellitus: A nation-wide population-based cohort study. Medicine 104(6):p e41243, February 07, 2025. | DOI: 10.1097/MD.0000000000041243

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-6

ULOGA SPIROERGOMETRIJE U DOZIRANJU VJEŽBI I INDIVIDUALIZIRANJU LIJEČENJA OSTEOARTRITISA KOLJENA

Izv. prof. dr. sc. Dubravka Bobek, dr. med.

Zavod za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu s reumatologijom
Klinička bolnica Dubrava, Avenija Gojka Šuška 6, 10000 Zagreb
dubravka.bobek @hotmail.com

Osteoartritis (OA) je najčešći oblik artritisa, a koljeno je najčešće zahvaćeni zglob (1). Prema dostupnim podacima simptomatski tip osteoartritisa koljena (OAK) pogađa gotovo četvrtinu (24 %) opće populacije (2). Iako se tradicionalno smatra lokaliziranom bolešću zgloba s dominantnim kliničkim manifestacijama poput boli, zakočenosti i smanjenog opsega pokreta, sve je više dokaza koji ukazuju na sistemske karakteristike OAK-a, posebice smanjenje funkcionalnog kapaciteta (3, 4). Procjena funkcionalnog kapaciteta u bolesnika s OAK-om omogućuje objektivnu evaluaciju fiziološkog odgovora pri opterećenju te daje okvir za individualni pristup liječenju, osobito kod osoba s komorbiditetima kardiovaskularnog tipa.

Naime, dobro poznati čimbenici rizika za OAK, primjerice starija dob, pretilost i tjelesna neaktivnost, zajednički su drugim kroničnim bolestima te komorbiditet u osoba s OAK-om nije rijetkost već pravilo. Prema literaturi, većina bolesnika uz OAK (59-87 %) ima barem još jednu kroničnu bolest najčešće kardiometaboličkog tipa, dok 31 % njih ima pet ili više kroničnih stanja, primjerice abdominalnu pretilost, arterijsku hipertenziju, dislipidemiju ili dijabetes (5-8). Takva učestalost komorbiditeta dovela je do koncepta tzv. metaboličkog fenotipa OA, gdje sistemski poremećaji ne samo da doprinose nastanku i progresiji OA nego predstavljaju pravi terapijski izazov (9). Procjenom funkcionalnog kapaciteta pomoću 6-minutnog testa hoda (engl. 6 Minute Walk Test, 6MWT) u istraživanju da Silva i suradnika pokazalo se da su pacijenti u prosjeku postigli svega 67 % očekivane udaljenosti te 68 % predviđenog pulsa, dok je 40 % imalo neadekvatan oporavak pulsa nakon opterećenja. Ovi nalazi sugeriraju značajno smanjen opći funkcionalni kapacitet bolesnika te fizičku dekondiciju, pri čemu je većina pacijenata imala radiološku klasifikaciju bolesti po Kellgrenu i Lawrencu tek prvog stupnja (3). Uočeni izostanak adekvatnog smanjenja srčane frekvencije u prvoj minuti oporavka kod više od trećine ispitanika (<15 otkucaja/min) u kliničkom kontekstu povezuje se s povećanim kardiovaskularnim rizikom, osobito u

bolesnika s već postojećim bolestima poput srčane insuficijencije, plućne hipertenzije i kronične opstruktivne plućne bolesti (KOPB). Rezultati navedenog istraživanja ukazuju na važnost sveobuhvatne procjene bolesnika s OAK-om, pri čemu se uz lokalnu procjenu zgloba mora uključiti i evaluacija opće fizičke kondicije. Intervencije usmjerene isključivo na simptomatsko olakšanje boli ili kirurško liječenje mogu biti nedostatne ako se ne uključe i sistemski čimbenici, osobito pretilost, niska razina tjelesne aktivnosti i prisutnost kardiometaboličkih bolesti. Stoga bi u sklopu terapijskog pristupa trebalo uključiti ciljane aerobne i kondicijske vježbe.

U prilog navedenog idu rezultati druge grupe autora koji su opisali smanjen aerobni kapacitet bolesnika s OAK-om u rasponu od 15 do 20 % u odnosu na zdravu populaciju (4). Poznato je da upravo smanjenje aerobnog kapaciteta kod osteoartritisa donjih ekstremiteta ima izravan negativan učinak na razinu funkcionalne neovisnosti u svakodnevnim aktivnostima. Brojne su studije potvrdile da različiti oblici aerobnih vježbi poput hodanja, trčanja, vožnje bicikla, plivanja, vježbi u vodi imaju pozitivan učinak na bol, ukočenost zglobova, funkcionalnu sposobnost i ukupni aerobni kapacitet pacijenata s OAK-om. Aerobne vježbe imaju i druge prednosti, kao što su povećanje kardiopulmonalne aktivnosti, smanjenje oksidativnog stresa, poticanje metabolizma masnog tkiva i sprječavanje atrofije mišića u pacijenata s OA koljena (10,11). Važno je istaknuti da različit intenzitet aerobnih vježbi ima različite fiziološke i terapijske učinke, primjerice aerobne vježbe niskog intenziteta prikladnije su za bolesnike s uznapredovalim OAK-om, dok su aerobne vježbe višeg intenziteta, uključujući i intervalni trening visokog intenziteta korisnije za bolesnike s klinički blažim OAK-om, osobito ako su funkcionalno očuvani i nemaju značajna kardiološka ograničenja (12). Upravo iz tog razloga, individualno određivanje ne samo intenziteta nego frekvencije, trajanja i vrste aerobnih vježbi postaje ključno u liječenju ovih bolesnika, što je u skladu s konceptom da se vježbe propisuju kao lijek. Međutim, iako je vježbanje prepoznato kao učinkovita i neophodna komponenta liječenja OAK-a, u kliničkoj praksi i znanstvenoj literaturi i dalje nedostaju jasne preporuke o individualnom doziranju vježbi. U tom kontekstu, spiroergometrija (engl. Cardiopulmonary Exercise Testing, CPET) predstavlja vrijedan alat jer omogućuje objektivno određivanje fizioloških granica i sigurnosnih pragova svakog pojedinog pacijenta. Spiroergometrija je test s opterećenjem koji mjeri respiratornu, kardiovaskularnu i metaboličku funkciju tijekom fizičkog napora.

Test se izvodi uz pomoć uređaja koji mjeri volumen i sastav izdahnutog zraka (O_2 i CO_2), čime se omogućuje procjena potrošnje kisika, proizvodnje ugljičnog dioksida, potrošnje energije te ventilacijskih parametara (13). Za razliku od 6MWT, koji pruža funkcionalnu, ali limitiranu procjenu u realnom

okruženju, spiroergometrija omogućuje detaljan uvid u fiziološke odgovore na opterećenje uključujući VO_2max, anaerobni prag, ventilacijsku efikasnost i srčani odgovor te može pomoći u individualnoj prilagodbi vježbi. U bolesnika s OAK-om, osobito onih s više komorbiditeta, spiroergometrija može otkriti latentne ograničavajuće čimbenike koji nisu nužno povezani s boli u zglobu, već s kardiovaskularnom ili respiratornom disfunkcijom. To je ključno jer funkcionalna onesposobljenost bolesnika s OAK-om ne mora značiti samo posljedicu boli ili deformiteta, već i sistemskih uzroka, poput kronične srčane insuficijencije, dekondicije, anemije ili plućne patologije, što spiroergometrija može jasno razlučiti.

Nadalje, spiroergometrijom se može definirati anaerobni prag, što je korisno u doziranju aerobnog treninga tijekom rehabilitacije, osobito jer se intenzitet vježbanja može prilagoditi tako da ostaje ispod praga anaerobne metaboličke aktivacije, čime se minimalizira zaduha i mišićni umor. U populaciji iz istraživanja da Silva i sur. jasno se pokazalo da većina pacijenata postiže puls koji je daleko ispod njihovog očekivanog maksimuma, što može ukazivati ili na kroničnu fizičku neaktivnost ili na prisutnost latentne kardiološke bolesti. Primjena spiroergometrije u takvom kontekstu omogućila bi razgraničavanje fizioloških ograničenja i selekciju bolesnika koji mogu imati koristi od ciljane kardiološke obrade, uz istovremeno smanjenje rizika tijekom vježbanja. Spiroergometrija se u rutinskoj kliničkoj praksi koristi kao dijagnostička i evaluacijska metoda u okviru kardiološke i pulmološke rehabilitacije. U Zavodu za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu s reumatologijom Kliničke bolnice Dubrava, testiranje funkcionalnog kapaciteta spiroergometrijom provodi se prije uključivanja u specifične rehabilitacijske programe. Ova metoda omogućuje individualizirano planiranje zona treninga te propisivanje ciljane, pravodobne i optimalno dozirane aerobne aktivnosti, prilagođene specifičnim potrebama različitih kategorija pacijenata. Osim dijagnostičke vrijednosti, spiroergometrija ima vrijednost i u motiviranju bolesnika. Pacijenti koji vizualno vide svoj napredak u VO_2 max ili pomicanje anaerobnog praga tijekom rehabilitacije pokazuju višu razinu adherencije na program vježbanja. Ujedno, spiroergometrija može poslužiti kao objektivna mjera učinkovitosti rehabilitacijskih protokola u bolesnika s OAK-om.

Primjerice, ako nakon 8-tjednog programa vježbanja dođe do poboljšanja u VO_2 max ili u ventilacijskoj efikasnosti, to je dokaz realnog funkcionalnog napretka, neovisno o subjektivnom osjećaju boli. Primjenom spiroergometrije može se precizno utvrditi maksimalna potrošnja kisika (VO_2max), kao pokazatelj aerobnog kapaciteta, anaerobni prag (engl. Anaerobic Threshold, AT), ventilacijski prag (engl. Ventilatory Threshold 1, VT1) koji predstavlja najviši intenzitet vježbanja pri kojem još uvijek dominira aerobni metabolizam, te ventilacijska efikasnost (VE/VCO_2) kao indikator respiratorne rezerve

i moguće plućne patologije. Rezultati spiroergometrije omogućuju liječniku da jasno definira ciljani intenzitet treninga u odnosu na AT, primjerice 60–70 % VO_2max, ili 10–20 otkucaja/min ispod AT-a, čime se pacijent zadržava u sigurnoj zoni opterećenja s minimaliziranim rizikom od zglobnog preopterećenja, kardiološke dekompenzacije ili respiratorne dispneje.

Osim toga, rezultati spiroergometrijskog testiranja omogućuju i stratifikaciju pacijenata prema funkcionalnom kapacitetu, pri čemu oni s očuvanim AT-om i VO_2max-om mogu biti kandidati za više intenzitete ili intervalne protokole, dok se kod slabije kondicioniranih ili pacijenata s komorbiditetom indiciraju protokoli niskog do umjerenog intenziteta, uz češće monitoriranje (13,14). Na taj način, spiroergometrija omogućuje klinički precizno doziranje vježbanja prema principima FITT modela (engl. Frequency, Intensity, Time, Type) (15). Primjerice: frekvencija može biti npr. 3–5 puta tjedno, intenzitet određen kao % VO_2max, % HRmax ili ispod AT, vrijeme trajanja sesije prilagođeno aerobnom kapacitetu (npr. 20–45 minuta) te vrsta vježbi odabrana na temelju statusa lokomotornog statusa i preferencija pacijenta. Takav pristup ujedno omogućuje prepoznavanje ranih znakova kardiovaskularne ili respiratorne disfunkcije u pacijenata s OAK-om, osobito onih s latentnim komorbiditetima poput hipertenzije, ishemijske bolesti srca, zatajivanja srca ili KOPB-a. Sumarno, individualizirano doziranje aerobnih vježbi pomoću spiroergometrije može povećati učinkovitost rehabilitacije, smanjiti rizik od nuspojava (npr. bolova, zglobnog preopterećenja, kardioloških incidenata) i potaknuti adherenciju pacijenata kroz personalizirani pristup. I na kraju, ali ne manje važno, osim što razumijevanje kardiorespiratornog statusa i ograničenja funkcionalnog kapaciteta može omogućiti sigurnije provođenje konzervativnog liječenja, ova procjena može smanjiti rizik tijekom kirurškog liječenja budući da kardiovaskularni komorbiditet predstavlja potencijalni rizik za pacijente kojima je potrebno kirurško liječenje.

Zaključno, iako su dokazi o učinkovitosti vježbanja u liječenju OAK-a brojni, još uvijek postoji potreba za jasnim preporukama u doziranju vježbi koje će biti prilagođene specifičnim potrebama svakog pacijenta. U tom kontekstu, spiroergometrija kao objektivna metoda procjene kardiorespiratorne funkcije i maksimalnog kapaciteta tjelesne aktivnosti može igrati ključnu ulogu u individualizaciji terapijskih programa. Precizno mjerenje funkcionalnog kapaciteta putem spiroergometrije omogućuje ciljano prilagođavanje intenziteta i trajanja vježbi, čime se povećava učinkovitost i sigurnost terapije za pacijente s OAK-om te integracija spiroergometrije u kliničku praksu predstavlja važan korak prema personaliziranom pristupu u liječenju osteoartritisa koljena. Spiroergometrija je koristan alat u holističkom liječenju osoba s osteoartritisom koljena time što pomaže u identifikaciji ograničavajućih čimbenika,

optimizira doziranje vježbi, povećava sigurnost rehabilitacije, omogućuje praćenje napretka te poboljšava ishode liječenja kroz personalizirani pristup.

Literatura

1. Dell'Isola A, Steultjens M. Classification of patients with knee osteoarthritis in clinical phenotypes: Data from the osteoarthritis initiative. PLoS One. 2018;13(1):e0191045.
2. Pereira D, et al. The effect of osteoarthritis definition on prevalence and incidence estimates: A systematic review. Osteoarthritis Cartilage. 2011;19(11):1270–1285.
3. da Silva EB, et al. Functional capacity in patients with knee osteoarthritis: Cross-sectional study. Acta Ortop Bras. 2024;32(spe1):e272993.
4. Kunduracilar Z, Selici K. Cardiovascular and Functional Capacity of Patients with Knee Osteoarthritis. In: Osteoarthritis Biomarkers and Treatments. IntechOpen; 2019.
5. van Dijk Gm, Veenhof C, Schellevis F et al.: Comorbidity, limitations in activities and pain in patients with osteoarthritis of the hip or knee. BMC Musculoskelet Disord 2008; 9: 95.
6. Kadam Ut, Jordan K, Croft Pr: Clinical comorbidity in patients with osteoarthritis: a case-control study of general practice consulters in England and Wales. Ann Rheum Dis 2004; 63: 408-14.
7. Puenpatom Ra, Victor Tw: Increased prevalence of metabolic syndrome in individuals with osteoarthritis: an analysis of NHANES III data. Postgrad Med 2009; 121: 9-20.
8. Kadam Ut, Croft Pr: Clinical comorbidity in osteoarthritis: associations with physical function in older patients in family practice. J Rheumatol 2007; 34: 1899-904.
9. Dell'Isola, A.; Allan, R.; Smith, S.L.; Marreiros, S.S.P.; Steultjens, M. Identification of clinical phenotypes in knee osteoarthritis: A systematic review of the literature. BMC Musculoskelet. Disord. 2016; 17: 425.
10. Ferreira GE, Robinson CC, Wiebusch M, Viero CC, da Rosa LH, Silva MF. Effect of exercise therapy on knee adduction torque in people with knee osteoarthritis: a systematic review. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2015;30(5):521–7. doi:10.1016/j.clinbiomech.2015.03.028
11. Gay C, Chabaud A, Guilley E, Coudeyre E. Education patients about the benefits of physical activity and exercise for theit hip and knee osteoarthritis: a systematic literature review. Ann Phys Rehabil Med. 2016;59(3):174–83. doi:10.1016/j.rehab.2016.02.005
12. Zeng CY, Zhang ZR, Tang ZM, Hua FZ. Benefits and mechanisms of exercise training for knee osteoarthritis. Front Physiol. 2021;12:794062. doi:10.3389/fphys.2021.794062
13. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ. Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
14. Arena R, Myers J, Guazzi M. The clinical and research applications of aerobic capacity: why VO2 max should be measured in clinical practice. Circulation. 2007;115(17):2349–2356.
15. Stavrinou PS, Astorino TA, Giannaki CD, Aphamis G, Bogdanis GC. Customizing intense interval exercise training prescription using the "frequency, intensity, time, and type of exercise" (FITT) principle. Front Physiol. 2025;16:1553846. doi: 10.3389/fphys.2025.1553846.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-7

SPIROERGOMETRIJA – PRAKTIČNA PRIMJENA U PLANIRANJU REHABILITACIJSKOG PROGRAMA

Katarina Doko Šarić, dr. med.,
specijalizantica fizikalne medicine i rehabilitacije,

Zavod za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu s reumatologijom
Klinička bolnica Dubrava

Ključna komponenta svakog rehabilitacijskog programa je medicinski vođen aktivni pokret. Dokazano je da vježba, osim što doprinosi gubitku tjelesne težine i smanjenju kardiovaskularnih čimbenika rizika, poboljšava kardiovaskularnu kondiciju, smanjuje krhkost i učestalost padova te u konačnici smanjuje smrtnost. Medicinska gimnastika također ima važnu ulogu u održavanju funkcionalne neovisnosti bolesnika i poboljšava kvalitetu života.(1,2) Program vježbanja treba biti prilagođen zdravstvenom stanju i trenutačnoj tjelesnoj spremi bolesnika. Za individualizaciju intenziteta vježbanja smjernice preporučuju provođenje testiranja progresivnog fizičkog opterećenja.(3)

Spiroergometrija, odnosno test kardiopulmonalnog opterećenja (CPET – engl. Cardiopulmonary Exercise Testing), predstavlja jednu od najsveobuhvatnijih dijagnostičkih metoda za procjenu sposobnosti organizma da se prilagodi fizičkom opterećenju. Omogućuje istodobno mjerenje i analizu respiratornih, cirkulatornih, metaboličkih i mišićnih odgovora.(4) Ona ne samo da pomaže u procjeni trenutne kondicije, već daje i objektivne parametre koji omogućuju precizno doziranje tjelesne aktivnosti, praćenje napretka te evaluaciju ishoda rehabilitacije.(5)

Spiroergometrija se provodi najčešće na pokretnoj traci ili cikloergometru, pri čemu se intenzitet opterećenja postupno povećava dok bolesnik ne dostigne maksimalni podnošljivi napor ili dok ne nastupe kliničke indikacije za prekid testa.(6) Tijekom CPET-a dolazi do povećanja potrošnje kisika (VO_2) proporcionalno opterećenju, a istodobno raste i proizvodnja ugljičnog dioksida (VCO_2) zbog povećane aktivnosti metabolizma. Potrošnja kisika (VO_2) pokazatelj je aerobnog kapaciteta, a maksimalna potrošnja kisika (VO_2max) zlatni je standard za mjerenje kardiorespiratorne kondicije.(4) Produkcija ugljikovog dioksida (VCO_2) prati se zajedno s VO_2 radi određivanja metaboličkih prijelaznih točaka. U aerobnim uvjetima opskrba energijom se odvija prvenstveno putem oksidativne fosforilacije, no pri dostizanju anaerobnog

praga organizam prelazi na anaerobni metabolizam, što se odražava porastom laktata i povećanom ventilacijom.(4) Anaerobni prag (AT) ključan je za propisivanje sigurnog i učinkovitog intenziteta vježbanja. Kardiovaskularni sustav odgovara linearnim povećanjem srčane frekvencije i minutnog volumena srca, čime se osigurava veća isporuka kisika mišićima. Parametar O_2 puls (VO_2/HR) često se koristi kao neinvazivni pokazatelj udarnog volumena i efikasnosti srčane pumpe.(5) Respiratorni sustav prilagođava se porastom ventilacije, pri čemu se može izračunati ventilacijska učinkovitost (VE/VCO_2) koja pruža važne informacije o odnosu ventilacije i perfuzije u plućima.(7) Respiratorni kvocijent ($RQ = VCO_2/VO_2$) pokazatelj je vrste metaboličkog supstrata koji se koristi za dobivanje energije.

Značaj spiroergometrije za specijalista rehabilitacijske medicine:

1. određivanje uzroka dispneje i intolerancije napora (8)
2. objektivizacija funkcionalnog statusa (7)
3. individualizacija rehabilitacijskog programa (9)
4. praćenje napretka (10)
5. procjena radne sposobnosti i reintegracije u profesionalne ili sportske aktivnosti (11)

Ovisno o potrebama bolesnika i postavljenim ciljevima, rezultati spiroergometrije mogu se primijeniti u različitim rehabilitacijskim područjima. Posebno se koriste u rehabilitaciji osoba sa srčanim i plućnim bolestima te metaboličkim poremećajima, kao i u neurološkoj rehabilitaciji.

Osteoartritis (OA) kao kronična degenerativna bolest zglobova koja uzrokuje bol, smanjenu pokretljivost i strah od kretanja kod bolesnika dovodi do smanjene razine tjelesne aktivnosti, posljedičnog smanjenja kardiorespiratornog kapaciteta i razvoja sekundarne sarkopenije, što dodatno pogoršava funkcionalne ishode.(12) Iako je tjelesna aktivnost ključna komponenta liječenja OA, često je izazov za fizijatra odrediti siguran i optimalan intenzitet vježbanja, pogotovo s obzirom na učestale komorbiditete, poput pretilosti, kardiovaskularnih bolesti ili dijabetesa koje ti bolesnici imaju. Tu važnu ulogu ima spiroergometrija, koja omogućava objektivnu i individualiziranu procjenu funkcionalnih sposobnosti bolesnika.(13)

U svakodnevnoj kliničkoj praksi fizijatar koristi rezultate spiroergometrije za izradu individualnog plana rehabilitacije koji uključuje vrstu, intenzitet, učestalost i trajanje vježbi. Najčešće se primjenjuje princip ciljanih zona opterećenja, gdje se intenzitet tjelesne aktivnosti određuje prema postignutom aerobnom (VT1) i anaerobnom pragu (VT2) ili određenom postotku VO_2max (npr. 40–60 % kod kardioloških bolesnika, 50–70 % kod sportaša u rehabilitaciji).(3) Na temelju parametara ventilacijske učinkovitosti može se odabrati i

odgovarajući tip vježbanja – kontinuirani aerobni trening, intervalni trening ili kombinacija s vježbama snage.(9) U slučajevima kada spiroergometrija pokaže značajna ventilacijska ograničenja u plan rehabilitacije uključuju se vježbe disanja i posturalni trening.(14) Kod bolesnika s izraženim umorom ili smanjenom tolerancijom napora, rehabilitacijski program se planira u kraćim intervalima s postupnim povećanjem opterećenja, što osigurava sigurnost i održavanje motivacije bolesnika. Jedna od najvećih praktičnih vrijednosti spiroergometrije sportskoj medicini upravo je mogućnost preciznog određivanja zona vježbanja.(15) Zona 1 (ispod VT1) lagana je aerobna aktivnost, pogodna za početnu fazu rehabilitacije, za bolesnike s niskim funkcionalnim kapacitetom ili u fazama oporavka. Zona 2 (između VT1 i VT2) umjerenog je intenziteta, najčešće preporučena za kardiovaskularnu i metaboličku rehabilitaciju, jer potiče adaptacije bez prevelikog rizika (9). Zona 3 (iznad VT2) je visokointenzivni trening, a koristi se selektivno u sportaša ili u naprednijim fazama rehabilitacije, kada je bolesnik stabilan i pod nadzorom.(10)

Svi podatci koji proizlaze iz CPET-a omogućuju fizijatru da precizno dozira intenzitet tjelesne aktivnosti, maksimizira terapijski učinak i smanji rizik od komplikacija. Iako je metoda sigurna, postoje neke kontraindikacije koje se moraju uzeti u obzir. Apsolutne kontraindikacije uključuju: akutni infarkt miokarda u posljednja dva dana, nestabilnu anginu pectoris, teške simptomatske aritmije, dekompenziranu srčanu insuficijenciju, akutnu plućnu emboliju ili disekciju aorte. Relativne kontraindikacije uključuju umjerenu aortnu stenozu, nekontroliranu hipertenziju, visoki rizik od aritmija, ozbiljne metaboličke ili endokrine poremećaje te značajnu lokomotornu onesposobljenost koja onemogućava izvođenje testa.(8) Unatoč tim ograničenjima, prednosti daleko nadmašuju mane, osobito uz pravilnu selekciju bolesnika i provođenje testa uz odgovarajući nadzor medicinskog osoblja.

Spiroergometrija povezuje dijagnostiku i terapiju jer istodobno procjenjuje funkcionalni kapacitet i pruža temelje za individualizirano propisivanje vježbanja. Time prelazi granice čiste dijagnostike i postaje ključni alat za terapijsko usmjeravanje. Posebno je vrijedna u rehabilitacijskoj medicini, gdje se radi s heterogenim populacijama bolesnika i različitim komorbiditetima. Budući razvoj rehabilitacijske medicine usmjeren je prema personaliziranoj terapiji, a spiroergometrija svojim sveobuhvatnim parametrima predstavlja ključan alat u ostvarivanju tog cilja.

Reference

1. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. N Engl J Med. 2002;346(11):793–801. doi:10.1056/NEJMoa011858.
2. Schopfer DW, Forman DE. Cardiac rehabilitation in older adults. Can J Cardiol. 2016;32(9):1088–1096. doi:10.1016/j.cjca.2016.03.003.

3. Hansen D, Abreu A, Ambrosetti M, Cornelissen V, Gevaert AB, Greco E, et al. Exercise intensity assessment and prescription in cardiovascular rehabilitation and beyond: why and how—EAPC position statement. Eur J Prev Cardiol. 2022;29(1):230–244. doi:10.1093/eurjpc/zwab007.
4. Sue DY, Hansen JE, Stringer WW, Whipp BJ. Wasserman & Whipp's Principles of Exercise Testing and Interpretation. 6th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2020.
5. Arena R, Myers J, Guazzi M. The clinical and research applications of cardiopulmonary exercise testing. Circulation. 2011;123(6):668–680. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.914788.
6. Balady GJ, Arena R, Sietsema K, Myers J, Coke L, Fletcher GF, et al. Clinician's guide to cardiopulmonary exercise testing in adults. Circulation. 2010;122(2):191–225. doi:10.1161/CIR.0b013e3181e52e69.
7. Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R, et al. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. Eur Respir J. 2007;29(1):185–209. doi:10.1183/09031936.00046906.
8. Sun XG, Hansen JE, Garatachea N, Storer TW, Wasserman K. Exercise pathophysiology in patients with chronic heart failure. Circulation. 2001;104(4):429–435. doi:10.1161/hc2901.091698.
9. Piepoli MF, Corrà U, Benzer W, Bjarnason-Wehrens B, Dendale P, Gaita D, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: from knowledge to implementation. Eur Heart J. 2016;37(23):2129–2140. doi:10.1093/eurheartj/ehw106.
10. Guazzi M, Adams V, Halle M, Meyer K, Arena R, Piepoli MF. Clinical recommendations for CPET data assessment in specific patient populations. Eur Heart J. 2012;33(23):2917–2927. doi:10.1093/eurheartj/ehs221.
11. Guazzi M, Bandera F, Ozemek C, Systrom D, Arena R. Cardiopulmonary exercise testing: what is its value? J Am Coll Cardiol. 2017;70(13):1618–1636. doi:10.1016/j.jacc.2017.08.012.
12. Rausch Osthoff AK, Niedermann K, Braun J, Adams J, Brodin N, Dagfinrud H, et al. EULAR recommendations for physical activity in people with inflammatory arthritis and osteoarthritis. Ann Rheum Dis. 2018;77(9):1251–1260. doi:10.1136/annrheumdis-2018-213585.
13. Messier SP, Mihalko SL, Legault C, Miller GD, Nicklas BJ, DeVita P, et al. Effects of intensive diet and exercise on knee joint loads, inflammation, and clinical outcomes among overweight and obese adults with knee osteoarthritis (IDEA). JAMA. 2013;310(12):1263–1273. doi:10.1001/jama.2013.277669.
14. Spruit MA, et al. Pulmonary rehabilitation: new perspectives. Eur Respir J. 2013;42:420–441.
15. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 11th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2021.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-8

INFILTRACIJSKE TEHNIKE LIJEČENJA KOD OSTEOARTRITISA KOLJENA

Dr. sc. Darija Granec, dr. med., specijalist fizikalne medicine i rehabilitacije, uži specijalist iz reumatologije

Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju Krapinske Toplice
Odjel za medicinsku rehabilitaciju ortopedsko-reumatoloških bolesnika
Kontakt: dgranec@gmail.com

Artrocenteza i intraartikularna primjena lijeka u zglob koljena jesu standardni dio liječenja u zbrinjavanju osteoartritisa. Iako je to komponenta konzervativnog neoperativnog liječenja osteoartritisa, metoda je invazivna i nosi određene rizike s kojima treba upoznati pacijenta, a liječnici trebaju biti educirani kako bi liječenje bilo sigurno i učinkovito za pacijenta.

Najčešće indikacije za artrocentezu i aspiraciju zglobnog sadržaja jesu akutizacija osteoartritisa uz pojavu otekline i bolnost, posttraumatska stanja ili artritis koljena, bilo septičke etiologije bilo u sklopu upalne reumatske bolesti. Aspiracija sama po sebi može biti terapijska jer već samom evakuacijom zglobne tekućine se učini dekompresija i smanji napetost i bolnost, a u istom aktu kroz istu iglu može se aplicirati i lijek (kortikosteroid, lokalni anestetik, ortobiološki pripravak i slično). U području koljena infiltracijske tehnike liječenja koristimo i kod pojave burzitisa, uključujući i Bakerovu cistu, te kod tendinopatija i entezopatija (npr. patelarne tetive).

Postoji više pristupa koljenom zglobu koji su definirani anatomskim strukturama, a kliničari ih koriste ovisno o indikaciji i eventualnim strukturnim promjenama zgloba. Najčešće se u praksi koristi srednje-patelarni lateralni pristup (engl. midpatellar lateral), koji se primarno preporuča kod potrebe aspiracije zglobne tekućine. Prema podacima iz literature, najveću točnost intrartikularne primjene lijeka postiže se anterolateralnim pristupom ili srednje-patelarnim lateralnim pristupom, dok je najniža točnost aplikacije kod srednje-patelarnog medijalnog pristupa koljenu.

U odnosu na ultrazvučno navođenu iglu, kada je točnost primjene lijeka oko 95 %, kod primjene „naslijepo" točnost primjene lijeka varira od 77 % do 95 %. Kod konvencionalnog „slijepog" ubrizgavanja, također postoji rizik od slučajnog oštećenja okolnih struktura iglom ili ubrizganim lijekom, što može dovesti do ozbiljnih komplikacija.

Ultrazvučno vođene infiltracije kliničaru omogućuju sigurniji i precizniji način infiltracije lijeka u odnosu na infiltracije „naslijepo", te su zbog dostupnosti UZV uređaja u zdravstvenim ustanovama sve zastupljenije u svakodnevnom radu liječnika. S druge strane, u pogledu ultrazvučnog navođenja igle postoje ograničenja kada iglu pozicionirate ispod koštane strukture (npr. osteofiti ili patela) jer iglu nećete moći vizualizirati u kontinuitetu, što je upravo slučaj kod intraartikularne primjene lijeka u koljeni zglob. Isto tako, potrebno je značajno vrijeme učenja tehnike navođenja igle pod kontrolom ultrazvuka jer je potrebno uskladiti pokrete ruke kojom držite ultrazvučnu sondu i ruke u kojoj držite špricu i iglu s vizualnim prikazom na ekranu.

Kod artroceneteza uvijek treba postupati prema pravilima asepse te očistiti kožu kroz koju se uvodi igla u zglob, te izbjegavati bilo kakav ubod koji prolazi kroz oštećenu kožu kako bi se prevenirala komplikacija septičkog artritisa. Također treba provjeriti s pacijentom postojanje alergije na lijek koji planirate primjenjivati. Za aspiraciju zglobne tekućine najčešće se primjenjuju šprice od 20 mL do 50 mL i igle od 22 gauge, a za injekcije igle od 25 gauge i šprice od 5 do 10 mL.

Literatura

1. Saha P, Smith M, Hasan K. Accuracy of Intraarticular Injections: Blind vs. Image Guided Techniques-A Review of Literature. J Funct Morphol Kinesiol. 2023 Jun 29;8(3):93.
2. Jackson DW, Evans NA, Thomas BM. Accuracy of needle placement into the intra-articular space of the knee. J Bone Joint Surg (Am) 2002;84-A:1522–7.
3. Esenyel C, Demirhan M, Esenyel M, et al. Comparison of four different intraarticular injection sites in the knee: a cadaver study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2007;15:573–7.
4. Im SH, Lee SC, Park YB, Cho SR, Kim JC. Feasibility of sonography for intraarticular injections in the knee through a medial patellar portal. J Ultrasound Med 2009;28:1465–70.
5. Lockman LE. Practice tips. Knee joint injections and aspirations: the triangle technique. Can Fam Physician. 2006 Nov;52(11):1403-4.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-9

KVANTITATIVNA EVALUACIJA I ICF KLASIFIKACIJA U OSTEOARTRITISU KOLJENA

Prof. dr. sc. Simeon Grazio, dr. med.,
specijalist fizikalne medicine i rehabilitacije,

Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
KBC Sestre milosrdnice, Vinogradska 29, Zagreb

Klasično, osteoartritis se manifestira bolovima u zglobovima i gubitkom funkcije, a u uznapredovaloj fazi mogu se razviti deformacije, otekline i slabost mišića. Simptomatologija OA koljena može biti raznolika, simptomi i znakovi bolesti se očituju različito (npr. u različitom intenzitetu; bol je subjektivni fenomen), a značajne su razlike i u onesposobljenosti među bolesnicima. Kako globalni pristup nije standardiziran, postoje izazovi u dijagnosticiranju, ocjeni stupnja težine bolesti i odgovora na terapiju kako u istraživanjima, tako i u kliničkom radu.

U praksi se nedovoljno razgraničavaju klasifikacijski od dijagnostričkih kriterija. U kliničkim se studijama OA koljena najčešće koriste klasifikacijski kriteriji Altmana i sur. (1) Za razvoj skupova kriterija korištene su varijable iz anamneze, fizikalnog pregleda, laboratorijskih testova i rendgenskih snimaka. Neki elementi se posebno ističu. Povećanje kostiju pri fizikalnom pregledu specifično je za osteoartritis koljena (95 %), iako je manje osjetljivo (55 %), dok je krepitus osjetljiv (89 %), iako, također, tek donekle specifičan (58 %). Osteofiti na rendgenskim snimkama koljena su i osjetljivi (91 %) i prilično specifični (83 %). Kombinacija osteofita i boli u koljenu ima dobru osjetljivost (83 %) i specifičnost (93 %), s omjerom vjerojatnosti od 11,9. (Omjer vjerojatnosti = osjetljivost / (1 – specifičnost.) Ako je omjer vjerojatnosti > 1, pozitivan test ukazuje na to da je vjerojatnost bolesti nakon testa veća od vjerojatnosti prije testa.

Prema prijedlogu EULAR-a dijagnostički kriteriji uključuju definiciju osteoartritisa koljena i njegove čimbenike rizika, podskupine, tipične simptome i znakove, korištenje slikovnih i laboratorijskih testova te diferencijalnu dijagnozu. Tri simptoma (uporna bol u koljenu, jutarnja ukočenost ograničenog trajanja i smanjena funkcija) i tri znaka (krepitacije, ograničena pokretljivost i povećanje kostiju / koštana izbočenja) najkorisniji su. Uz pretpostavku prevalencije osteoartritisa koljena od 12,5 % u odraslih osoba u dobi od > ili =

45 godina, procijenjena vjerojatnost radiografskog OA koljena povisuje se s povećanjem broja pozitivnih značajki, do 99 % kada je prisutno svih šest simptoma i znakova. Iako ne postoji dogovoreni referentni standard, sama temeljita klinička procjena može pružiti pouzdanu dijagnozu. (2)

Brojne su mjere ocjene bolesnika i ishoda intervencija u bolesnika s OA. (3)

Bol je najvažniji simptom i simptom koji bolesnici žele prioritetno ukloniti. Bol, uz zakočenost i deformacije, najznačajnije negativno utječe na funkcionalnu sposobnost i kvalitetu života. Nedavno je multidisciplinarna skupina vodećih stručnjaka iz područja boli (Međunarodna udruga za istraživanje boli; engl. skr. IASP) ponudila ažuriranu definiciju „boli", pri čemu je posebno istaknuto da je bol osobno, subjektivno i višedimenzionalno iskustvo, koje može biti oblikovano nizom bioloških, psiholoških i društvenih čimbenika. S ciljem olakšanja implementacije i usklađivanjem s trenutnim praksama Radna skupina za osteoartritis kuka i koljena Međunarodnog konzorcija za mjerenje zdravstvenih ishoda za OA kuka i koljena (engl. skr ICHOM-HKO) preporučila je standardni set mjera ishoda prikladan za upotrebu u svim okruženjima liječenja i skrbi, a uključuje procjenu boli u zglobovima, fizičko funkcioniranje, kvalitetu života povezanu sa zdravljem (engl. skr. HR-QoL), radni status, smrtnost, reoperacije, ponovne prijame i opće zadovoljstvo rezultatima liječenja. Za mjerenje intenziteta boli ICHOM-HKO preporuča vizualnu analognu ljestvicu (engl. skr. VAS) ili 11-stupanjsko numeričko ocjenjivanje (engl. skr. NRS), s vremenom prisjećanja od 1 tjedan.(4)

Za ocjenu prednje koljenske boli u OA koljena prikladan instrument je „pressure" algometar, kojim se može specifično procijeniti bol u prednjem dijelu koljena, bolje od drugih metoda, kao što je VAS. Nakon kratke edukacije ima dobru unutarispitivačku i prihvatljivu međuispitivačku konzistenciju mjerenja (engl. Intraclass correlation coefficient; skr. ICC). (5) Kod ocjene boli u koljenu ne smije se zanemariti ni neuropatska sastavnica, pri čemu se, u nedostatku zlatnog standarda, koriste različiti upitnici. Među njima su, u recentnoj preporuci dvaju uglednih europskih organizacija, upitnici Douleur Neuropathique en 4 (DN4), I-DN4 (samoizvještavajući DN4) i Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs (LANSS) dobili snažnu preporuku, dok su S-LANSS (samoizvještavajući LANSS) i PainDETECT dobili slabu preporuku u dijagnostičkom postupniku kod sumnje na neuropatsku bol.(6) U okviru obilježja mišićnokoštane boli sve se više naglašava nociplastična bol, za koju su od strane radne skupine IASP-a razvijeni klinički kriteriji. (7)

Opseg pokreta (engl. range of motion, skr. ROM) validiran je i reproducibilan način mjerenja funkcije koljenskog zgloba, koji se često koristi kao mjera ishoda u osoba s OA koljena. Mjerenje ROM-a kod osoba s OA koljena goniometrom ima izvrsnu pouzdanost. Međutim, druge psihometrijske informacije

za procjenu ROM-a koljena goniometrom su ograničene. Recentno je određena minimalna klinički važna promjena (MCIC) fleksije koljena kod osoba s OA koljena nakon nekirurških intervencija korištenjem metaanalitičkog pristupa. Linearni odnosi između Δ boli u mirovanju-VAS (0-100 mm) i Δ fleksije bili su - 0,29 (- 0,44; - 0,15) (β: posteriorni medijan (CrI: interval vjerodostojnosti)). Odnosi između Δ boli tijekom aktivnosti VAS i Δ fleksije bili su - 0,29 (- 0,41, - 0,18), a Δ boli-opće VAS i Δ fleksije bili su - 0,33 (- 0,42, - 0,23). Odnos između Δ funkcije-WOMAC (od 100) i Δ fleksije bio je - 0,15 (- 0,25, - 0,07). Povećana Δ fleksija bila je povezana sa smanjenom Δ boli-VAS i povećanom Δ funkcije-WOMAC. Točkovne procjene za MCIC fleksije koljena kretale su se od 3,8 do 6,4 stupnjeva. (8) Još je jedna mjera opsega pokreta recentno došla u fokus stručne javnosti, jer je u sustavnom pregledu ishoda za koljeno pokazala najbolju validnost u OA i stanjima nakon ugradnje endoproteze, a to je Copenhagen Knee Range of Motion Scale. Kroz iterativni proces ta je ljestvica osmišljena s 2 stavke i s 11 ilustracija pokreta koljena kroz povećanje kuta fleksije od po 15 stupnjeva. Taj je alat prilagođen pacijentu i dobra je alternativa pasivnom mjerenju ROM-a za registre, istraživanje i za odabranu kliničku upotrebu. Korelacija je bila 0,79 i 0,63, a kappa vrijednosti pri ponovnom testiranju bile su 0,84 i 0,66. Za fleksiju < 110 stupnjeva, osjetljivost procjene pacijenata bila je 88 %, a specifičnost 88 %. Za granicu od 100 stupnjeva, vrijednosti su bile 95 % i 81 %. Za deficite ekstenzije >10 stupnjeva, osjetljivost je bila 78 %, a specifičnost 70 %. Vrijednosti su bile 100 % i 66 % za granicu od 15 stupnjeva. (9)

Glede ocjene funkcionalnog statusa postoje brojni upitnici. (10) U Americi, ali i u Europi, najkorišteniji je Western Ontario and McMaster University upitnik (WOMAC). Osmišljen je za ocjenu aktivnosti svakodnevnog života, funkcionalne pokretljivosti, hoda, općeg zdravlja i kvalitete života (QoL). Ima 24 stavke i tri podskale, za bol (5 pitanja), za ukočenost (2 pitanja) i za funkciju (17 pitanja), bodovanih na petostupanjskoj ordinalnoj ljestvici (od 0 – „bez" do 4 – „izrazito jako"). Viši WOMAC rezultati ukazuju na jaču bol, ukočenost i funkcionalna ograničenja. Dokazana je njegova valjanost, pouzdanost i osjetljivost, s tim da je valjanost kod ponovnog testiranja za bol, ukočenost i funkciju izraženo kao ICC: 0,74, 0,58 i 0,92. Lesquenov algofunkcijski upitnik za funkciju kuka i koljena, u uporabi je od 1987. godine, uglavnom u Europi. Sadrži 3 podskale: bol ili nelagoda (5 pitanja), maksimalna duljina hoda (1 pitanje) i ASŽ (4 pitanja). Raspon vrijednosti za svaku podskalu je od 0 do 8, pa je maksimalni rezultat 24, a viša vrijednost govori za veću onesposobljenost. Varijabilnost između ispitivača je 0,55. Vrijednosti za koljeno su nešto niže nego za kuk. Vrijednosti Lesquenovog upitnika između 10 i 12 upućivale bi na potrebu ugradnje endoproteze koljena. KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score) samoizvještavajući je upitnik, koji je proširena

inačica WOMAC upitnika (uključena su sva pitanja iz WOMAC-a). Radi se o multidimenzionalnom alatu, koji sadrži 42 stavke u pet domena: bol, ostali simptomi, aktivnosti svakodnevnog života (ASŽ), funkcija u sportu i rekreaciji (Sport/Rec) i kvaliteta života povezana s koljenom (engl. skr. KR-QoL). Primarna namjera razvoja KOOS-a bila je dokumentirati kliničke promjene nakon ozljeda poput ozljede ligamenta koljena, ruptura meniska, lezije hrskavice ili osteohondritis disekansa, koji mogu rezultirati posttraumatskim/sekundarnim osteoartritisom koljena. Danas se koristi i kod primarnog OA koljena. Ima prihvatljivu pouzdanost ICC-a > 0,8 u svim podskalama, osim ASŽ-a u sportu i rekreaciji, gdje su ICC-ovi između 0,45 i 0,65. Minimalna zamjetna promjena u podskalama su 14,3 do 19,6 za mlađe odrasle i ≥20 za starije. Razvijena je i kratka inačica (engl. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score short version, skr. KOOS-PS) sa 7 pitanja. Unatoč kratkoći, instrument pokazuje dobra mjerna svojstva u području fizičkog funkcioniranja i besplatan je za korištenje. ICHOM-HKO kao prvi preporuča upravo kratku inačicu KOOS upitnika. (4)

Stanje prihvatljivo za bolesnika (engl. Patient Acceptable Symptom State, skr. PASS) koncept je sličan niskoj aktivnosti bolesti (LDA), ali obuhvaća samo simptome, tj. ishode o kojima izvještava bolesnik. Naravno, rezultat ovisi i o početnim vrijednostima, ali postoje procjene za neke uobičajene mjere kod zahvaćenosti koljena. Za bol, to je 32,3 mm (na 100-mm VAS-u), za globalnu ocjenu bolesnika je 32,0 mm (na 100-mmVAS-u), a za WOMAC to je 31,0 bod. Iako je PASS za fizičku funkciju pouzdan za različite mjere o kojima izvještavaju bolesnici (engl. skr. PROM) s OA koljena, nije konzistentan kroz različite dimenzije i različite reumatske bolesti, te se ne može koristiti kao generički instrument za bolesnike s OA inače ili u drugim reumatskim bolestima. (11)

U recentnom sustavnom pregledu i ocjeni minimalno važnih promjena (MIC) i minimalno važnih razlika (MID) u alatima za ishod kod osoba s OA koljena nakon nekirurških intervencija, pojašnjeno je trenutno razumijevanje MIC, MID i MDC u toj populaciji, ali neke procjene ukazuju na znatnu heterogenost, te zahtijevaju pažljivo tumačenje i daljnja istraživanja. (12)

Kad se govori o kriterijima terapijskog odgovora, OARSI (Osteoarthritis Research Society International) i OMERACT (Outcome Measures in Rheumatology) definirali su kriterije, a oni uključuju 3 domene: bol, funkciju i bolesnikovu opću ocjenu, a za svaku od njih takav odgovor je definiran relativno i apsolutno. (13)

Među kliničkim testovima za ispitivanje funkcije nogu OARSI preporuča tri kao minimalni sržni set za ocjenu performansi u bolesnika s OA kuka i koljena. To su: Test ustajanja i sjedanja tijekom tijekom 30 sekundi, Test 40 metara brzog hodanja i Test uspinjanja po stubama. Dodatno su preporučeni i Vremenski

test sjedi – hodaj – sjedi (engl. Timed Up and Go test, skr. TUG) i 6-minutni test hoda. Minimalni i preporučeni testovi su, komplementarno s ostalim mjerama i ishodima, namijenjeni ocjeni fizičke funkcije, kao pomoć u donošenju odluka o intervencijama i kao mjere ishoda u kliničkoj praksi. (14)

Kvaliteta života, odnosno njezino poboljšanje je važan element u ocjeni bolesnika s OA koljena. Među upitnicima za ocjenu kvalitete života ICHOM-HKO preporuča kao jednakopravne sljedeće upitnike: EroQuol s 5 domena i 3 stupnja ocjene (engl. skr. EQ-5D-3L), Short Form zdravstveni upitnik s 12 pitanja (SF-12) ili Veteranski kratki upitnik s 12 pitanja (VR-12). Potonji je skraćena verzija upitnika s 36 pitanja, razvijen za ocjenu kvalitete života, specifično za veterane rata. Kako se temelji na verzijama upitnika Short Form, s njim vrlo dobro korelira, dok ne zahtijeva plaćanje licence za korištenje. (4)

Međunarodna klasifikacija funkcioniranja, nesposobnosti i zdravlja (skr. engl. ICF) sveobuhvatan je model za ocjenu stanja bolesnika, temeljen na biopsihosocijalnom pristupu. U okviru ICF klasifikacije donesen je preliminarni set sržnih sastavnica za OA, koji ima 55 kategorija: 13 za tjelesne funkcije, 6 za tjelesne strukture, 19 za aktivnosti i participaciju i 17 za okolinske čimbenike. Kratki sržni set ima 13 kategorija: 3 za tjelesne funkcije, 3 za tjelesne strukture, 3 za aktivnosti i participaciju i 4 za okolinske čimbenike. U sastavnice tjelesnih funkcija u kratki sržni set su uvrštene: osjet boli, funkcije pokretljivosti zgloba i funkcije mišićne snage. Hrvatsko društvo za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu (HDFRM) HLZ-a prevelo je i učinilo prilagodbu jednostavnih, intuitivnih opisa ICF Rehabilitacijskog seta (30 kategorija, uključivo 7 kategorija Generičkog seta) na hrvatski jezik. Rad na ovoj akademskoj/nekomercijalnoj prilagodbi i stvaranju hrvatske inačice odvijao se kroz multidisciplinarne radne grupe i plenarne sjednice, a uključio je stručnjake koji rade u različitom okruženju i u različitim dijelovima Hrvatske. Ovaj alat, koji između ostalog uključuje: b280 Osjet boli, b455 Funkcije podnošljivosti vježbanja, b710 Funkcije pokretljivosti zglobova i b730 Funkcije snage mišića, može se koristiti i za ocjenu pacijenata s OA koljena. (15)

Literatura

1. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, BrandtK, i sur. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. Arthritis Rheum. 1986;29:1039-49.
2. Zhang W, Doherty M, Peat G, Bierma-Zeinstra M A, Arden N K, Bresnihan B i sur. EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of knee osteoarthritis. Ann Rheum Dis 2010;69:483–489.
3. Tuncay Duruöz M, Öz N, Erdem Gürsoy D, Hande Gezer H. Clinical aspects and outcomes in osteoarthritis. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2023;37(2):101855.

4. 4.Rolfson O, Wissig S, Van Maasakkers L, Stowell C, Ackerman I, Ayers D, i sur. Defining an international standard set of outcome measures for patients with hip or knee osteoarthritis: Consensus of the International Consortium for Health Outcomes Measurement Hip and Knee Osteoarthritis Working Group. Arthritis Care Res 2016;68 (1); 1631–1639.
5. 5. Hinarejos P, Goicoechea N, Gidi M, Leal-Blanquet J, Torres-Claramunt R, Sanchez-Soler J i sur. Pressure algometry is a suitable tool to assess anterior knee pain in osteoarthritic patients. Eur J Orth Surg Traum 2019;29:1089-93.
6. 6.Truini A, Aleksovska K, Anderson CC, Attal N, Baron R, Bennett DL i sur. Joint European Academy of Neurology-European Pain Federation-Neuropathic Pain Special Interest Group of the International Association for the Study of Pain guidelines on neuropathic pain assessment. Eur J Neurol. 2023;30(8):2177-2196.
7. 7. Nijs j, Lahousse a, Kapreli e, Bilika P, Saraçoğlu I, Malfliet A i sur. Nociplastic pain criteria or recognition of central sensitization? Pain phenotyping in the past, present and future. J Clin Med (JCM) 2021: 10(15).
8. 8.Epskamp S, Dibley H, Ray E, Bond N, White J, Wilkinson A i sur. Range of motion as an outcome measure for knee osteoarthritis interventions in clinical trials: An integrated review. Phys Ther Rev. 2020;25(5-6):462-481
9. 9. Mørup-Petersen A, Holm PM, Holm CE, Klausen TW, Skou ST, Krogsgaard MR, et al. Knee osteoarthritis patients can provide useful estimates of passive knee range of motion: development and validation of the Copenhagen knee ROM scale. J Arthroplasty 2018;33 2875–83.e3.
10. 10. Chamorro-Moriana G 1, Perez-Cabezas V, Espuny-Ruiz F, Torres-Enamorado D, Ridao-Fernández C. Assessing knee functionality: Systematic review of validated outcome measures. Ann Phys Rehabil Med 2022 Nov;65(6):101608.
11. 11. Mahler EAM, Boers N, Bijlsma JWJ, Frank H J van den Hoogen FHJ, den Broeder AA, van den Ende CHH. Patient Acceptable Symptom State in knee osteoarthritis patients succeeds across different patient-reported outcome measures assessing physical function, but fails across other dimensions and rheumatic diseases. J Rheumatol 2018 Jan;45(1):122-127.
12. 12. Silva MDC, Perriman DM, Fearon AM, Couldrick JM, Scarvell JM. Minimal important change and difference for knee osteoarthritis outcome measurement tools after non-surgical interventions: a systematic review. BMJ Open 2023;13:e063026.
13. 13. Pham T, van der Heijde D, Altman RD, Anderson JJ, Bellamy N, Hochberg M i sur. OMERACT – OARSI initiative: Osteoarthritis research Society International set of responder criteria for osteoarthritis clinical trials revisited. Osteoarthritis Cartilage 2004;12:389-399.
14. 14. Dobson F, Hinman RS, Roos EM, Abbott JH, Stratford P, Davis AM i sur. OARSI recommended performance-based tests to assess physical function in people diagnosed with hip or knee osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage 2013;21:1042-52.
15. 15. Grazio S i sur. Hrvatska modifikacija ICF generičkog (rehabilitacijskog) seta. Dostupno na: https://hdfrm.org/hrvatski-icf-generic-30-icf-rehabilitation-set/ Pristup: 04.rujna 2025.)

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-10

ANTIGRAVITACIJSKA TRAKA – ULOGA MODERNE TEHNOLOGIJE U LIJEČENJU OSTEOARTRITISA KOLJENA

Izv. prof. dr. sc. Anđela Grgić, dr. med.,
specijalist fizikalne medicine i rehabilitacije

Zavod za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, Klinički bolnički centar Osijek
Medicinski fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku

Antigravitacijska traka predstavlja inovativnu rehabilitacijsku tehnologiju koja omogućuje rasterećenje donjih ekstremiteta kontroliranim smanjenjem tjelesne mase tijekom kretanja. Ovaj uređaj koristi niži zračni pritisak na donji dio tijela, čime se pacijentima s bolnim ili ograničenim pokretima – poput onih s osteoartritisom koljena (OAK) – omogućuje sigurnija, manje bolna i funkcionalnija fizička aktivnost.

Osteoartritis koljena predstavlja vodeći uzrok kronične boli i funkcionalnog onesposobljenja kod odrasle populacije, s izraženim utjecajem na kvalitetu života i troškove društva. Konzervativne metode liječenja (medikamentozno, edukacija, vježbe), uključujući i kineziterapiju, temelj su liječenja OAK-a. Međutim, upravo bol i smanjena tolerancija na opterećenje često ograničavaju mogućnost izvođenja standardnih protokola za vježbanje. Stoga se antigravitacijska traka sve češće koristi kao pomoćno sredstvo za rani početak i učinkovitu rehabilitaciju bolesnika s različitim stadijima OAK-a (1).

Tehničke karakteristike i načini primjene

Antigravitacijska traka omogućuje precizno podešavanje razine rasterećenja (u primjeru R-force uređaja i do 100 % ukupne tjelesne mase), čime se minimizira sila koja djeluje na zglobove koljena tijekom hoda ili trčanja. U praksi, pacijent je smješten u nepropusnu komoru, u kojoj se heterogeno raspoređuje zračni pritisak koji „podržava" tijelo, a ne samo donje udove. Upravo radi navedenoga terapija može započeti u najranijoj fazi rehabilitacije, čak i kod osobe koje ne mogu samostalno stajati ili hodati. Time se omogućuje izvođenje različitih oblika treninga – od šetnje do trčanja (2).

Učinak na bol

Višestruka istraživanja ukazuju da uporaba antigravitacijske trake dovodi do statistički značajnog smanjenja bolova kod osoba s OAK-om, bez obzira

na stupanj bolesti. Primjena rasterećenja omogućuje izvođenje vježbi koje bi bile previše bolne „na suhom", odnosno bez rasterećenja. U randomiziranoj studiji s 30 žena s uznapredovalim OAK-om, interventna skupina koja je koristila antigravitacijsku traku pokazala je značajno smanjenje boli (mjerena VAS-om) već nakon 4 tjedna, uz trajanje učinka kroz 8 tjedana programa (3).

Slični rezultati pronađeni su i u studijama koje su uključivale ispitanike nakon kirurških zahvata ili s više različitih mišićnokoštanih dijagnoza, gdje je bol značajno reducirana već nakon nekoliko tjedana rehabilitacije na antigravitacijskoj traci. U usporedbi s tradicionalnom trakom, antigravitacijski trening pokazao je jednako ili bolje rezultate u smanjenju boli, posebno kod bolesnika s izraženijim simptomima ili ograničenjima (4).

Učinak na pokretljivost i funkcionalnost

Korištenje antigravitacijske trake omogućuje rano uključivanje pacijenata u aktivan obrazac hoda i drugih funkcionalnih aktivnosti, čime se ubrzava oporavak pokretljivosti i svakodnevne funkcije. Više kliničkih pokazatelja, uključujući 10-metarski test hoda, Timed-Up-and-Go test i 6-minutni hodni test, bilježe značajna poboljšanja kod korisnika antigravitacijske trake već nakon 2 do 8 tjedana intervencije u odnosu na početne vrijednosti. Znatno se poboljšava duljina koraka, brzina hoda, kadenca, kao i ukupni opseg pokreta u zglobu koljena.

Poboljšanja u funkcionalnosti potvrđuju i funkcionalni alati kao što su WOMAC i KOOS, gdje se bilježi pad ukupnih vrijednosti indeksa (što označava poboljšanje simptoma i funkcije). Redovita uporaba uređaja dokazano povećava mišićnu snagu kvadricepsa i hamstringsa, važnih za svakodnevne aktivnosti i stabilnost zgloba koljena (5).

Mehanizmi djelovanja

Osnovni mehanizam djelovanja antigravitacijske trake temelji se na smanjenju opterećenja zgloba koljena, što omogućuje izvođenje funkcionalnih vježbi bez pogoršanja boli ili daljnjeg oštećenja hrskavice. Rasterećenjem se smanjuje pritisak na zglobnu hrskavicu i potiče cirkulacija sinovijalne tekućine, što može imati protuupalni i zaštitni učinak. Studije su pokazale da vježbanje u ovoj traci potiče pravilna biomehanička opterećenja i može smanjiti rizik od „varus thrusta" te nepravilna opterećenja zgloba tijekom pokreta (6).

Suvremene verzije ovog uređaja poput R-force imaju ugrađenu širokokutnu kameru smještenu unutar zračne komore te računalnu podršku za realnu povratnu informaciju koju pacijent i terapeut zaprimaju na ekranu, što

omogućuje trenutačno intervenciju i ispravljanje nepravilnosti hoda, kao i poboljšanje motoričke kontrole. Osim toga, uređaj sadržava motivacijske igre, što pomaže u poboljšanju suradljivosti i angažiranosti pacijenta tijekom terapije. Svi podaci o terapijskim sesijama, uključujući parametre hoda, mogu se spremati, pratiti i analizirati kroz određeni vremenski period za svakog pojedinog pacijenta. Time se mogu postizati kvalitetnije evaluacije kliničkog statusa i napretka pacijenta, te sukladno tome prilagođavati plan i program rehabilitacije (7).

Usporedba antigravitacijske trake i drugih fizioterapijskih procedura

Antigravitacijska traka nije zamjena, već vrijedna nadopuna standardnim fizikalnim postupcima kao što su hidroterapija, kinezioterapija, TENS ili terapijski ultrazvuk. Randomizirane kontrolirane studije koje uspoređuju antigravitacijsku s tradicionalnom trakom ukazuju da obje metode dovode do poboljšanja, ali antigravitacijska traka omogućuje veći intenzitet vježbanja uz nižu razinu boli, posebice kod bolesnika s višim indeksima tjelesne mase ili višim stupnjevima OAK-a. Prednosti su osobito izražene kod populacija kod kojih je klasična kineziterapija otežana zbog boli, prekomjerne tjelesne mase ili radi prisutnosti drugih komorbiditeta (8).

Nadalje, pacijenti koji treniraju na antigravitacijskoj traci bilježe manje mikrotrauma zglobova i manji osjećaj zamora, čime se omogućuje sigurniji napredak i dulje trajanje treninga (9).

Učinak u različitim stupnjevima težine osteoartritisa

Jedna je od ključnih prednosti antigravitacijske trake primjenjivost kod svih stupnjeva OAK-a, uključujući i one s uznapredovalim stadijima i ograničenom pokretljivošću. Prema dostupnim podacima, osobe s izraženom boli i deformitetima koljena također mogu ostvariti bitan napredak uključivanjem u ovakav oblik rehabilitacije, uz smanjenje rizika od pogoršanja simptoma (10).

Sloboda kretanja i povratak svakodnevnim aktivnostima

Redovito korištenje antigravitacijske trake omogućuje bolesnicima brži povratak svakodnevnim aktivnostima poput samostalnog hoda po kući ili u zajednici, hoda po stepenicama i obavljanja osnovnih funkcija bez potrebe za dodatnim pomagalima. Stručni konsenzus ističe da se, osim subjektivnog smanjenja boli, dugoročno dovodi do veće razine funkcionalnosti. Korištenje uređaja ima i pozitivan psihološki učinak – pacijenti se osjećaju motiviranije i manje uplašeno kada vježbaju bez dodatne boli i rizika (11).

Dugoročnost učinka i sigurnost

Brojna istraživanja navode da se pozitivan učinak na bol i funkciju može održavati još nekoliko mjeseci nakon završetka ciklusa vježbanja na antigravitacijskoj traci, što nije uvijek slučaj kod standardnih protokola. U literaturi se rijetko navode ozbiljne neželjene nuspojave ili rizici povezani s uporabom uređaja; manji broj pacijenata navodi prolaznu slabost ili vrtoglavicu, osobito u početnoj fazi (12).

Praktične preporuke i ograničenja

Idealan kandidat za rehabilitaciju na antigravitacijskoj traci je svaka osoba s OAK-om koja ima značajnu bolnost i funkcionalno ograničenje, a nije u stanju izvoditi standardne programe vježbanja radi intenziteta boli ili pretilosti. Ovaj oblik terapije može služiti i kao odlična „odskočna daska" za postupni prijelaz na standardne modele vježbanja, budući da omogućuje izgradnju osnovne snage i izdržljivosti bez rizika od pogoršanja simptoma. Najveće ograničenje široke primjene su visoki troškovi nabave uređaja i ograničena dostupnost (13).

Zaključak

Antigravitacijska traka predstavlja klinički dokazanu, sigurnu i učinkovitu metodu rehabilitacije bolesnika s osteoartritisom koljena u svim stadijima bolesti. Najznačajniji učinci uključuju izraženo smanjenje boli, poboljšanje pokretljivosti te poticanje povratka svakodnevnim aktivnostima bez rizika za daljnje pogoršanje stanja. U usporedbi s drugim fizioterapijskim postupcima, antigravitacijska traka ima posebne prednosti kod bolesnika s visokim indeksom tjelesne mase, uznapredovalom bolesti i velikim funkcionalnim ograničenjima. Najvažnije ograničenje su trošak i dostupnost, ali, gdje postoji, ova metoda opravdava svoju primjenu kao vrijedna komplementarna strategija u cjelovitom zbrinjavanju osteoartritisa koljena.

Literatura

1. Liang J, Lang S, Zheng Y, Wang Y, Chen H, Yang J, Luo Z, Lin Q, Ou H. The effect of anti-gravity treadmill training for knee osteoarthritis rehabilitation on joint pain, gait, and EMG: Case report. Medicine (Baltimore). 2019 May;98(18):e15386.
2. de Heer HD, Kaufman A, Repka CP, Rojas K, Charley B, Bounds R. AlterG Anti-Gravity Treadmill Accuracy of Unloading Is Affected by Support Frame Height. J Strength Cond Res. 2021 Oct 1;35(10):2910-2914.
3. Debecker N, et al. The effect of anti-gravity training after meniscal or chondral knee surgery. Acta Orthop Belg. 2020;86(3):426-432.
4. Trovato B, Sortino M, Roggio F, Musumeci G. Exploring the effects of anti-gravity treadmill training in musculoskeletal disorders: A systematic review, Heliyon. 2024. 10 (23): e40605.

5. Peeler J, Christian M, Cooper J, et al. Managing knee osteoarthritis: the effects of body weight supported physical activity on joint pain, function, and thigh muscle strength. Clin J Sport Med 2015;25:518–23.
6. Almutairi SM, Almutairi MK, Alotaibi MM, Alshehri M, Alenazi AM. Effects of backward walking exercise using lower body positive pressure treadmill on knee symptoms and physical function in individuals with knee osteoarthritis: a protocol for RCT. J Orthop Surg Res. 2023 Apr 1;18(1):264.
7. Savarino D, Prunerova A. Comparison of Therapeutic Progression Using Anti-Gravity Treadmill for Different Postoperative and Post Injury Conditions. J Clin Exp Orthopr 2023. Vol.9 No.5: 401.
8. Atan T, et al. Comparison of anti-gravity treadmill training and traditional treadmill training in advanced knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2025;39(2):231-240.
9. Kawae T, Mikami Y, Fukuhara K, Kimura H, Adachi N. Anti-gravity treadmill can promote aerobic exercise for lower limb osteoarthritis patients, Journal of Physical Therapy Science, 2017, 29(8): 1444-1448
10. Hao J, Yao Z, Remis A, Ye N, Sun Y, Zhu D, Wu K, Yao Y. The application of antigravity treadmill training to clinical rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. Gait Posture. 2025 Oct;122:300-311.
11. Jääskeläinen E, Manninen M, Hurri H, Rantasalo M, Zhou Y, Kautiainen H, Ristolainen L. Effectiveness of Anti-Gravity Treadmill Exercise After Total Knee Arthroplasty: Protocol for a Randomized Controlled Trial. JMIR Res Protoc. 2025 Feb 11;14:e59935.
12. Hakam HT, Kentel M, Kowal M, Królikowska A, Reichert P, Daszkiewicz M, Kentel M, Becker R, Ramadanov N, Prill R. Antigravity treadmill training after knee surgery: A scoping review. Adv Clin Exp Med. 2025 Jun;34(6):1011-1024.
13. Hambly K, Poomsalood S, Mundy E. Return to running following knee osteochondral repair using an anti-gravity treadmill: A case report. Phys Ther Sport. 2017 Jul;26:35-40.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-11

EPIDEMIOLOGIJA OSTEOARTRITISA KOLJENA

Izv. prof. dr. sc. Frane Grubišić, dr. med.,
specijalist fizikalne medicine i rehabilitacije,

Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Referentni centar za spondiloartritis Ministarstva zdravstva Republike Hrvatske,
KBC Sestre Milosrdnice Zagreb

Osteoartritis (OA) posljednjih se godina svrstao među najučestalija koštano-mišićna oboljenja i vodeće uzroke povišene stope morbiditeta i onesposobljenosti. Prema podacima iz časopisa Lancet, u 2020. godini OA je globalno zahvatio oko 595 milijuna ljudi (približno 7,6 % svjetske populacije, značajan porast od 132 % u odnosu na 1990. godinu). Do 2050. godine predviđa se daljnji značajan porast, uključujući povećanje za 74,9 % u slučaju OA koljena, 48,6 % OA šaka, 78,6 % OA kukova i čak 95,1 % drugih tipova OA. Globalna incidencija OA u 2021. procjenjuje se na 466,3 milijuna novih slučajeva (s incidencijom stope standardizirane prema dobi, engl. *age standardized rate,* oko 535/100,000 stanovnika, a globalna prevalencija na 606,9 milijuna (1,2,9).

Najveća starosno-standardizirana prevalencija OA zabilježena je u regiji visokog dohotka, u azijsko-pacifičkoj regiji (8632,7/100 000), a najmanja u jugoistočnoj Aziji (5677,4/100 000). Slično, 2021. godine je najviše slučajeva bilo u Istočnoj Aziji – što se pripisuje velikom broju stanovnika i produženju životne dobi (2,3).

U 2020. godini, OA je bio sedmi vodeći uzrok trajnog invaliditeta (YLD – Years Lived with Disability) u populaciji starijoj od 70 godina. Prema nekim procjenama, ukupni „gubici zbog neuračunatih potencijalnih godina života" (engl. DALYs) iznose oko 213 milijuna slučajeva u 2021. godini. (2).

Faktore rizika koji pogoduju razvoja OA koljena možemo podijeliti na one koji se mogu i one koji se ne mogu modificirati. U prvu se kategoriju ubrajuju prekomjerna tjelesna težina, ozljeda zgloba, ponavljajuća nefiziološka opterećenja, mišićna slabost, biomehanička odstupanja, slabija tjelesna aktivnost, stil života (pušenje, prehrana), dok se u drugu kategoriju ubrajaju životna dob, genetska predispozicija, spol, kongenitalne bolesti.

Pretilost se posljednjih godina pozicionirala među tri vodeća faktora rizika za razvoja OA s jasnim uzročnim učinkom na nastanak OA kuka i koljena. (4). Kod

pretilih osoba, masno tkivo generira pojačanu produkciju adipokina (leptin, lipokalin, resistin i dr.) i proupalnih medijatora (npr. TNFalfa, IL-1, IL-6). Ovi se medijatori izlučuju iz lokalnog ili sistemskog masnog tkiva kod traume zglobe ili prekomjernog opterećenja i značajno utječu na razvoj i progresiju OA (5, 6).

Sustavni pregled Szilagyija i sur. pokazao je kako postoje određene razlike u faktorima rizika za razvoja OA koljena između muškaraca i žena.

Povišeni indeks tjelesne mase, konzumiranje alkohola, ateroskleroza i povišene vrijednosti vitamina E kod žena, te pojačana tjelesna aktivnost, konzumiranje bezalkoholnih pića i abdominalni tip pretilosti kod muškaraca pogoduju razvoju OA koljena. Prethodna ozljeda koljena, povišeni krvni tlak i mali broj koraka zajednički su faktori rizika kod muškaraca i žena za razvoja OA koljena (7).

Globalno, 60 % svih osoba s osteoartritisom iznad 40. godine života su žene, i razlika u pojavnosti OA između muškaraca i žena iznad 40. godine je izraženija. Povišeni rizik nastanka OA kod žena vezuje se uz razliku u anatomiji zgloba, osovini zgloba, mišićnoj snazi, hormonalnim razlikama, genetskoj predispoziciji i pretilosti. U pogledu radiografske progresije i stupnja oštećenja, intenzitet boli je veći kod žena nego kod muškaraca (vjerojatno zbog bioloških i fizioloških obilježja u putu prijenosa boli, razlici u aktivaciji centralnih puteva boli, razlici u osjetljivosti na bol, doživljaju i strategijama prihvaćanja i življenja s kroničnom boli). U usporedbi s muškarcima, žena imaju puno viši stupanj ograničenja u funkcionalnosti i obavljanju aktivnosti, ozbiljnosti i progresiji OA, predisponirajuće faktore rizika i intenzitet vježbanja na tjednoj razini. Nadalje, žene puno više koriste multimodalnu analgeziju, manje se podvrgavaju operativnom liječenju i lošiji su ishodi nakon operativnog liječenja (8).

Pogledamo li još jedan segment epidemiologije OA, geografsku raspodjelu, vidjet ćemo kako i to polako postaje interes istraživačkog rada. Dva su recentna istraživanja istraživala po prvi put prevalenciju OA kuka i koljena na području Bliskog istoka i sjeverne Afrike. Rezultati su pokazali značajan porast OA kuka (3,1x) i OA koljena (2,9x) u posljednjih tridesetak godina (9-11). Drugo je istraživanje primjenom tzv. brze procjene dokaza (engl. *rapid evidence assessment)* istražilo koliki je stvarni teret OA u zemljama Latinske Amerike. Autori su zaključili kako bolesnici s OA koljena u Meksiku imaju značajno visoku razinu funkcionalne onesposobljenosti i lošije rezultate WOMAC upitnika u usporedbi s onima u Argentini i Brazilu (navedene razlike između zemalja vjerojatno su vezane uz razlike u organizaciji zdravstvenih sustava među zemljama) (12).

Što se tiče prevalencije OA između etničkih i rasnih manjina, podaci nedostaju. Jedan se pregledni rad bavio istraživanjem rasnih/etničkih, socioekonomskih i zemljopisnih razlika kod osoba s OA kuka i koljena u SAD-u.

Istraživanje je pokazalo kako je intenzitet boli i stupanj onesposobljenosti viši kod Afroamerikanaca u usporedbi s bjelačkim stanovništvom SAD-a i da je metaanaliza pokazala standardnu srednju razliku (engl. standard mean difference) od 0,57 (95 % CI, 0,.54–0,61) WOMAC rezultatima. Osim toga, bol povezana sa OA može biti jača i intenzivnija i kod azijskih Amerikanaca u usporedbi s bjelačkim stanovništvom (5,6). Ovakve razlike u percepciji boli i funkcionalnim ishodima objašnjavaju se disparitetom u okviru depresivnih simptoma, financijskih primanja i povezanih socioekonomskih faktora, kao i uključivanju u fizički zahtjevne poslove i zanimanja (13).

Posttraumatski se OA (PTOA) javlja nakon ozljede zgloba i repetitivne traume zgloba s posljedičnom nestabilnošću. Dvije su zglobne razine najčešće zahvaćene, koljeno i gležanj. Ozljeda zgloba dovodi do alteracije neuromišićne kontrole i biomehanike zahvaćenog zgloba, što dodatno pogoduje pojačanoj razgradnji zglobne hrskavice. Budući da na godišnjoj razini u fizijatrijskim ambulantama susrećemo bolesnike s ozljedama koljena i gležnja. i shodno čvrstoj povezanosti između ozljede zgloba i razvoja osteoartritisa, za očekivati je kako ova potkategorija OA predstavlja značajan javnozdravstveni problem. Specifični epidemiološki pokazatelji o incidenciji i prevalenciji PTOA po pojedinim zglobnim razinama, uglavnom su iz retrospektivnih istraživanja. Istraživanje Browna i suradnika pokazalo je kako pojavnost PTOA koljena, na ukupan broj svih slučajeva OA koljena, iznosi oko 10 % (x3). Pojavnost PTOA gležnja je u rasponu 20-78 %, PTOA kuka se javlja u svega 2 % bolesnika (na ukupan broj slučajeva OA kuka), a PTOA ramena 8-20 % . U nastavku navodim i najčešće faktore rizika povezane s navedenim zglobnim razinama (koljeno, gležanj, kuk, rame). Uz koljeno se najčešće vežu mekotkivne ozljede (sindromi prenaprezanja, ozljede meniska i ruptura prednjeg križnog ligamenta kod skoro svake četvrte osobe mlađe životne dobi, te moguća povezanost i s rekonstruktivnim zahvatima, povišen indeks tjelesne mase, odstupanja u biomehaničkim obilježjima zgloba). Uz PTOA gležnja se vezuju opetovane mekotkivne ozljede u području lateralnog dijela gležnja s pojavnošću 13-16 %, određeni tipovi prijeloma (npr. Weber tipa C ili prijelom medijalnog maleola, prekomjerna tjelesna težina…). Najčešći faktor rizika za razvoj PTOA koksofemoralnog zgloba je prijelom acetabuluma (kod cca 25 % bolesnika). Dodatni rizični faktor može biti i prekomjerna tjelesna težina kod ovih bolesnika. Što se tiče glenohumeralnog zgloba, ponavljajuća nestabilnost zgloba (oštećenje rotatorne manšete, koštano oštećenje glenoida i humerusa) smatra se glavnim faktorom rizika. Ostali mogući faktori rizika mogu biti genetska predispozicija, tjelesna (ne)aktivnost i spol (iako povezanost između spola bolesnika i prevalencije bolesti tek treba utvrditi) (14,15).

Epidemiologija osteoartritisa koljena prikazuje jasne trendove porasta – u prevalenciji, incidenciji i stupnju onesposobljenosti – u sveukupnoj populaciji,

a posebice kod starijih osoba. Dominiraju faktori kao što su pretilost i ozljede, dok starenje populacije i životni stil pogoduju daljnjem širenju bolesti. Strategije prevencije i ranog upravljanja, uključujući javnozdravstvene kampanje za smanjenje pretilosti i smanjenje rizika od ozljeda, ključne su za smanjenje budućeg tereta OA.

Literatura

1. GBD 2021 Osteoarthritis Collaborators. Global, regional, and national burden of osteoarthritis, 1990-2020 and projections to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. Lancet Rheumatol. 2023;5(9):e508-e522.
2. Li HZ, Liang XZ, Sun YQ, Jia HF, Li JC, Li G. Global, regional, and national burdens of osteoarthritis from 1990 to 2021: findings from the 2021 global burden of disease study. Front Med (Lausanne). 2024;11:1476853. doi: 10.3389/fmed.2024.1476853.
3. Xie X, Zhang K, Li Y, Li Y, Li X, Lin Y, Huang L, Tian G. Global, regional, and national burden of osteoarthritis from 1990 to 2021 and projections to 2035: A cross-sectional study for the Global Burden of Disease Study 2021. PLoS One. 2025;20(5):e0324296. doi: 10.1371/journal.pone.0324296.
4. Ho J, Mak CCH, Sharma V, To K, Khan W. Mendelian Randomization Studies of Lifestyle-Related Risk Factors for Osteoarthritis: A PRISMA Review and Meta-Analysis. Int J Mol Sci. 2022;23(19):11906. doi: 10.3390/ijms231911906.
5. Dong Y, Yan Y, Zhou J, Zhou Q, Wei H. Evidence on risk factors for knee osteoarthritis in middle-older aged: a systematic review and meta analysis. J Orthop Surg Res. 2023; 18(1):634. doi: 10.1186/s13018-023-04089-6.
6. Wei G, Lu K, Umar M, Zhu Z, Lu WW, Speakman JR, Chen Y, Tong L, Chen D. Risk of metabolic abnormalities in osteoarthritis: a new perspective to understand its pathological mechanisms. Bone Res. 2023 ;11(1):63. doi: 10.1038/s41413-023-00301-9.
7. Szilagyi IA, Waarsing JH, van Meurs JBJ, Bierma-Zeinstra SMA, Schiphof D. A systematic review of the sex differences in risk factors for knee osteoarthritis. Rheumatology (Oxford). 2023 ;62(6): 2037-47. doi: 10.1093/ rheumatology/keac688.
8. Segal NA, Nilges JM, Oo WM. Sex differences in osteoarthritis prevalence, pain perception, physical function and therapeutics. Osteoarthritis Cartilage. 2024; 32 (9):1045-53. doi: 10.1016/j.joca.2024.04.002.
9. Steinmetz JD, Culbreth GT, Haile LM, Rafferty Q, Lo J, Fukutaki KG, et al. Global, regional, and national burden of osteoarthritis, 1990–2020 and projections to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. The Lancet Rheumatology. 2023;5(9):e508–22.
10. Hoveidaei AH, Nakhostin-Ansari A, Chalian M, Roshanshad A, Khonji MS, Mashhadiagha A, et al. Burden of knee osteoarthritis in the Middle East and North Africa (MENA): an epidemiological analysis from 1990 to 2019. Arch Orthop Trauma Surg [Internet]. 2023 Apr 1 [cited 2023 Aug 29]; doi: 10.1007/s00402-023-04852-8 4.
11. Hoveidaei AH, Nakhostin-Ansari A, Hosseini-Asl SH, Khonji MS, Razavi SE, Darijani SR, et al. Increasing burden of hip osteoarthritis in the Middle East and North Africa (MENA): an epidemiological analysis from 1990 to 2019. Arch Orthop Trauma Surg. 2023;143(6):3563–73. doi: 10.1007/s00402-022-04582-3.
12. de Andrade DC, Saaibi D, Sarría N, Vainstein N, Ruiz LC, Espinosa R. Assessing the burden of osteoarthritis in Latin America: a rapid evidence assessment. Clin Rheumatol. 2022 ;41(5):1285–92. doi: 10.1007/s10067-022-06063-9.

13. Callahan LF, Cleveland RJ, Allen KD, Golightly Y. Racial/ethnic, socioeconomic and geographic disparities in the epidemiology of knee and hip osteoarthritis. Rheum Dis Clin North Am. 2021;47(1): 1–20. doi: 10.1016/j.rdc.2020.09.001
14. Thomas AC, Hubbard-Turner T, Wikstrom EA, Palmieri-Smith RM. Epidemiology of Posttraumatic Osteoarthritis. J Athl Train. 2017;52(6):491-6. doi: 10.4085/1062-6050-51.5.08.
15. Brown TD, Johnston RC, Saltzman CL, Marsh JL, Buckwalter JA. . Posttraumatic osteoarthritis: a first estimate of incidence, prevalence, and burden of disease. J Orthop Trauma. 2006; 20(10): 739– 44. doi: 10.1097/01.bot.0000246468.80635.ef.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-12

PROMJENE SUBHONDRALNE KOSTI KOD OSTEOARTRITISA

Izv. prof. dr. sc. Gordana Ivanac, dr. med., specijalist radiologije,

Klinički zavod za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju
Klinička bolnica Dubrava, Zagreb
Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Uvod

Osteoartritis (OA) kompleksna je, primarno mehanički uzrokovana bolest uz genetski čimbenik koji dodatno pridonosi težini bolesti. OA nije samo bolest zglobne hrskavice, jer promjene u OA zahvaćaju cijeli zglob: zglobnu hrskavicu, subhondralnu kost, sinoviju zgloba, meniske, ligamente, zglobnu čahuru i okolne mišiće. Zglobna hrskavica, kalcificirana hrskavica te subhondralna i trabekularna kost sinergistički preuzimaju funkcionalno opterećenje zgloba i čine osteohondralnu jedinicu. Poremećaji subhondralne kosti, tj. osteohondralne jedinice pokazali su se bitnim čimbenikom u razvoju i progresiji OA.

Slikovne metode omogućuju otkrivanje promjena zglobova kod OA i njihovo praćenje kroz tijek bolesti. Pritom valja naglasiti da su klasične rentgenske (RTG) snimke i scintigrafija posebno osjetljive za otkrivanje promjena koštanih struktura. Primjenom radiofarmaka mogu se scintigrafijom detektirati zone resorpcije ili stvaranja nove kosti, tj. dobiti slika remodelacijske aktivnosti u kostima. Pritom scintigrafski nalaz odgovara stanju u trenutku pretrage. RTG snimke, s druge strane, pokazuju anatomske promjene koje su rezultat procesa u zglobu koji su se odvijali do trenutka pretrage.

Promjene subhondralne kosti

Promjene u kosti događaju se u ranoj fazi OA, prije negoli nastupi gubitak zglobnog prostora, te ne moraju biti vidljive na RTG snimkama. Rane promjene mogu se otkriti scintigrafijom kosti, pri čemu se može pratiti izmjenjivanje faza aktivne bolesti i mirovanja. Intenzitet nakupljanja radiofarmaka povezan je s promjenama koje će tek nastupiti, kao što su gubitak zglobnog prostora, osteofitoza i subhondralna skleroza.

Rane promjene

Osteofitoza i subhondralna skleroza također spadaju u rane promjene u OA i javljaju se prije negoli dođe do suženja zglobnog prostora. Kost ima dobru

opskrbu krvlju i posljedično ima sposobnost brze reakcije na promijenjene odnose u zglobu, dok je suženje zglobnog prostora posljedica gubitka zglobne hrskavice koja se događa tek u kasnijoj fazi bolesti. Međutim, teško je odrediti početak idiopatskog OA i postići eksperimentalni model koji bi pokazao točan redoslijed promjena u zglobu. Nekoliko studija pratilo je promjene u posttraumatskom OA koljena nakon rupture prednje ukrižene sveze koljena (ACL) s trenutkom traume kao početkom bolesti. Kod svih pacijenata s nesaniranom rupturom ACL-a opaženo je zadebljanje horizontalnih subhondralnih trabekula medijalnog tibijalnog platoa, između 3 i 4 godine nakon ozljede. Osteofitoza u istom segmentu opažena je u oko 50 % slučajeva u trećoj godini nakon ozljede. Suženje zglobnih prostora i promjene subhondralne kortikalne ploče nisu bile opažene. Zaključak studije je bio da se radiološki vidljive promjene javljaju 3 do 4 godine nakon ozljede, tj. početka bolesti, a zadebljanje horizontalnih subhondralnih trabekula i osteofitoza javljaju se prije suženja zglobnog prostora i prije zadebljanja subhondralne kortikalne ploče. Naravno, pitanje slijedi li idiopatski OA isti obrazac ostalo je neriješeno. Odgovor su pokušale dati studije koje su uključivale pacijente s ranim idiopatskim OA koljena. U takvih je pacijenata opaženo zadebljanje subhondralne kortikalne ploče koje nije bilo vidljivo u kontrolnoj skupini. Dokazano je da je sklerozacija kortikalne ploče povezana s promjenama u debljini hrskavice, a jedna je studija pokazala da postoji prag debljine subhondralne kortikalne ploče ispod kojeg se ne javljaju lezije zglobne hrskavice.

Subhondralna sklerozacija

Sklerozacija subhondralne kosti vrlo rano se javlja u kostima šake zahvaćenim OA, u vrijeme dok ne postoji suženje zglobnog prostora, već zglobni prostori mogu biti i naglašeno široki u smislu edema hrskavice. U većine pacijenata vidi se zadebljanje kortikalne ploče, a stanjena kortikalna ploča može biti znakom periartikularnih upalnih promjena. Može se uočiti i progresija zone kalcificirane hrskavice prema artikulacijskoj hrskavici, obično u centralnom dijelu konveksiteta artikulacijskih tijela MCP i IP zglobova. Smatra se da su takve promjene posljedica stres-reakcija, pri čemu lipidne venske tromboze dovode do fokalne ishemije i nakon toga reparacije kosti. Centralni položaj progresije zone kalcificirane hrskavice odgovara brojnim vaskularnim kanalima koji prolaze kroz kortikalnu ploču. U koljenskom zglobu zadebljanje kortikalne ploče obično se javlja kasnije, kad dođe do suženja zglobnog prostora. Ipak, rane promjene subhondralne kosti mogu se pokazati makro RTG snimkama, na razini trabekula. Rane promjene uključuju zadebljanje horizontalnih trabekula, a u kasnijoj fazi dolazi i do zadebljanja vertikalnih trabekula. Zadebljanje subhondralne kortikalne ploče i horizontalnih trabekula mogu se detektirati i prije suženja zglobnog prostora.

Stvaranje nove kosti u OA

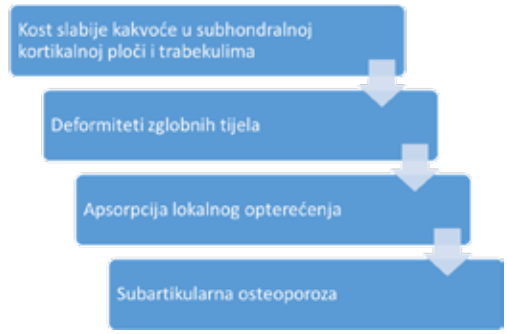
Novonastala kost se brzo odlaže u obliku grubih koštanih vlakana ili isprepletene kosti, zbog čega je subhondralna kost u pacijenata s OA manje čvrsta, razrijeđena, a rezultat toga su deformiteti zglobnih tijela, kao što je npr. aplanacija tibijalnih platoa.

Promjene periartikularne i subartikularne kosti

Uz područja osteofitoze vidljiva su područja fokalne osteopenije koja je udružena s povećanom vaskularizacijom uz zone stvaranja nove kosti. Veće zone osteoporoze vidljive su u subartikularnoj kosti, uz zonu subhondralne sklerozacije. Promjene periartikularne i subartikularne kosti povezuju se i s promjenama koštane srži u pacijenata s OA koje se mogu prikazati na MRI: moguće je detektirati povećan volumen krvi ili tekućine u kosti, što može biti znakom upale niskog stupnja. Posljedično se smanjuje venska drenaža i nastaje intraosealna hipertenzija.

Uloga subhondralne kosti u OA

Stvaranje nove kosti u području subhondralne sklerozacije je pokušaj reparacije promijenjenih odnosa u zglobu, no novonastala kost je slabije kvalitete i sliči kalusu koji nastaje na mjestu frakture ili naglog rasta (u subhondralnoj kosti u OA dokazan je povećan metabolizam kolagena uz promijenjen fenotip osteoblasta). Dakle, novonastala kost sadrži promijenjen kolagen i drugačijih je mehaničkih svojstava u odnosu na normalno koštano tkivo. Slabost kosti dovodi do promjene anatomskih odnosa u zglobu: javlja se aplanacija zglobnih tijela koja povećava opterećenje ostatne hrskavice. Istovremeno, aplanacijom dolazi do povećanja zglobne površine i smanjuje se opterećenje kosti, što vodi do osteoporotskih promjena koje dovode do daljnjih deformiteta kosti, čime se zatvara „začarani krug" bolesti (Slika 1).



Slika 1. Promjene subhondralne kosti u OA održavaju „začarani krug" bolesti.

Slikovne metode u OA

Konvencionalne RTG snimke i dalje su temelj slikovne dijagnostike u OA. Omogućuju prikaz promjena koštanih struktura poput osteofitoze, subhondralne sklerozacije i subartikularne osteoporoze, a širina zglobnog prostora indirektan je pokazatelj promjena zglobne hrskavice.

Magnetska rezonancija (MRI) korištenjem T1, T2 i PDW sekvenci omogućuje prikaz fokalnih lezija hrskavice, evaluaciju zglobnih tijela, mišića i ligamenata. U svrhu standardizacije praćenja pacijenata s OA razvijeni su bodovni sustavi kao što su npr. Knee Osteoarthritis Scoring System i Boston Leeds Osteoarthritis Knee Score.

Ultrazvuk (UZV) jedina je metoda kojom se zglobne strukture prikazuju u stvarnom vremenu, bez primjene ionizacijskog zračenja. Omogućuje analizu zglobnih struktura, prikaz upalnih promjena (hipervaskularizacija), patologije sinovije (hipertrofija, vaskularizacija, izljev, znakovi sinovitisa).

EULAR preporuke u slikovnoj dijagnostici perifernog OA

Europska liga protiv reumatizma (EULAR) donijela je 2017. godine preporuke za primjenu slikovnih metoda u dijagnostici OA perifernih zglobova. Među najbitnijim zaključcima valja izdvojiti da se dijagnoza tipičnog oblika OA postavlja kliničkim pregledom, a ne temeljem slikovne dijagnostike. Slikovne metode rezervirane su za dijagnostiku atipičnih oblika bolesti i za praćenje pacijenata s OA. Pritom je RTG snimka u dvije projekcije prva i temeljna pretraga, a za dodatnu analizu koriste se ostale slikovne metode: meka tkiva prikazuju se pomoću UZV-a i MRI-ja, a kosti pomoću CT-a i MRI-ja u svrhu dodatne analize.

Tablica 1. Sažetak preporuka.

Preporuka	**Razina dokaza**	**Razina suglasnosti (CI 95 %)**
Slikovna dijagnostika nije potrebna za postavljanje dijagnoze kod pacijenata s tipičnom* prezentacijom OA	III–IV	8,7 (7,9 – 9,4)
Kod atipične prezentacije preporučuje se slikovna dijagnostika kako bi se potvrdila dijagnoza OA i/ili postavila alternativna ili dodatna dijagnoza	IV	9,6 (9,1 – 10)

Rutinska primjena slikovne dijagnostike u praćenju OA se ne preporučuje. Ipak, opravdana je kod neočekivane nagle progresije simptoma ili promjene kliničkih karakteristika kako bi se odredila povezanost s težinom OA ili postojanje dodatnih poremećaja.	III–IV	8,8 (7,9 – 9,7)
Ako je potrebna slikovna dijagnostika, konvencionalne RTG snimke trebaju se učiniti prije upotrebe ostalih modaliteta. Za postavljanje dodatne dijagnoze, meka tkiva prikazuju se pomoću UZV-a ili MRI, a kosti pomoću CT-a ili MRI.	III–IV	8,7 (7,9 – 9,6)
Za optimalni prikaz promjena vezanih uz OA bitno je razmatranje adekvatnih radiografskih projekcija. Za koljeno se tako preporučuju projekcije u opterećenju i patelofemoralna projekcija.	III	9,4 (8,7 – 9,9)
Prema trenutnim istraživanjima, slikovne osobine nisu povezane s odgovorom na kirurško liječenje i slikovne metode ne mogu se preporučiti u svrhu predviđanja odgovora na kirurško liječenje.	II–III	9,4 (8,9 – 9,9)
Točnost intraartikularne injekcije ovisi o svojstvima zgloba i vještini osobe koja izvodi zahvat, a slikovni prikaz može poboljšati točnost zahvata. Slikovni prikaz posebno je preporučen kod zglobova koji su teže dostupni zbog anatomije (npr. kuk), stupnja deformiteta ili pretilosti.	III-IV	9,4 (8,9 – 9,9)
Kategorije dokaza: Ia, dokazi iz metaanaliza randomiziranih kontroliranih studija; Ib, dokazi iz barem jedne randomizirane kontrolirane studije; IIa, dokazi iz barem jedne kontrolirane studije bez randomizacije; IIb, dokazi iz barem jedne studije drugog kvazieksperimentalnog dizajna; III, dokazi iz neeksperimentalnih deskriptivnih studija, poput komparativnih studija, studija korelacije i slučaj-kontrola; IV, dokazi iz izvještaja ili mišljenja stručnih odbora ili kliničkog iskustva priznatih autoriteta, ili oboje. Razina suglasnosti izražena je kao brojčana ocjena na skali od 0 do 10. *Tipične osobine uključuju bol vezanu uz korištenje zgloba, kratkotrajnu jutarnju ukočenost, dob iznad 40 godina, simptome vezane uz jedan ili nekoliko zglobova.		

Literatura

1. Buckland-Wright C. Subchondral bone changes in hand and knee osteoarthritis detected by radiography. Osteoarthr Cartil. 2004 Jan 1;12:10–9.
2. Buckland-Wright JC, Bradshaw CR. Clinical applications of high definition microfocal radiography. Br J Radiol 1989;62:209–17.
3. Buckland-Wright JC, Patel N. Pattern of advancement in the zone of calcified cartilage detected in hand osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage 1999; 7:S41–S44.
4. Matthews DS, Butler DL. The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. Part I: the long term functional disability in athletically active individuals. J Bone Joint Surg [Br] 1983; 65:154–62.
5. Sakellariou, G. et al. EULAR recommendations for the use of imaging in the clinical management of peripheral joint osteoarthritis. Ann. Rheum. Dis. 76, 1484–1494 (2017).
6. Braun, H. J. & Gold, G. E. Diagnosis of osteoarthritis: Imaging. Bone 51, 278–288 (2012).
7. Bousson, V., Lowitz, T., Laouisset, L., Engelke, K. & Laredo, J.-D. CT imaging for the investigation of subchondral bone in knee osteoarthritis. Osteoporos. Int. 23, 861–865 (2012).

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-13

PREDNOSTI I NEDOSTATCI UGRADNJE ENDOPROTEZE I OSTEOTOMIJE KOLJENA KOD OSTEOARTRITISA

Tin Šklebar[1], dr. med., prof. dr. sc. Mislav Jelić[2], dr. med.

[1] Klinika za ortopediju, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, KBC Zagreb
[2] Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

UVOD

Osteoartritis (OA) koljena jedna je od najčešćih degenerativnih bolesti zglobova. Značajno narušava kvalitetu života bolesnika jer često uzrokuje bol i ograničuje pokretljivost koljena. S porastom učestalosti pretilosti i starenjem populacije, potreba za operacijskim liječenjem simptomatskog OA koljena neprestano raste (1)incidence and mortality risk. The prevalence and incidence of symptomatic, radiographic and self-reported hip or knee OA were included. Three levels of severity were defined to derive disability weights (DWs. Među dostupnim kirurškim modalitetima liječenja, totalna artroplastika koljena (engl. Total Knee Arthroplasty – TKA) najčešće je izvođena i najučinkovitija metoda za liječenje uznapredovalog, višekompartmentalnog oblika bolesti. Unikompartmentalna (parcijalna) artroplastika koljena (engl. Unicompartmental Knee Arthroplasty – UKA) predstavlja alternativu TKA kod bolesnika s izoliranim OA jednog zglobnog odjeljka, nudeći potencijalne prednosti u bržem oporavku, očuvanju propriocepcije i ukriženih sveza koljena. S druge strane, osteotomije u području koljena, ponajprije valgizirajuća tibijalna osteotomija (engl. High Tibial Osteotomy – HTO), i dalje imaju važnu ulogu u liječenju mlađih, aktivnijih bolesnika s OA jednog odjeljka i poremećajem mehaničke osi koljena. Prikazane su prednosti i nedostatci TKA, UKA i HTO u liječenju OA, uz osvrt na indikacije, trajnost implantata, komplikacije i funkcionalne rezultate.

TKA – prednosti i ograničenja

TKA se smatra zlatnim standardom u liječenju bolesnika s uznapredovalim OA koji zahvaća više zglobnih odjeljaka. Njezine glavne prednosti uključuju pouzdano ublažavanje boli, značajno poboljšanje funkcije te visoku stopu preživljenja implantata. Prema velikim preglednim istraživanjima i metaanalizama preživljenje implantata premašuje 90 % nakon 15 godina (2,3). Nadalje, napredak u dizajnu implantata i kirurškim tehnikama, uključujući minimalno

invazivne pristupe, dovodi do potencijalno boljih dugoročnih ishoda liječenja (4). Unatoč navedenim prednostima, TKA nije bez ograničenja. Istraživanja pokazuju da do 20 % bolesnika nije zadovoljno rezultatom nakon ugradnje proteze koljena (5). Mlađi i aktivniji bolesnici često iskazuju nezadovoljstvo zbog nedovoljne mogućnosti povratka intenzivnijim tjelesnim aktivnostima. Komplikacije poput periprotetske infekcije, kontrakture koljena te potrebe za revizijskim zahvatima i dalje predstavljaju značajan klinički izazov (6). Iako su ishodi revizijske TKA sve uspješniji, takvi zahvati povezani su s većim perioperativnim morbiditetom i nižim stupnjem zadovoljstva bolesnika u usporedbi s primarnom artroplastikom (7). Dodatno, podaci iz registara upućuju na to da bolesnici mlađi od 60 godina imaju veći rizik od potrebe za revizijskim zahvatom u odnosu na starije dobne skupine, što otvara pitanja o trajnosti implantata u mlađoj populaciji (8).

HTO – prednosti i ograničenja

HTO je prvenstveno indicirana kod mlađih (<60 godina), aktivnih bolesnika s unikompartimentalnim medijalnim OA i varus deformacijom koljena. Poravnavanjem mehaničke osi, HTO smanjuje opterećenje na unutarnjem zglobnom odjeljku, odgađa progresiju bolesti i ublažava bol (9). Također se u manjem postotku izvodi kod bolesnika s valgus deformacijom koljena s unikompartmentalnim lateralnim OA. U usporedbi s TKA, HTO ima prednost očuvanja zglobne propriocepcije i omogućavanja viših razina tjelesne aktivnosti, uključujući i sudjelovanje u sportskim aktivnostima (10). Nekoliko sustavnih pregleda pokazalo je da HTO zadržava funkcionalne rezultate u približno 80–90 % bolesnika nakon 10 godina, osobito kada se primjenjuju suvremene tehnike fiksacije (11). Međutim, trajnost HTO inferiorna je u odnosu na TKA. Značajan udio pacijenata na kraju zahtijeva konverziju u endoprotezu koljena, pri čemu metaanalize ukazuju na povećanu tehničku složenost, dulje trajanje operacije te veći rizik od komplikacija prilikom izvođenja TKA nakon prethodne HTO (12,13). Nadalje, ishodi liječenja mogu biti nezadovoljavajući kod pretilih bolesnika te kod onih s neprepoznatim višekompartmentalnim OA (14). Specifične komplikacije vezane uz HTO uključuju pseudartrozu, odgođeno srastanje te mehaničku iritaciju na mjestu implantata, što može zahtijevati reoperaciju (15).

Komparativni prikaz TKA i HTO

Odabir između TKA i HTO uvelike ovisi o individualnim karakteristikama bolesnika. Kod starijih bolesnika s uznapredovalim, višekompartmentalnim OA, TKA pruža predvidljive kliničke ishode, dugoročnu trajnost implantata i pouzdano ublažavanje boli. Nasuprot tome, kod mlađih, aktivnijih bolesnika s unilatelarnim oblikom bolesti i osovinskim malpozicijama, HTO omogućuje

očuvanje unutarzglobnih struktura, odgodu potrebe za artroplastikom te omogućava višu razinu tjelesne aktivnosti (9,10). Sustavni pregled iz 2025. godine koji je usporedio ishode TKA nakon prethodne HTO s ishodima primarne TKA pokazao je veću učestalost komplikacija u skupini s prethodnom osteotomijom, iako su funkcionalni rezultati u velikoj mjeri bili usporedivi (13). Metaanalize sugeriraju da HTO zahvat, kod pažljivo odabranih bolesnika, može rezultirati usporedivim smanjenjem boli i poboljšanjem funkcije, iako njegova trajnost ostaje inferiorna u odnosu na TKA (12,16). Rehabilitacija nakon HTO u pravilu je dulja zbog potrebe za koštanim cijeljenjem i postepenim opterećivanjem, dok TKA omogućuje raniju mobilizaciju i standardiziraniji, ubrzani rehabilitacijski protokol usmjeren na povrat mišićne snage i opseg pokreta koljena.

UKA – prednosti i ograničenja

UKA, odnosno parcijalna endoproteza koljena, indicirana je kod bolesnika s izoliranim OA medijalnog ili lateralnog odjeljka, uz intaktne ligamente i minimalne deformitete. Za razliku od TKA, UKA omogućuje očuvanje prednje i stražnje ukrižene sveze te osteoartritisom nezahvaćenih zglobnih odjeljaka, čime se zadržava prirodnija biomehanika koljena (17). Prednosti UKA uključuju manji operativni rez, smanjen intraoperativni gubitak krvi, kraće bolničko liječenje i bržu rehabilitaciju u usporedbi s TKA (18). Dugoročni rezultati visokospecijaliziranih centara pokazuju preživljenje implantata od 80–90 % u razdoblju od 10 do 15 godina (19). Bolesnici nakon UKA često prijavljuju prirodniji osjećaj koljena i bolju funkciju u ranoj fazi rehabilitacije (20). Međutim, UKA ima i određena ograničenja. Ishodi UKA izrazito ovise o iskustvu operatera, a broj izvedenih zahvata pokazao se značajnim prediktorom dugoročne uspješnosti (21). Usporedba UKA s HTO pokazuje da obje metode dovode do značajnog smanjenja boli i poboljšanja funkcije kod bolesnika s unikompartmentalnim OA. Prema istraživanjima, UKA je rezultirala manjom postoperativnom boli i manjim brojem komplikacija, dok je HTO osigurala veći opseg pokreta koljena i nižu stopu revizijskih zahvata. Prednost UKA je brži postoperativni oporavak i raniji povratak svakodnevnim aktivnostima, dok HTO ostaje pogodniji izbor za mlađe i aktivnije bolesnike unatoč dužoj rehabilitaciji (23).

Rasprava i zaključak

TKA i dalje predstavlja terapiju izbora za uznapredovali, višekompartimentalni OA. Pouzdano ublažava bol te ima visoku dugoročnu trajnost implantata. Međutim, njezina primjena kod mlađih bolesnika ograničena je povećanim rizikom potrebe za revizijom te smanjenom sposobnošću izvođenja tjelesnih aktivnosti visokog intenziteta. HTO predstavlja vrijednu alternativu kod

mlađih, aktivnih bolesnika s izoliranim unikompartmentalnim OA, omogućujući očuvanje zgloba i višu razinu tjelesne aktivnosti. Ipak, ova metoda ima ograničenu dugoročnu trajnost te veću tehničku složenost, osobito u slučaju naknadne konverzije u TKA. UKA zauzima mjesto između HTO i TKA. Prikladna je za starije, ali aktivne bolesnike s izoliranim medijalnim ili lateralnim OA uz očuvanu stabilnost ligamenata. Omogućava brži oporavak i prirodniji osjećaj u koljenu nego TKA, no nosi veći rizik od revizije. Osigurava brži povratak svakodnevnim aktivnostima nego HTO, dok je HTO bolji izbor za mlađe i vrlo aktivne bolesnike koji žele odgoditi ugradnju endoproteze. Stoga se sve tri operacijske metode ne bi trebale smatrati konkurentnima, nego komplementarnima, pri čemu je ključan dobar odabir bolesnika. Moraju biti prilagođene stupnju bolesti, dobi bolesnika, razini tjelesne aktivnosti i bolesnikovim očekivanjima. Buduća istraživanja trebala bi se usmjeriti na dugoročna komparativna istraživanja, pojednostavljenje i standardizaciju operacijskih tehnika te integraciju ortobioloških metoda radi daljnjeg unaprjeđenja ishoda liječenja.

Literatura

1. Cross M, Smith E, Hoy D, Nolte S, Ackerman I, Fransen M i sur. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study. Ann Rheum Dis. 2014;73(7):1323–30.
2. Schiavone Panni A, Falez F, D'Apolito R, Corona K, Perisano C, Vasso M. Long-term follow-up of a non-randomised prospective cohort of one hundred and ninety two total knee arthroplasties using the NexGen implant. Int Orthop. 2017;41(6):1155–62.
3. Evans JT, Walker RW, Evans JP, Blom AW, Sayers A, Whitehouse MR. How long does a knee replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of follow-up. Lancet. 2019;393(10172):655–63.
4. Zhang H, Jiang XA, Jin BC, Zhang HH, Liang JB. Current developments in robotic assistance technology for total knee arthroplasty: a comprehensive overview. J Orthop Surg Res. 2025.;20(1):80.
5. Scott CEH, Howie CR, MacDonald D, Biant LC. Predicting dissatisfaction following total knee replacement: a prospective study of 1217 patients. J Bone Joint Surg Br. 2010;92(9):1253–8.
6. Meehan JP, Danielsen B, Kim SH, Jamali AA, White RH. Younger age is associated with a higher risk of early periprosthetic joint infection and aseptic mechanical failure after total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2014;96(7):529–35.
7. Lakpriya S, De C, Tahir M, Sanka SK, Pierce TP, Gwam C. Etiology of Failure in Revision Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Arthroplasty. 2025;S0883-5403(25)00836-8.
8. Bayliss LE, Culliford D, Monk AP, Glyn-Jones S, Prieto-Alhambra D, Judge A i sur. The effect of patient age at intervention on risk of implant revision after total replacement of the hip or knee: a population-based cohort study. Lancet. 2017;389(10077):1424–30.
9. Dal Fabbro G, Grassi A, Agostinone P, Lucidi GA, Fajury R, Ravindra A i sur. High survivorship rate and good clinical outcomes after high tibial osteotomy in patients with radiological

advanced medial knee osteoarthritis: a systematic review. Arch Orthop Trauma Surg. 2024;144(9):3977–88.

10. Belsey J, Yasen SK, Jobson S, Faulkner J, Wilson AJ. Return to Physical Activity After High Tibial Osteotomy or Unicompartmental Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Pooling Data Analysis. Am J Sports Med. 2021;49(5):1372–80.
11. Bode L, Eberbach H, Brenner AS, Kloos F, Niemeyer P, Schmal H i sur. 10-Year Survival Rates After High Tibial Osteotomy Using Angular Stable Internal Plate Fixation: Case Series With Subgroup Analysis of Outcomes After Combined Autologous Chondrocyte Implantation and High Tibial Osteotomy. Orthop J Sports Med. 2022;10(2):23259671221078003.
12. Chen X, Yang Z, Li H, Zhu S, Wang Y, Qian W. Higher risk of revision in total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a systematic review and updated meta-analysis. BMC Musculoskelet Disord. 2020;21(1):153.
13. Seo SS, Nha KW, Kim TY, Shin YS. Survival of total knee arthroplasty after high tibial osteotomy versus primary total knee arthroplasty: A meta-analysis. Medicine (Baltimore). 2019;98(30):e16609.
14. Schuster P, Geßlein M, Schlumberger M, Mayer P, Mayr R, Oremek D, i sur. Ten-Year Results of Medial Open-Wedge High Tibial Osteotomy and Chondral Resurfacing in Severe Medial Osteoarthritis and Varus Malalignment. Am J Sports Med. 2018;46(6):1362–70.
15. Miller BS, Downie B, McDonough EB, Wojtys EM. Complications after medial opening wedge high tibial osteotomy. Arthroscopy. 2009;25(6):639–46.
16. Delaigue F, Wardani H, Descamps J, Ollivier M, Nizard R, Bouché PA. A network meta-analysis evaluating valgization high tibial osteotomy cutting guides: improving surgical precision through navigation and PSI. Knee Surg Relat Res. 2025;37(1):28.
17. Kozinn SC, Scott R. Unicondylar knee arthroplasty. JBJS. 1989;71(1):145.
18. Pandit H, Hamilton TW, Jenkins C, Mellon SJ, Dodd C a. F, Murray DW. The clinical outcome of minimally invasive Phase 3 Oxford unicompartmental knee arthroplasty: a 15-year follow-up of 1000 UKAs. Bone Joint J. 2015;97-B(11):1493–500.
19. Mohammad HR, Strickland L, Hamilton TW, Murray DW. Long-term outcomes of over 8,000 medial Oxford Phase 3 Unicompartmental Knees-a systematic review. Acta Orthop. 2018;89(1):101–7.
20. Lyons MC, MacDonald SJ, Somerville LE, Naudie DD, McCalden RW. Unicompartmental versus total knee arthroplasty database analysis: is there a winner? Clin Orthop Relat Res. 2012;470(1):84–90.
21. Liddle AD, Judge A, Pandit H, Murray DW. Adverse outcomes after total and unicompartmental knee replacement in 101,330 matched patients: a study of data from the National Joint Registry for England and Wales. Lancet. 2014;384(9952):1437–45.
22. Mohammad HR, Matharu GS, Judge A, Murray DW. The Mid- to Long-Term Outcomes of the Lateral Domed Oxford Unicompartmental Knee Replacement: An Analysis From the National Joint Registry for England, Wales, Northern Ireland, and the Isle of Man. J Arthroplasty. 2021;36(1):107–11.
23. Zhang B, Qian H, Wu H, Yang X. Unicompartmental knee arthroplasty versus high tibial osteotomy for medial knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. J Orthop Surg. 2023;31(1):10225536231162829.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-14

JE LI OSTEOARTRITIS SAMO BOLEST ZGLOBOVA?

prof. dr. sc. Tatjana Kehler, dr. med.,
specijalist fizikalne medicine i rehabilitacije

Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju bolesti srca, pluća i reumatizma
Thalassotherapia Opatija Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, Opatija

SAŽETAK

Osteoartritis (OA) najčešća je bolest zglobova. OA je složeni proces sastavljen od upalnih i metaboličkih čimbenika

Komorbiditeti su posljedica boli koja dovodi do smanjene funkcije, sve težeg kretanja, invalidnosti i time lošije kvalitete života. (1,2) Pacijenti s osteoartritisom u pravilu imaju brojne komorbiditete, posebice metabolički sindrom te povećan rizik za kardiovaskularne bolesti. Sva ta oboljenja mogu imati specifičan utjecaj na progresiju osteoartritisa (3) te se pacijenti nalaze u jednom začaranom krugu. Oko 40 % pacijenata s osteoartritisom pati od kardiovaskularnih bolesti. (4), KV su često povezane s lošijim funkcionalnim statusom i posljedično otežanim kretanjem. (5) Postoji mnogo dokaza koji upućuju na to da su kardiovaskularni morbiditet i mortalitet veći u populaciji s osteoartritisom nego kod ispitanika bez osteoartritisa. (6) To je naročito izraženo u pacijenata s osteoartritisom koljena i kuka i teškim invaliditetom. (7)

Zaključno, pacijenti s osteoartritisom imaju veći kardiovaskularni rizik u usporedbi s kontrolnom skupinom. (8) Sistemska upala niskog stupnja može doprinijeti i osteoartritisu i KVB-u.

Literatura

1. Van Dijk, G.M.; Veenhof, C.; Schellevis, F.; Hulsmans, H.; Bakker, J.P.; Arwert, H.; Dekker, J.H.; Lankhorst, G.J.; Dekker, J. Comorbidity, Limitations in Activities and Pain in Patients with Osteoarthritis of the Hip or Knee. BMC Musculoskelet. Disord. 2008, 9, 95. [CrossRef] [PubMed]
2. Bastick, A.N.; Runhaar, J.; Belo, J.N.; Bierma-Zeinstra, S.M.A. Prognostic Factors for Progression of Clinical Osteoarthritis of the Knee: A Systematic Review of Observational Studies. Arthritis Res. Ther. 2015, 17, 152. [CrossRef]
3. Yoshimura, N.; Muraki, S.; Oka, H.; Tanaka, S.; Kawaguchi, H.; Nakamura, K.; Akune, T. Accumulation of Metabolic Risk Factors Such as Overweight, Hypertension, Dyslipidaemia, and Impaired Glucose Tolerance Raises the Risk of Occurrence and Progression of

Knee Osteoarthritis: A 3-Year Follow-up of the ROAD Study. Osteoarthr. Cartil. 2012, 20, 1217–1226. [CrossRef]

4. Hall, A.J.; Stubbs, B.; Mamas, M.A.; Myint, P.K.; Smith, T.O. Association between Osteoarthritis and Cardiovascular Disease: Systematic Review and Meta-Analysis. Eur. J. Prev. Cardiol. 2016, 23, 938–946. [CrossRef]
5. Calders, P.; Van Ginckel, A. Presence of Comorbidities and Prognosis of Clinical Symptoms in Knee and/or Hip Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. Semin. Arthritis Rheum. 2018, 47, 805–813. [CrossRef]
6. Veronese, N.; Cereda, E.; Maggi, S.; Luchini, C.; Solmi, M.; Smith, T.; Denkinger, M.; Hurley, M.; Thompson, T.; Manzato, E.; et al. Osteoarthritis and Mortality: A Prospective Cohort Study and Systematic Review with Meta-Analysis. Semin. Arthritis Rheum. 2016, 46, 160–167. [CrossRef] [PubMed]
7. Hawker, G.A.; Croxford, R.; Bierman, A.S.; Harvey, P.J.; Ravi, B.; Stanaitis, I.; Lipscombe, L.L. All-Cause Mortality and Serious Cardiovascular Events in People with Hip and Knee Osteoarthritis: A Population Based Cohort Study. PLoS ONE 2014, 9, e91286. [CrossRef]
8. Mathieu, S. Cardiovascular Profile in Osteoarthritis: A Meta-Analysis of Cardiovascular Events and Risk Factors. Joint Bone Spine 2019, 86, 679–684. [CrossRef] [PubMed]

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-15

PREDNOSTI I NEDOSTACI PRIMJENE DIJAGNOSTIČKOG ULTRAZVUKA U OSTEOARTRITISU KOLJENA

Prof. dr. sc. Nadica Laktašić Žerjavić[1], Jelena Jakšić[2], Igor Begović[3]

1. Prof. dr. sc. Nadica Laktašić Žerjavić, dr. med., glavni autor i autor za korespondenciju
Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Klinika za reumatske bolesti i rehabilitaciju KBC Zagreb
ORCID 0000-0003-1279-3928
Email: nadica_laktasic@yahoo.com
2. Jelena Jakšić
Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu
ORCID 0000-0002-3520-296X
3. Igor Begović, dr. med.
Opća i veteranska bolnica "Hrvatski ponos" Knin
ORCID

Sažetak

Dijagnoza osteoartritisa koljena (OAK) prvenstveno se postavlja na osnovi anamneze i kliničkog pregleda. Dijagnostički ultrazvuk (UZV) vrijedna je dijagnostička metoda oslikavanja u evaluaciji zglobnih promjena u OAK-u koja može pomoći pri postavljanju dijagnoze, praćenju i liječenju OAK-a. Prva slikovna metoda izbora u dijagnostici OAK-a je standardna radiografija (RTG), koja bi se obavezno trebala učiniti u stojećem stavu bolesnika i trebala bi prethoditi UZV pregledu jer RTG-om možemo prikazati sve osnovne karakteristike OAK-a (suženje zglobne pukotine, rubne osteofite, sklerozu suphondralne kosti, hipertenzivne sinovijalne ciste u suphodralnoj kosti te popratnu hondrokalcinozu, kao i najčešću varus deformaciju zgloba). UZV ne može prikazati promjene unutar kosti zglobnih tijela u OAK-u, za razliku od kompjutorizirane tomografije (CT) i magnetske rezonancije (MR), uz napomenu da samo MR prikazuje dodatno edem u suphondralnoj kosti kondila (obično priležeći oštećenoj hrskavici kao odraz mehaničkog preopterećenja i prijeteće osteonekroze i deformacije zglobnog tijela, tzv. SONK) i bolje prikazuje mekotkivne strukture unutar i oko zgloba koljena u odnosu na CT i UZV. Stoga, UZV u OAK-u predstavlja pomoćnu dijagnostičku metodu oslikavanja.

Prednost UZV-a je što omogućuje prikaz mekih struktura oko koljena, značajnog dijela hrskavice kondila femura, rano otkrivanje osteofita, utvrđivanje sinovitisa te provođenje minimalno-invazivnih dijagnostičkih i terapijskih postupaka kao i praćenje učinkovitosti liječenja. Kvantitativni UZV omogućuje

procjenu ranih degenerativnih promjena hrskavice, tj. daje uvid u kvalitetu i mikroarhitekturu hrskavice, no nije u rutinskoj kliničkoj primjeni. Kao jedna od metoda oslikavanja UZV predstavlja tzv. suhi biomarker u OAK-u.

Summary

The diagnosis of knee osteoarthritis (OA) is primarily based on the patient's medical history and clinical examination. Diagnostic ultrasound (US) is a valuable imaging tool for evaluating joint changes in knee OA. It can aid in diagnosis, disease monitoring, and treatment planning. The first-line imaging modality for diagnosing knee OA is plain radiography (X-ray). It should be performed with the patient in a standing position and should precede US evaluation. X-rays can reveal the key features of OA, including joint space narrowing, osteophyte formation, subchondral bone sclerosis, subchondral synovial cysts, chondrocalcinosis, and the commonly associated varus deformity. Unlike computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI), US cannot assess intraosseous changes. MRI, however, provides detailed visualization of soft tissue structures in and around the knee joint and can detect subchondral bone marrow edema, typically adjacent to damaged cartilage as a sign of mechanical overload, potential osteonecrosis, and joint body deformation (known as SONK). Therefore, US serves as an adjunct imaging modality in knee OA. Its advantages include real-time visualization of soft tissue structures surrounding the knee, assessment of a significant portion of the femoral condylar cartilage, early detection of osteophytes, confirmation of synovitis, guidance for minimally invasive diagnostic and therapeutic procedures, and monitoring the effectiveness of treatment. Quantitative US allows the assessment of early degenerative changes in cartilage, i.e. it provides insight into the quality and microarchitecture of cartilage, but is not in routine clinical application. As one of the imaging modalities, US represents the so-called dry biomarker in knee OA.

Ključne riječi

Osteoartritis koljena, dijagnostički ultrazvuk, intervencijski ultrazvuk

Keywords

Knee osteoarthritis, ultrasound imaging, interventional ultrasonography

Uvod

UZV-om možemo prikazati strukturne promjene i oštećenja zgloba, kao i upalne promjene u ranoj i uznapredovaloj fazi bolesti OAK-a. On omogućuje djelomičnu procjenu oštećenja hrskavice koljena, prikaz depozita kristala urata na hrskavici i kalcijevog pirofosfat dihidrata (CPP) unutar hrskavice. U detekciji zglobnog izljeva osjetljiviji je od kliničkog pregleda, uz mogućnost procjene kvantitete i kvalitete izljeva, kao i djelomičnu detekciju slobodnih zglobnih tijela (ukoliko su prisutni u zglobnim recesusima). Omogućuje i prikaz resičaste sinovijalne hipertrofije u kroničnom sinovitisu koljena te sinovijalne hondromatoze. U razlikovanju aktivnog od inaktivnog sinovitisa korištenjem doplera nije tako osjetljiv u koljenu kao u malim zglobovima. UZV-om pouzdano se prikazuju meka tkiva oko zgloba (tetiva kvadricepsa, tetive u sklopu pes anserinus, tetiva bicepsa femorisa, patelarni ligament, kolateralni ligamenti i burze). UZV-om tek se djelomično prikazuju zglobni menisci, a ne prikazuju se križni ligamenti. Uz pomoć UZV-a može se vršiti dijagnostička i terapijska evakuacija izljeva te intraartikularna primjena lijekova i pratiti učinkovitost liječenja. Za prikaz promjena unutar kosti, oštećenja zglobnih meniska i križnih ligamenta, za detaljnu procjenu pokrovne hrskavice koljena i slobodnih zglobnih tijela potrebno je koristiti druge metode oslikavanja (MR i CT) (1,2). Metode oslikavanja (RTG, UZV, MR, CT) predstavljaju tzv. suhe biomarkere u OAK-u (za razliku od biomarkera koji se dobivaju analizom tjelesnih tekućina kao što su sinovija i krv). Suhi biomarkeri u OAK-u pomažu u postavljanju dijagnoze, procjeni težine bolesti, praćenju progresije bolesti i terapijskog učinka intervencija. Noviji pristup uključuje kvantitativnu trodimenzionalnu morfološku procjenu hrskavice i semikvantitativnu procjenu cijelog zgloba kao organa u osteoartritisu, pri čemu se prednost daje MR-u (WORMS, engl. The Whole Organ Magnetic Resonance Imaging Score) (3,4).

Prikaz zglobne hrskavice u OAK-u

UZV omogućuje djelomičnu procjenu oštećenja pokrovne hrskavice koljena jer je UZV analizi dostupno do dvije trećine pokrovne hrskavice medijalnog kondila femura (prosječno 66 %) i jedna trećina lateralnog kondila femura (prosječno 37 %) suprapatelarnim pristupom, pri čemu se sonda postavlja poprečno na uzdužnu osovinu noge iznad gornjeg ruba patele pri maksimalno flektiranom koljenu, a potom i uzdužno iznad oba kondila femura (5). Hrskavica tibije nije dostupna UZV-u. Zdrava hrskavica prikazuje se anehogeno (crno) s obzirom na to da je bogata vodom te gotovo da ne atenuira ultrazvučni snop. Površina hrskavice je pravilna tanka hipoehogena (siva) linija i unutar zdrave hrskavice nema odjeka (homogeno je anehogena – crna), a suphondralna kost se prikazuje kao pravilna ehogena (bijela) linija jer površina kosti u potpunosti reflektira UZV snop. UZV-om na sivoj skali može se

procijeniti debljina hrskavice, djelomično njezina kvaliteta i utvrditi prisutnost depozita kristala urata ili CPP-a. Zdrava hrskavica koljena mjereno UZV-om debela je u području medijalnog kondila femura oko 1,9 mm, a lateralnog oko 2,1 mm, što je nešto manje nego kad se mjeri pomoću MR-a na istom koljenu (5,6). Debljina hrskavice može se mjeriti kao udaljenost između dvije linije (granica meko tkivo površina hrskavice i granica hrskavica suphondralna kost) okomito na površinu suphondralne kosti u području medijalnog i lateralnog kondila femura (5 mm medijalno ili lateralno od ruba kondila) i u području interkondilarne udubine. U OAK-u mijenja se kvaliteta i debljina zglobne hrskavice, što se UZV-om prikazuje pojačanom atenuacijom UZV snopa pa ona postaje hipoehoena (više siva), nepravilne gornje površine i stanjena, a ehogena linija suphodralne kosti također postaje nepravilna i zadebljana (slika 1). Uznapredovalost degenerativnih promjena hrskavice u OAK-u može se procijeniti semikvantitativnom metodom (0 = uredan nalaz; 1 = blage degenerativne promjene: neoštra gornja površina i/ili povećana ehogenost hrskavice; 2A = umjerene degenerativne promjene: sve kao kod 1 uz jasno lokalno stanjenje hrskavice za manje od 50 %; 2B = umjerene do teže degenerativne promjene: sve isto kao kod 1 uz jasno lokalno stanjenje hrskavice za više od 50 %, no manje od 100 %; 3 = teške degenerativne promjene – sve isto kao kod 1 uz jasan lokalni gubitak hrskavice) (7). Promjene u hrskavici dešavaju se sporo, kroz razdoblje od više godina, što zahtijeva dugotrajno praćenje bolesnika.

Odlaganje kristala CPP-a u vezivnu hrskavicu zglobnih meniska koljena kod starijih osoba i u sklopu OAK-a te rjeđe unutar pokrovne hijaline hrskavice kondila femura i tibije naziva se hondrokalcinozom. Kristali se UZV-om prikazuju kao točkasti ehogeni odjeci unutar pokrovne hrskavice ili zglobnih meniska, najčešće bez akustične sjene. Kristali urata odlažu se na površinu hrskavice tako da ona postaje gruba i ehogena te se time uz ehogenu liniju suphodralne kosti prikazuje i ehogena linija na površini hrskavice od odloženih kristala urata, što je patognomonično za giht, naziva se znakom dvostruke konture (engl. *double contour sign*) i jedan je od klasifikacijskih ACR/EULAR kriterija za giht (engl. American College of Rheumatology / European League Against Rheumatism) (8). U sklopu istraživanja OAK-a primjenjuje se kvantitativni UZV koji, za razliku od konvencionalne filtrirane i modificirane slike u B-modu (sivoj skali), koristi nemodificirane (tzv. sirove) podatke iz piazolektričnih elementa sonde visoke frekvencije (20 do 50 MHz) dobivenih odjekom iz tkiva. Dobiveni podaci koriste se za procjenu degeneracije hrskavice mjerenjem parametara kao što su koeficijent refleksije (R, engl. *reflection coefficient*), indeks hrapavosti (URI, engl. *ultrasound roughness index*), integrirani koeficijent ultrazvučne refleksije (IRC, engl. *integrated ultrasonic reflection coefficient*), prividno integrirano povratno raspršenje (AIB, engl. *apparent integrated backscatter*), a svi ti parametri omogućuju procjenu

mikroarhitekture i kvalitete hrskavice. Dodatno se procjenjuje kvaliteta hrskavice i elastografijom. Parametri R i AIB ukazuju na poremećen raspored i sastav kolagenih vlakana u ranoj fazi OAK-a. Parametri R, URI i IRC ukazuju na hrapavost površine hrskavice. Parametri R-kosti, IRC i AIB ukazuju na veličinu površine trabekularne kosti (engl. surface area), koja ukazuje na degeneraciju suphondralne kosti (ona postaje nepravilne površine, sklerotična) (1,9).

Prikaz suženja zglobne pukotine i rubnih osteofita u OAK-u

Razvoj osteofita smatra se ključnim obilježjem OAK-a, rani je znak bolesti (razvija se prije suženja zglobne pukotine i predviđa progresiju bolesti), te dovodi do boli i gubitka funkcije zgloba (10). Ultrazvuk je metoda visoke osjetljivosti u ranom otkrivanju osteofita. Ultrazvučno osteofit je definiran kao stepeničasto koštano odignuće (engl. *step-up of bony prominence*) ehogene linije površine kosti, vidljivo u dvije okomite ravnine, na kraju konture kosti ili enteze (slika 1) (11). UZV može prikazati rubne osteofite tibije i femura na medijalnom i lateralnom uzdužnom prikazu koljena (ako su obostrano prisutni, jedan nasuprot drugom izgledaju poput krila galeba), a kao popratni znak uznapredovale bolesti često je prisutna sužena zglobna pukotina (posebice medijalno) s protruzijom medijalnog meniska izvan zglobnog prostora, što predstavlja važan znak OAK-a, posebice simptomatskog OAK-a.

Detekcija sinovitisa u OAK-u

Sinovitis u OAK-u (tzv. dekompenzacija OAK-a) prisutan je trajno supklinički (tzv. tinjajuća upala), a akutizacija sinovitisa uzrokom je nalog pojačanja bola, otekline zgloba i ubrzane progresije bolesti. Znakovi sinovitisa na UZV-u su zglobni izljev, zadebljanje sinovije i pozitivan doplerski signal u sinoviji kao odraz povećanog protoka krvi uzrokovanog upalom. U detekciji zglobnog izljeva UZV je značajno osjetljiviji od kliničkog pregleda te omogućuje procjenu kvantitete i kvalitete izljeva kao i detekciju slobodnih zglobnih tijela (otkinuti komadić hrskavice, kosti, osteofita, meniska) u zglobnim recesusima. U OAK-u izljev je tipično serozan, anehogen (porastom staničnih elemenata postaje reflektivniji, npr. hipoehogen je kod hemartrosa). Zglobni izljev prikazuje se u suprapatelarnom, medijalnom i lateralnom parapatelarnom recesusu te poplitealno u Bakerovoj cisti. UZV omogućuje prikaz sinovijalne hipertrofije u kroničnom sinovitisu koljena (nije tako često u OAK-u) te sinovijalne hondromatoze. Razlikovanje aktivnog od neaktivnog sinovitisa doplerskim modalitetima nije osjetljivo u koljenu kao na malim zglobovima pa odsustvo signala ne isključuje aktivni sinovitis, a njegova prisutnost ga potvrđuje. Manja količina izljeva može biti prisutna i u zdravom koljenu. Prema EULR-ovim kriterijima do 4 mm dubine izljeva smatra se normalnom količinom izljeva u suprapatelarnom recesusu (12). U studiji na Nottinghamskoj kohorti mjereno

u suprapatelarnom recesusu na uzdužnom prikazu pri 20 do 30 stupnjeva fleksije optimalna granična vrijednost koja razlikuje simptomatski OAK od nesimptomatskog (dobra osjetljivost + dobra specifičnost) za izljev bila je 7,4 mm za muškarce i 5,3 mm za žene, te 3,7 mm i 1,6 mm za sinovijalnu hipertrofiju. Granična vrijednost visoke specifičnosti (90 %) bila je 8,9 mm za muškarce i 7,8 mm za žene za izljev, te 5,8 mm i 4,2 mm za sinovijalnu hipertrofiju (13).

Prikaz okolozglobnih mekotkivnih struktura u OAK-u

UZV-om možemo pouzdano prikazati meka tkiva oko zgloba (burze, tetivu kvadricepsa, tetivu bicepsa femorisa, tetive u sklopu pes anserinus, patelarni i kolateralne ligamente te mišiće natkoljenice i potkoljenice).

Tipične UZV promjene u OAK-u

U OAK-u prikazuje se stanjena pokrovna hrskavica kondila femura suprapatelarnim pristupom uz pojačanje ehogenosti hrskavice, nepravilan i ehogeniji prikaz površine hrskavice i suphodralne kosti, rubni osteofiti kondila femura i tibije, protruzija medijalnog meniska iz suženog zlobnog prostora uz odizane medijalnog kolateralnog ligamenta, degenerativna cista meniska, hondrokalcinoza, anehogeni izljev u suprapatelarnom receususu i poplitealna Bakerova cista (Slika 1) (1).

Tipične UZV promjene u simptomatskom OAK-u

Kada je u OAK-u prisutna bol najčešće ne samo pri kretanju već i u mirovanju te oteklina koljena (obično nastupa kao naglo pogoršanje tegoba u koljenu), UZV-om se tipično detektira anehogeni (serozni) izljev u suprapatelarnom recesusu, protruzija medijalnog meniska s distenzijom medijalnog kolateralnog ligamenta i poplitealno Bakerova cista (Slika 1). Navedeno ukazuje na simptomatski sinovitis, a najčešće je tada radiološki prisutan stadij OAK-a 3. ili 4. stupnja po Kellgerenu i Lawrenceu (2,14).

Nedostaci UZV-a u OAK-u

Ultrazvukom se ne mogu prikazati strukture smještene duboko unutar zgloba te promjene unutar kosti jer površina kosti predstavlja nepremostivu barijeru prodoru UZV snopa.

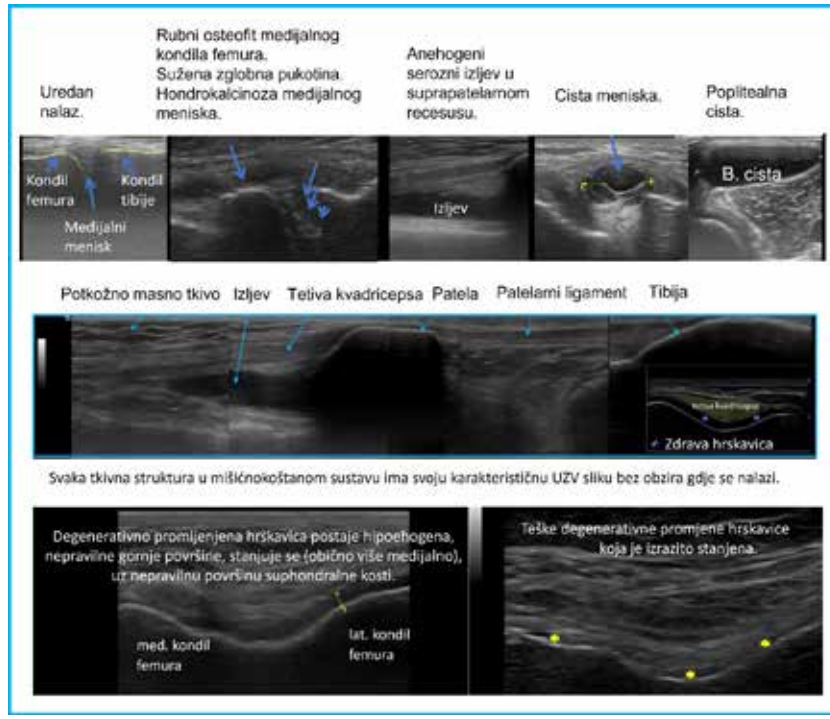
Za procjenu oblika i kongruencije zglobnih tijela, širine zglobnog prostora te za prikaz koštanih promjena (osteofita, suphondralne skleroze, hipertenzivnih koštanih cista i erozija) treba izabrati RTG ili još bolje CT. Za integralni prikaz hrskavice koljena, zglobnih meniska i križnih ligamenta pri sumnji na njihovu ozljedu, kao i za detekciju slobodnih zglobnih tijela i koštanog edema, treba izabrati MR (1,15).

Prednost UZV-a u OAK-u

Prednost UZV-a pred konvencionalnom radiografijom je u otkrivanju lokalizirane degradacije hrskavice, osteofita, protruzije meniskusa i sinovitisa (upale). Općenito, UZV je pouzdan u prikazu mekotkivnih struktura oko zgloba i sinovitisa. Daje djelomičan uvid u zglobnu hrskavicu i prikaz rubnih osteofita. UZV omogućava izvođenje dijagnostičkih i terapijskih postupaka, tj. UZV može pomoći pri aspiraciji zglobne i okolozglobne kolekcije tekućine (zglobni izljev, burza, gangliom), pri lokalnoj instilaciji ili infiltraciji lijekova (depo preparat glukokortikoida, hijaluronan, plazma obogaćena trombocitima skr. PRP) i pri punkciji i biopsiji mekotkivnih promjena. Dodatno, UZV može pomoći u praćenju progresije bolesti i učinkovitosti lokalnog ili sustavnog liječenja. Prednost UZV-a je i u tome što je to relativno jeftina, jednostavna, sigurna i dostupna dijagnostička metoda oslikavanja (1).

Zaključak

UZV je korisna pomoćna metoda oslikavanja u OAK-u za evaluaciju zglobnih i okolozglobnih promjena, a koja može pomoći pri postavljanju dijagnoze, praćenju i liječenju OAK-a.



Slika 1. Ultrazvučni prikaz tipičnih promjena u osteoartritisu koljena.

Literatura

1. D'Agostino V, Sorriento A, Cafarelli A, Donati D, Papalexis N, Russo A, et al. Ultrasound Imaging in Knee Osteoarthritis: Current Role, Recent Advancements, and Future Perspectives. Journal of Clinical Medicine. 2024; 13(16):4930. https://doi.org/10.3390/jcm13164930
2. Sakellariou G, Conaghan PG, Zhang W, Bijlsma JWJ, Boyesen P, D'Agostino MA, et al. EULAR recommendations for the use of imaging in the clinical management of peripheral joint osteoarthritis. Ann Rheum Dis. 2017;76(9):1484-1494. doi: 10.1136/annrheumdis-2016-210815. Epub 2017 Apr 7. PMID: 28389554.
3. Roemer FW, Wirth W, Demehri S, Kijowski R, Jarraya M, Hayashi D, et al. Imaging Biomarkers of Osteoarthritis. Semin Musculoskelet Radiol. 2024 Feb;28(1):14-25. doi: 10.1055/s-0043-1776432. Epub 2024 Feb 8. PMID: 38330967.
4. Peterfy CG, Guermazi A, Zaim S, Tirman PF, Miaux Y, White D, et al. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2004 Mar;12(3):177-90. doi: 10.1016/j.joca.2003.11.003. PMID: 14972335.
5. Kauppinen K, Casula V, Zbýň Š, Blanco Sequeiros R, Saarakkala SS, Nevalainen MT. Ultrasonographic Assessment of the Normal Femoral Articular Cartilage of the Knee Joint: Comparison with 3D MRI. ScientificWorldJournal. 2021 Aug 18;2021:9978819. doi: 10.1155/2021/9978819. PMID: 34456636; PMCID: PMC8387170.
6. Faisal A, Ng SC, Goh SL, Lai KW. Knee cartilage segmentation and thickness computation from ultrasound images. Med Biol Eng Comput. 2018;56(4):657-69.
7. Saarakkala S, Waris P, Waris V, Tarkiainen I, Karvanen E, Aarnio J, et al. Diagnostic performance of knee ultrasonography for detecting degenerative changes of articular cartilage. Osteoarthritis Cartilage. 2012;20(5):376-81.
8. Neogi T, Jansen TL, Dalbeth N, Fransen J, Schumacher HR, Berendsen D, et al. 2015 Gout classification criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. Ann Rheum Dis. 2015;74(10):1789-98. Erratum in: Ann Rheum Dis. 2016;75(2):473.
9. Zhang H, Ning E, Lu L, Zhou J, Shao Z, Yang X, et al. Research progress of ultrasound in accurate evaluation of cartilage injury in osteoarthritis. Front Endocrinol (Lausanne). 2024 Aug 15;15:1420049. doi: 10.3389/fendo.2024.1420049. PMID: 39211448; PMCID: PMC11358554.
10. Van der Kraan PM, van den Berg WB. Osteophytes: relevance and biology. Osteoarthritis Cartilage. 2007;15(3):237-44. doi: 10.1016/j.joca.2006.11.006. Epub 2007 Jan 3. PMID: 17204437.
11. Bruyn GA, Iagnocco A, Naredo E, Balint PV, Gutierrez M, Hammer HB, et al; OMERACT Ultrasound Working Group. OMERACT Definitions for Ultrasonographic Pathologies and Elementary Lesions of Rheumatic Disorders 15 Years On. J Rheumatol. 2019 Oct;46(10):1388-1393. doi: 10.3899/jrheum.181095. Epub 2019 Feb 1. PMID: 30709946.
12. D'Agostino MA, Conaghan P, Le Bars M, Baron G, Grassi W, Martin-Mola E, et al. EULAR report on the use of ultrasonography in painful knee osteoarthritis. Part 1: prevalence of inflammation in osteoarthritis. Ann Rheum Dis. 2005 Dec;64(12):1703-9. doi: 10.1136/ard.2005.037994. Epub 2005 May 5. PMID: 15878903; PMCID: PMC1755310.
13. Sarmanova A, Hall M, Fernandes GS, Valdes AM, Walsh DA, Doherty M, et al. Thresholds of ultrasound synovial abnormalities for knee osteoarthritis - a cross sectional study in the general population. Osteoarthritis Cartilage. 2019 Mar;27(3):435-443. doi: 10.1016/j.joca.2018.09.018. Epub 2018 Nov 16. PMID: 30448531; PMCID: PMC6414397.
14. Iagnocco A. Ultrasound in osteoarthritis. Clin Exp Rheumatol 2014; 32 (Suppl. 80): S48-S52.
15. Mallio CA, Bernetti C, Agostini F, Mangone M, Paoloni M, Santilli G, et al. Advanced MR Imaging for Knee Osteoarthritis: A Review on Local and Brain Effects. Diagnostics (Basel). 2022 Dec 24;13(1):54. doi: 10.3390/diagnostics13010054. PMID: 36611346; PMCID: PMC9818324.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-16

IZOKINETIKA – PRIMJENA U DIJAGNOSTICI I LIJEČENJU OA KOLJENA

Katarina Lohman Vuga, dr. med.,
specijalist fizikalne medicine i rehabilitacije

Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju Varaždinske Toplice

Koncept izokinetičkih vježbi razvio je James Perrine krajem 1960-ih, a pokazao se revolucijom u treningu i rehabilitaciji vježbanja. Umjesto tradicionalnih vježbi koje su se izvodile promjenjivom brzinom uz konstantnu težinu ili otpor, Perrine je razvio koncept izokinetike, koji uključuje dinamičku unaprijed određenu fiksnu brzinu s otporom koji se potpuno prilagođava tijekom cijelog opsega pokreta. Od nastanka izokinetike, ovaj oblik testiranja i vježbanja postao je sve popularniji u kliničkim, atletskim i istraživačkim okruženjima, a prvi članak koji opisuje izokinetičku vježbu objavljen je 1967. godine. Otada su brojni članci i istraživačke prezentacije dokumentirali upotrebu izokinetike za objektivno testiranje ili za trening.

Kod izotoničkih vježbi otpor je konstantan (npr. uteg od 2 kg koji subjekt podiže prilikom vježbanja). Brzina kretanja se mijenja zbog činjenice da mišić nema jednaku snagu tijekom čitavog opsega pokreta. Na početku i na kraju opsega pokreta snaga je manja, a oko sredine najveća. Gdje je snaga manja ekstremitet se kreće manjom brzinom, a gdje je veća većom brzinom. Mišić nije adekvatno opterećen tijekom cijelog opsega pokreta, na mjestima gdje je najjači manje je opterećen, s obzirom na to da je količina otpora ograničena prema najslabijoj točki u opsegu kretanja. Ako se primijeni preveliki otpor, veća je mogućnost prenaprezanja i ozljeda.

Kod izokinetičkih vježbi (moguće ih je provoditi samo na izokinetičkim dinamometrima) obrnuto je, brzina kretanja je stalna, a otpor je promjenjiv. Bez obzira kolika se snaga primijeni, stalna brzina se neće prijeći. Ako bi brzina segmenta prelazila unaprijed određenu brzinu naprave, elektronički kontrolirani mehanizam povećava otpor (akcija) proporcionalno snazi mišića pacijenta (reakcija). Ako je mišićna snaga manja, otpor je manji, ako je veća, otpor je veći, i zbog toga je rizik od preopterećenja i ozljede zgloba i mišića minimalan. Zbog konstantnog prilagođavanja otpora mišić je adekvatno opterećen tijekom cijelog opsega pokreta i brže se povećava snaga.

Količina snage koju primjenjuje ispitanik mjeri se u osi rotacije kao snaga obrtanja i naziva se obrtni moment, te se može prikazivati brojčano i grafički.

Obrtni moment (Nm) prema definiciji je umnožak sile (N) i dužine kraka poluge (m), te je jedinica SI sustava. Za interpretaciju nalaza najčešće se koristimo brojčanim vrijednostima maksimalnog obrtnog momenta u odnosu na tjelesnu težinu ispitanika te navedene vrijednosti uspoređujemo s odgovarajućim normativnim vrijednostima. Značajan je grafički prikaz krivulje obrtnog momenta, jer oblik krivulje može upućivati na određenu patologiju (npr. ozljeda ACL-a, hondromalacija patele). Iz vrijednosti obrtnog momenta izračunava se ukupni rad mišića (J), koji se dobije matematičkim izračunom površine ispod krivulje obrtnog momenta, te snaga (W) = rad (J) / vrijeme (s).

Prije svakog izokinetičkog testiranja i vježbi potreban je detaljan liječnički pregled i postavljanje valjane indikaciju za primjenu izokinetičkog koncepta. Može se primijeniti u zbrinjavanju nakon ortopedsko-traumatoloških operacija (TEP, frakture, operacije ligamenata, meniska), operacija kralješnice, liječenju degenerativnih i upalnih reumatske bolesti, neuroloških bolesti (pareze, paraplegije, multipla skleroza, cerebralna i dječja paraliza, moždani udar). Vrlo je važno poštovati kontraindikacije, kako ne bi došlo do daljnjih ozljeda i oštećenja mišića i zglobova. Izokinetika je kontraindicirana kod svježih i nesaniranih prijeloma, ograničenog zalječenja mekih tkiva, izraženog izljeva u zglobovima, jakih bolova, izražene nestabilnosti u zglobu, izraženih kontraktura uz ograničen opseg pokreta, jakog spasticiteta, nemogućnosti aktivnog izvođenja pokreta, izražene osteoporoze, nereguliranih kardiovaskularnih bolesti (hipertenzija, angina pectoris) i kognitivne nesposobnosti razumijevanja na koji način izvoditi testiranje i vježbe.

Prije svakog testiranja potrebno je ispitanika upoznati s konceptom izokinetike i dati precizne upute kako izvoditi test i vježbe. U istraživanjima je dokazano da će informiran pacijent adekvatno odraditi izokinetičko testiranje, a bodrenje prilikom vježbanja ubrzava postizanje željenih rezultata.

Kako bi se izbjegla mogućnost ozljeđivanja, izokinetičkim aparatima smiju rukovati samo educirani stručnjaci (liječnici, fizioterapeuti, kineziolozi). Da bi rezultati testiranja bili što točniji, važno je pravilno pozicionirati ispitanika, stabilizirati ga na način predviđen za izolaciju ciljane mišićne grupe i uklanjanje doprinosa pomoćnih mišićnih grupa, fiksirati trakama i odrediti osovinu rotacije zgloba i izokinetičkog dinamometra. Stolica za testiranje je mobilna, može se podizati i spuštati naslon, rotirati, kako bi se ispitanik postavio u željeni položaj. Postoje razni nastavci koji je postavljaju na dinamometar za testiranje pojedinih zglobova (rame, lakat, ručni zglob, kuk, koljeno, gležanj, trup).

Cilj testiranja je dobiti relevantne podatke koje kasnije uspoređujemo s normativnim vrijednostima. Prilikom testiranja važno je pridržavati se određenih protokola kako bi se postigla pouzdanost mjerenja (zagrijavanje, odmor,

brzina testiranja, broj ponavljanja, verbalno ohrabrenje). Zagrijavanje se provodi na aparatu, dovoljne su 3 submaksimalne i 3 maksimalne kontrakcije. Testiranja se izvodi na niskim, srednjim i visokim brzinama, 4 i više ponavljanja. Između pojedinih serija potreban je odmor od najmanje 1 minutu. Testiraju se oba ekstremiteta, prvo zdraviji.

Rezultate testiranja uspoređujemo s referentnim vrijednostima. Referentne vrijednosti na aparatima različitih proizvođača (Cybex, Con-Trex, Biodex, isomed 2000, Humac Norm) nisu iste. Korisna je usporedba s kontralateralnom stranom, gdje je razlika do 10 % normalna, 10 do 20 % može ukazivati na patologiju, a više od 20 % je patološki nalaz. Važan je omjer između obrtnog momenta agonista i antagonista, omjer obrtnog momenta koncentrične i ekscentrične kontrakcije, između kojih mora postojati ravnoteža, i odstupanje od navedenog predstavlja patološki nalaz.

Temeljem dobivenih rezultata testiranja, individualno se slaže program vježbi, koje se također provode na izokinetičkom aparatu. Kao i kod testiranja, i kod vježbi se pridržavamo protokola u cilju što bržeg postizanja rezultata.

Postoje brojna istraživanja koja potvrđuju da je vježbanje na izokinetičkom aparatu sigurno kada se provodi pod stručnim nadzorom te da daje brže ili veće rezultate u specifičnoj snazi, hipertrofiji i nekim funkcijskim ishodima u usporedbi s izotoničkim i izometričkim vježbama.

Osteoartritis je jedna od najčešćih bolesti zglobova u razvijenom svijetu. Oko 7 % svjetske populacije boluje od osteoartritisa, učestalija je u starijim dobnim skupinama i vodeći je uzrok nesposobnosti starijih ljudi, naročito ako su zahvaćena koljena i/ili kuk.

Osteoartritis je multifaktorijalna bolest zgloba i nije samo rezultat starenja već može biti potaknuta nizom faktora, uključujući nasljedne, razvojne, metaboličke i traumatske. Obično se povezuje s oštećenjem zglobne hrskavice, no bolest zahvaća sve dijelove zgloba, subhondralnu kost, ligamente, meniske, zglobnu čahuru, sinovijalnu membranu, burze i mišiće okolo zgloba. Manifestira se u srednjoj životnoj dobi, no često započinje znatno ranije ali se u praktičnom kliničkom radu uobičajeno dijagnosticira kasnije, kada se pojave simptomi i kada su strukturne promjene već uznapredovale. Simptomi bolesti su u početku blagi, razvijaju se polako, a s vremenom se pogoršavaju. Najčešći znakovi osteoartritisa su bol u zglobu, ukočenost, ograničen opsega pokreta, krepitacije, izljev u zglob, hipotrofija mišića, deformacije i različiti stupnjevi upale, ali bez sustavnih učinaka.

Slabost ekstenzora koljena prisutna je u bolesnika s osteoartritisom koljena. Kako napreduje razvoj bolesti mišićna snaga se smanjuje, a naročito snaga kvadricepsa. Dokazano je da u početnom stadiju bolesti I st. po Kellgrenu i

Lawrenceu mišićna snaga bila smanjena 15 do 18 %, u II st. 24 % a u IV st. 38 do 60 %. Ekstenzori koljena su važni jer tijekom hoda smanjuju opterećenje donjih ekstremiteta i rasterećuju zglob koljena. Slabost kvadricepsa jedan je od rizičnih čimbenika za razvoj osteoartritisa koljena zbog smanjene stabilnosti koljenskog zgloba. Senzomotorna disfunkcija kvadricepsa koja podrazumijeva slabost mišića, oštećenu propriocepciju i oštećeni neuromuskularni zaštitni refleks uzrok je boli u koljenu i nesposobnosti donjih ekstremiteta.

U brojnim studijama je dokazano da vježbe jačanja mišića ekstenzora koljena dovode do povećanja snage, smanjuju bol u koljenu i poboljšavaju hod. Također, preveniranje razvoja slabosti kvadricepsa može spriječiti nastanak i usporiti napredovanje osteoartritisa koljena. Brojni su korisni učinci vježbi s opterećenjem u postizanju povećanja mišićne mase i snage, povećanja mineralne gustoće kostiju, smanjenja rizika od pada, povećanja brzine hoda i ravnoteže. Kod starijih ljudi s kardiovaskularnim bolestima treba biti oprezan i dozirati opterećenja koliko im to dopuštaju njihove sposobnosti i stadij bolesti. Iako vježbe jačanja muskulature dovode do smanjenja boli i poboljšanja funkcije, radi što boljeg učinka potrebno ih je kombinirati s vježbama opsega pokreta, vježbama istezanja, vježbama ravnoteže i aerobnim vježbama (hodanje, vožnja bicikla).

Brojna istraživanja pokazuju učinkovitost izokinetičkih vježbi u rehabilitaciji bolesnika s osteoartritisom koljena. Izokinetički treninzi koji omogućuju kontroliranu brzinu pokreta i konstantan otpor, pokazali su se korisnima u jačanju mišića, smanjenju boli i poboljšanju funkcionalnih sposobnosti, također mogu poboljšati propriocepciju i ravnotežu, smanjujući rizik od padova i općenito poboljšati kvalitetu života bolesnika s osteoartritisom koljena. Izokinetičke vježbe značajno povećavaju snagu kvadricepsa i hamstringsa u bolesnika s osteoartritisom koljena osobito pri brzinama od 60 st/s i 180 st/s. Izokinetičke vježbe su superiornije u poboljšavanju odnosa, tj. smanjivanju disbalansa između mišića ekstenzora i hamstringsa koljena u odnosu na izotoničke i izometričke vježbe.

Primjenjuju se koncentrične i ekscentrične vježbe, a jedno istraživanje je pokazalo da je trening koji uključuje veliki broj ponavljanja i ekscentrične kontrakcije bio siguran, učinkovit i dobro podnošljiv za pacijente s osteoartritisom koljena.

Izokinetičke vježbe mogu biti korisne u raznim fazama osteoartritisa, kada želimo povećati snagu mišića i poboljšati funkcionalnost. Preporuča se individualizirani pristup, uzimajući u obzir potrebe i stanje svakog pacijenta. Vježbe se provode na različitim brzinama, najčešće od 60 st/s do 240 st/s uz različito opterećenje i broj ponavljanja, ovisno što se želi postići, trening snage, hipertofija muskulature, poboljšanje izdržljivosti, mišićna koordinacija i

propriocepcija. Ne treba postojati bojazan od vježbanja i testiranja na visokim brzinama jer su one daleko niže u odnosu na kutne brzine koje postižemo u svakodnevnom životu. Vježbe se provode uz određeno opterećenja (uobičajeno od 50 % do 90 %) u odnosu na maksimalnu kontrakciju. Ovisno o računalnom softveru kod pojedinih aparata postoji vizualni *feedback*, tj. mogućnost da pacijent na ekranu u obliku krivulje prati kontrakciju koju izvodi, te povećavajući ili smanjujući snagu kontrakcije točno prati zadani nivo opterećenja.

Izolirano se jača pojedina mišićna skupina kako bi se smanjio disbalans između agonista i antagonista. Ako pacijent ima proporcionalno slabiji kvadriceps u odnosu na mišiće hamstringse, program se slaže tako da se više optereti ekstenzorna muskulatura. Prema potrebi jača mišićna skupina se može i potpuno isključiti iz vježbi na način da aparat sam odradi pokret. (Pacijent radi pokret ekstenzije u koljenu uz otpor, a aparat vraća potkoljenicu u položaj fleksije bez pružanja otpora.)

Gotovo svi moderniji aparati imaju mogućnost korekcije (izuzimanja) gravitacije. To nam omogućuje da pacijenti koji imaju mišićnu snagu 2 po MMT i ne mogu odignuti ekstremitet protiv gravitacije mogu provoditi vježbe na izokinetičkom aparatu.

Kod pacijenata koji osjećaju bolnost u određenom dijelu opsega pokreta, može se izolirati bolni dio, na način da se kretnja ograniči do bolnog mjesta i vježba samo u dijelu opsega pokreta gdje nema boli.

Također i sa smanjenjem otpora i vježbanjem na većim brzinama izbjegavamo bol. Jedna studija je pokazala da primjena BFR treninga (ograničenja protoka krvi – uključuje primjenu elastičnih traka ili manžeta na gornji dio ruku ili nogu kako bi se djelomično ograničio protok krvi prema mišićima koji se vježbaju, cilj nije potpuno blokirati dotok krvi, već smanjiti protok venske krvi, dok arterijski protok ostaje neometan) pri niskom opterećenju značajno povećava izokinetičku snaga ekstenzora koljena kod žena sa rizikom za osteoartritis koljena, u usporedbi s treningom bez BFR-a. To je postignuto bez povećanja boli u koljenima.

Vježbe za koljeno mogu se provoditi u otvorenom i zatvorenom kinetičkom lancu, uz različito pozicioniranje na aparatu i odgovarajuće nastavke.

Neka istraživanja preporučaju prvo provođenje izotoničkih vježbi pa nakon toga vježbe snaženja. Na izokinetičkim aparatima mogu se provoditi i izotoničke vježbe, a prednost je što se mogu raditi pod različitim kutovima opsega pokreta i mjeri se snaga statičke kontrakcije koju ispitanik upotrebljava.

Budući da je dokazano da slabost mišića kvadricepsa može biti jedan od rizičnih čimbenika za razvoj osteoartritisa koljena, dijagnostička izokinetika

ima ulogu u ranom otkrivanju slabosti muskulature, a time i preveniranju i usporavanju razvoja bolesti. Nakon fraktura kostiju natkoljenice, potkoljenice i stopala, operativnih zahvata na kukovima, koljenima gležnjevima, ozljeda ligamenata, meniska i mišića, posljedično dolazi do slabosti kvadricepsa i razvoja disbalansa između agonista i antagonista, u ovom slučaju fleksora i ekstenzora koljena, što za posljedicu ima nestabilan zglob.

Diracoglu i suradnici proveli su izokinetičko testiranje fleksije/ekstenzije koljena. Mišićni manuelni test dao je normalne ili gotovo normalne rezultate mjerenja kod pacijenata s osteoartritisom koljena, izokinetičkim testiranjem pronađene su značajno niže vrijednosti snage, nego kod zdravih ispitanika. Ponekad se gubitak mišićne snage ne može otkriti tijekom kliničkog pregleda, ali se može verificirati putem izokinetičkih mjerenja. To pokazuje superiornost dinamičkog izokinetičkog testiranja mišića u odnosu na statičko testiranje mišića kao pokazatelja mišićne performanse.

Rydevik i sur. usporedili su funkcioniranje i invaliditet kod pacijenata s osteoartritisom kuka. Pacijenti s osteoartritisom kuka imali su blagu do umjerenu bol i značajno nižu snagu ekstenzije koljena na temelju izokinetičkog testiranja. Njihovi zaključci preporučuju uključivanje vježbi za jačanje kvadricepsa i vježbi za održavanje volumena kuka pri razvoju rehabilitacijskih programa za pacijente s osteoartritisom kuka s ciljem poboljšanja funkcije i smanjenja invaliditeta.

Iako su izokinetičke vježbe učinkovite, i u nekim segmentima superiornije u odnosu na izotoničke i izometričke, ne preporuča se provoditi ih izolirano, nego kao sastavni dio rehabilitacijskih programa za liječenje osteoartritisa koljena.

Literatura

1. Muscle Testing, Interpretation and Clinical Applications; Zeevi Dvir, Churchil Livingstone, 2004
2. Principles and Practice of isokinetics in Sports Medicine and Rehabilitation, Kai-Ming Chan, Nicola Maffuli: June 1996 by Williams and Wilkins Asia-pacific Ltd
3. Con-Trex Multijoint system; 2000 CMV AG Zurich Switzerland
4. Isokinetik in Sport und Therapi, Hanno Felder, HEILDERBERG; Pflaum Phisiotherapie, 1999, isbn 3-7905-0775-x
5. Isokinetic Exercise and Assessment, by David H. Perrin, Human Kinetics, January 1, 1993
6. Relevant, less relevant and irrelevant isokinetic strength test parameters : Some critical comments, Zeevi Dvir, Movement and Sport Sciences, 2014.
7. Davies, G.E.: A Compendium of Isokinetics in clinical Usage. 4th ed. Onalaska, WIS : S & S Publishers. (1992)
8. Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation, Rydevik 2019., Musculosceletal key

9. Investigation od the relationship betwen Isokinetic Muscle Strenght and Functional performance in patients with Knee Osteoarthritis; i.Yuksel, I.saracoglu,N. Eyvaz, Forbes j Med 2023,482).168-178
10. Isokinetic testing of muscle strength in older adults with knee osteoarthritis: An integrative review, Bradley J.Myers may 2020, Isokinetics and Excercise Science 28(3) :1-22
11. Efficacy of blood flow-restricted, low-load resistance training in women with risk factors for symptomatic knee osteoarthritis, Randomized Controlled Trial, Neil A Segal, Maria C Davis, Robert B Wallace, Alan E Mikesky, PMR 2015 Apr;7(4):376-84.
12. Effect of thigh strength on incident radiographic and symptomatic knee osteoarthritis in a longitudinal cohort; Neil A. Segal, James C. Torner, David Felson, Jingbo Niu, Leena Sharma, Cora E. Lewis, Michael Nevitt, Artritis and care research, 27 August 2009
13. Functioning and Disability in Patients With Hip Osteoarthritis With Mild to Moderate Pain; Karin

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-17

SUSTAVNO FARMAKOLOŠKO LIJEČENJE U OSTEOARTRITISU KOLJENA: SMJERNICE I PRAKSA

Izv. prof. prim. dr. sc. Miroslav Mayer[1], dr. med., prof. dr. sc. Simeon Grazio, dr. med.[2]

1 Zavod za kliničku imunologiju i reumatologiju Klinike za unutarnje bolesti Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, KBC Zagreb, Zagreb
2 Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, KBC Sestre milosrdnice, Zagreb

Osteoartritis je kompleksna bolest koja ima učinak na sve strukture zgloba, na ostale dijelove sustava za kretanje, ali i na druge tjelesne sustave. Liječenje OA uključuje različite farmakološke i nefarmakološke modalitete. Potonji se preferiraju u smjernicama za liječenje OA koljena kao prva linija liječenja, iako se u praksi daleko manje propisuju. (1)

Paracetamol je jednostavni analgetik, koji prvenstveno djeluje na središnji živčani sustav. Metaanalize su pokazale da je njegov analgetski učinak kao monoterapije ograničen, odnosno pruža malu, klinički neznačajnu i kratkotrajnu dobrobit u smislu smanjenja boli, te da nije bolji od placeba neovisno o dozi (4 mm razlike na 100 mm VAS-u). Maksimalna dnevna doza paracetamola je 3000 mg, ali se, s obzirom na hepatotoksičnost i druge nuspojave, one gastrointestinalne (GI), kardiovaskularne (KV) i renalne, mora koristiti s oprezom. (2) U značajnijim preporukama/smjernicama kao što su one Američkog reumatološkog društva / Zaklade za artritis (American College of Rheumatologa / Arthritis Foundation, skr. ACR/AF) daje uvjetna preporuka za primjenu paracetamola, kratkotrajno i u slučaju kontraindikacija za drugu terapiju. (3) Europsko društvo za kliničke i ekonomske aspekte osteoartritisa i osteoporoze (European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis, skr. ESCEO) imaju sličnu uvjetnu preporuku, uz kombiniranje lijeka s dugotrajnom primjenom kondroitin sulfata ili glukozamina. (4) Američka akademija ortopedskih kirurga (American Academy of Orthopaedic Surgeons, skr. AAOS) navodi da je njegova primjena primjerena. (5) Po našem mišljenju, s obzirom na malo smanjenje boli kod MSK stanja, paracetamol bi se mogao koristiti kao alternativna strategija liječenja kronične boli u bolesnika s kontraindikacijama za oralne NSAID-e. Unatoč riziku od hepatotoksičnosti kod predoziranja ili prethodnih bolesti jetre, smatramo da je paracetamol prilično siguran u općoj populaciji, uključujući starije osobe.

Nesteroidni antireumatici (NSAR) su grupa lijekova s analgetskim, antiinflamatornim i antiprietskim učincima, putem inhibicije enzima ciklooksigenaze (COX), katalizatora metabolizma arahidonske kiseline i produkata prostanoida, uključenih u upalni proces i bol. Načelno, NSAR dijelimo na COX-neselektivne i COX-2 selektivne, pri čemu su potonji poštedniji na gastrointestinalni (GI) sustav, ali u dugoročnoj primjeni imaju povišeni rizik za KV nuspojave. Indicirani su za nociceptivnu i upalnu bol, najčešće se koriste kao monoterapija i obično su prva linija farmakološkog liječenja u OA. Prema mrežnoj metaanalizi primjena diklofenaka 150 mg dnevno i etorikoksiba 60 mg dnevno učinkoviti su u smanjenju boli zbog OA (MD −0,56, odnosno −0,65). (6) Načelno, koriste se prema principu najmanje još učinkovite doze i što kraće vrijeme, iako su za protuupalni učinak potrebne maksimalne doze lijeka. Dugotrajna primjena zahtijeva pažljivo praćenje zbog potencijalnih rizika, prvenstveno onih GI i KV, ali i nekih drugih, kao što su oni renalni.

U bolesnika s povišenim rizikom za GI nuspojave obično se preporučuju COX-2 inhibitori, kao i konkomitantna primjena inhibitora protonske crpke (IPP). U bolesnika s povišenim KV rizikom treba izbjegavati dugotrajnu primjenu NSAR, pri čemu podaci ukazuju da je najpoštedniji u tom smislu naproksen. S obzirom na GI i KV rizike razvijeni su algoritmi primjene NSAR, prvenstveno s obzirom na COX selektivnost i primjenu konkomitantne terapije. (7) Međunarodne i nacionalne smjernice s velikim utjecajem, kao što su one ACR/AF, OARSI i AAOS-a, snažno podržavaju primjenu NSAR, kao prve sistemske farmakološke terapije, uz napomene opreza nuspojava ili u nekima ako topička terapija nije učinkovita.(1,3,5) Druge daju uvjetne preporuke. (4) Odabir najprikladnijeg NSAR-a, formulacije i trajanja terapije uglavnom se oslanjaju na profil bolesnika i na farmakološka svojstva lijekova (tj. selektivnost i potentnost COX izoformi te poluvrijeme eliminacije u plazmi). Kod bolesnika s niskim rizikom nuspojava, terapija NSAR se mora primjenjivati najmanje 10 dana kako bi se postigla analgezija i najmanje 3 tjedna kako bi se postigao puni protuupalni učinak. U praćenju je važno biti svjestan potencijalnih GI problema (poput bolova u želucu, žgaravice ili krvave stolice), redovito pratiti krvni tlak i funkciju bubrega (npr. kreatinin, urin i eGFR), posebno kod dugotrajne primjene ili u bolesnika s već postojećim bolestima. Preporuča se unutar 2-4 tjedna od početka liječenja kontrolirati KKS, hepatogram (ako se sumnja na oštećenje jetre), kao i hemoglobin (kod sumnje na GI krvarenje). (8) Kod povišenog kardiovaskularnog rizika treba izbjegavati selektivne COX-2 inhibitore i diklofenak, dok naproksen i ibuprofen imaju nešto niži kardiovaskularni rizik. (9)

Opioidi su široka klasa lijekova koji vežu specifične receptore sustava endogenih opioida raspoređenih u mozgu, leđnoj moždini, ali i izvan središnjeg živčanog sustava. Načelno, dijelimo ih na slabe (npr. tramadol) i snažne (npr. morfin, oksikodon, fentanil). Srednja standardizirana razlika (SMD) u kliničkim

studijama trajanja 4-12 tjedana u smislu smanjenja boli za opoidne analgetike je -0,20 (95 % CI: 0,5-0,35). Snažni dokazi o povoljnom učinku opioidnih analgetika u kroničnoj mišićnokoštanoj boli, uključivo i onu kod OA koljena, ograničeni su, napose u smislu poboljšanja funkcije. RCT s 240 bolesnika s kroničnom križoboljom ili OA kuka ili koljena nije pokazalo razliku u funkciji povezanoj s boli između opioidnih i neopioidnih analgetika nakon 12 mjeseci liječenja. U metaanalizi Osanija i sur. nađeno je da opioidni analgetici dovode do malog boljitka glede boli i funkcije u odnosu na placebo kroz 2-12 tjedana liječenja, a bez poboljšanja u kvaliteti života. Slično, metaanaliza Zhanga i sur. s uključenih 6 kliničkih studija s OA kuka ili koljena pokazala je umjereni učinak tramadola u odnosu na placebo, a samo su visoke doze (300 mg/dan) pokazale poboljšanje funkcijske podskale WOMAC upitnika u odnosu na placebo (SMD −0,24, 95 % CI −0,47 do 0,03). Mora se voditi računa o nuspojavama, a najčešće su mučnina, konstipacija, ošamućenost, a u višim dozama i respiratorna depresija, što je manje izraženo u slabih nego jakih opioida. Ne smije se zaboraviti ni potencijalna opasnost od razvoja ovisnosti. Nedostaju strategije temeljene na dokazima, uključivo i one o postupnom izostavljanju tih lijekova. (10)

Osobni čimbenici o kojima se malo vodi računa kod primjene opioida je npr. da osobe nenavikle na fizičke napore njezinim prakticiranjem mogu osjetiti pojačanje boli kroz modulaciju centralnim mehanizmima (povećanje ekspresije serotonina u rostralnoj ventromedijalnoj meduli). Kliničke praktične smjernice/preporuke najčešće ne preporučuju ili su čak protiv primjene opioida. Međutim, neke od njih navode da se opioidi, među kojima se izrijekom navodi tramadol, mogu razmotriti u posebnim okolnostima, kada je bol jaka ili ako bolesnici ne reagiraju, ne podnose ili su kontraindicirani za NSAR ili kada su alternative iscrpljene i to najkraće moguće i u najmanjoj učinkovitoj dozi. (3,8) U kliničkoj se praksi opioidi često propisuju za trajna stanja mišićno-koštanog sustava, uključujući OA, te se sve više ukazuje na važnost praćenja njihovih neželjenih učinaka. Primjenu opioida predlažemo u liječenju kronične umjerene do jake boli uzrokovane OA koljena, ako su se druge farmakološke terapije pokazale neučinkovitima ili su kontraindicirane, ako je operacija kontraindicirana ili je bolesnici odbijaju (npr. u slučaju zamjene zgloba zbog OA), pri čemu bi se prednost trebala dati slabim opioidima. Ključno je temeljito procijeniti čimbenike rizika za nuspojave, kao što su obiteljska ili osobna anamneza zlouporabe droga, anamneza velike depresije ili anksioznosti, kronične opstruktivne plućne bolesti, gastrointestinalni poremećaji (tj. zatvor, crijevna opstrukcija) i/ili istodobno propisivanje nekih lijekova (npr. antikovulzivi, benzodiazepini, antidepresivi). (11)

Na tržištu danas postoje različite fiksne kombinacije dvaju lijekova koje uključuju paracetamol, NSAR i opioidne analgetike. Takve formulacije se uklapaju u koncept multimodalnog liječenja, gdje se primjenjuju lijekovi različitog

mehanizma djelovanja, s pretpostavljenim sinergističkim djelovanjem, dok bi primjenom nižih doza nego kod monoterapije trebale imati manje nuspojava. Također, jednostavnija primjena i smanjenje broja tableta doprinosi adherenciji. Kombinacija neopioidnih i opioidnih lijekova može biti korisna u liječenju nekih akutnih i kroničnih bolnih stanja kao što su križobolja ili bol kod karcinoma, dok u slučaju OA još nema dovoljno čvrstih dokaza, iako je racionalna presumpcija da mogu biti korisni. (12) Sukladno tome međunarodne smjernice/preporuke podržavaju multimodalno liječenje boli, a kombinacije, napose s NSAR, najčešće su integralni dio takvog pristupa u OA koljena, kao i u postoperativnoj boli (npr. nakon operacija ugradnje endoproteza). (3) Iako ova terapijska strategija nije široko podržana dostupnim dokazima i međunarodnim smjernicama za bolna stanja MSK-a, uključivo i OA koljena kombinacija NSAR, paracetamol i/ili slabih opioida mogu biti korisna strategija, sinergističkog učinka uz manje nuspojava u sklopu multimodalnog farmakološkog liječenja boli.

Koanalgetici su lijekovi koji nisu primarno bili razvijeni kao analgetici, ali se kasnije pokazalo da mogu imati povoljan učinak kod kronične, napose neuropatske boli. Analozi gama-aminobutiričke kiseline su lijekovi koji se koriste prvenstveno kao antikonvulivi. Dovode do smanjenja otpuštanja glutamata, noradrenalina i supstancije P. Gabapentin i pregabalin su indicirani u liječenju neuropatske boli, a potonji i u indikaciji fibromijalgije. Gabapentin može imati povoljan učinak u OA koljena, ali dokazi su ograničeni. Antikonvulzivi imaju prihvatljiv sigurnosni profil, iako, njihova se doza mora sniziti u slučaju bubrežnog zatajenja, neki noviji podaci govore da je uporaba pregabalina povezana s višom stopom zatajenja srca, a mogu dovesti do respiratorne depresije ako se koriste zajedno s opioidima. Antikonvulzivi se u međunarodnim smjernicama preporučuju kao lijekovi prvog izbora za liječenje neuropatske boli, posebno gabapentin i pregabalin. (13) Prema našem mišljenju antikonvulzivi mogu biti korisni u neuropatske sastavnice mješovite boli, kakva se nađe u OA koljena.

Antidepresivi su heterogena klasa lijekova, koji uključuju tricikličke antidepresive (npr. amitriptilin, nortriptilin), inhibitore ponovne pohrane serotonina i norepinefrina – SNRI (npr. duloksetin) i selektivne inhibitore ponovne pohrane serotonina – SSRI (npr. fluoksetin). Čini se da je sposobnost njihovog djelovanja na bol neovisna o njihovom antidepresivnom djelovanju. Antidepresivi su indicirani u patološkim stanjima karakteriziranim neuropatskom, nociplastičnom ili miješanom boli. Za duloksetin postoje dokazi u RCTs u smislu većeg smanjenja boli u odnosu na placebo kod OA koljena (SMD -0,39; 95%CI 0,25-0,52). Ipak, ne smatraju se lijekovima prve linije za mišićnokoštanu bol. U tom smislu, recentna mrežna metaanaliza odnosno sistematski pregled ne ukazuju na klinički značajnu učinkovitost većine ovih lijekova u liječenju mišićnokoštane boli. (14) Neke od smjernica za liječenje

OA koljena uvrštavaju antidepresive i uvjetno ih preporučuju, npr. ACR /AF (3), dok su druge, npr. OARSI, uvjetno protiv njihove primjene. (1,3) Primjenu antidepresiva kao analgetika u kliničkoj praksi treba pažljivo razmotriti, jer se oni obično propisuju kao lijekovi izvan odobrenih indikacija za mišićnokoštanu bol i opterećeni su nuspojavama, a kako ih treba postupno uvoditi na terapijsku dozu, tako se preporuča i postupno smanjenje doze prije prekida njihove primjene. Prema dostupnim dokazima sugerirali bismo duloksetin u niskoj dozi u cilju analgezije u kroničnoj boli kod OA, također i zbog pozitivnog učinka na psihološke aspekte.

Sporodjelujući lijekovi za OA (engl. *slow-acting drugs for osteoarthritis*, skr. SYSADOA), uključuju glulozamin sulfat (CS) i kondroitin sulfat (CS), glikozaminoglikane, inače prisutne u ljudskim hrskavicama i kostima, koji bi mogli imati mogućnost obnavljanja ekstracelularnog matriksa, a time i strukturno modificirajući i analgetski učinak u bolesnika s OA. Neka su istraživanja pokazala da GS smanjuje proizvodnju PGE2 i inhibira put nuklearnog faktora kappa B (NFκB), kao i IL-1β, proupalnog citokina, odnosno smanjuje aktivnost COX-2, sintezu dušikovog oksida (iNOS) i matriks-metaloproteinaza, čime kontrolira upalnu kaskadu. CS je lijek koji ima sposobnost stimulacije sinteze proteoglikana i hijaluronske kiseline, kao i inhibirati sintezu proteolitičkih enzima i uF-κB koji doprinose oštećenju hrskavice, a u hondrocitima su smanjeni proupalni citokini poput IL-1 i TNF-a, te proupalni enzimi, poput fosfolipaze A2 (PLA2), COX-2 i iNOS-2. Oba su široko primjenjivani i sigurni lijekovi. Unatoč brojnim objavljenim radovima nedostaju visokokvalitetni dokazi o kliničkoj učinkovitosti GS i CS. Razlog tih proturječnosti dijelom proizlazi iz različitog regulatornog statusa, odnosno kategorizacije tih medicinskih tvari u različitim državama i regijama, a kao takvi oni su korišteni i u kliničkim studijama. Osim toga, u različitim studijama primijenjene su različite dnevne doze lijeka, različita je bila dužina praćenja te ocjena ishoda, dok su u nekima korištene molekularne formulacije za koje je poznato da nemaju učinkovitost. Može se zamijetiti određeni trend da sponzorirane studije pokazuju bolje rezultate od onih neovisnih. (15) Većina smjernica nije uvrstila SYSADOA lijekove u liječenju OA koljena. U NICE smjernicama se navodi da ti lijekovi nemaju snažne dokazi o dobrobiti. (8) Smjernice ACR ne preporučuju upotrebu kondroitin sulfata, glukozamina i kombiniranih proizvoda za liječenje OA koljena, ali se preporučuju za OA šaka. (3) Jedino ESCEO preporuča dugotrajnu primjenu ovih lijekova (više od 3 godine), kao prvu terapiju, uz paracetamol i topičke NSAR. (4) Na temelju prethodno navedenog naše je mišljenje da se preparati GS i CS mogu pokušati primijeniti u bolesnika koji imaju OA koljena s blagim do umjerenim bolovima, pri čemu je važno koristiti preparate visoke čistoće i u dovoljnoj dozi. Takva bi primjena trebala biti kontinuirana, kroz najmanje 6 mjeseci, a nakon toga je potrebno donijeti zajedničku odluku s bolesnikom hoće li se liječenje nastaviti ili ne.

Literatura

1. Bannuru RR, Osani MC, Vaysbrot EE, Arden NK, Bennell K, Bierma-Zeinstra SMA i sur. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2019;27(11):1578–89.
2. Shtroblia V, Petakh P, Kamyshna I, Halabitska I, Kamyshnyi O. Recent advances in the management of knee osteoarthritis: a narrative review Front Med (Lausanne). 2025 Jan 21;12:1523027.
3. Kolasinski SL, Neogi T, Hochberg MC, Oatis C, Guyatt G, Block J i sur. 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation guideline for the management of osteoarthritis of the hand, hip, and knee. Arthritis Rheumatol. 2020;72(2):220–33.)(correction published in Arthritis Rheumatol 2021;73:799.
4. Bruyère O, Honvo G, Veronese N, Arden NK, Branco J, Curtis EM I sur. An updated algorithm recommendation for the management of knee osteoarthritis from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). Semin Arthritis Rheum. 2019:49:337–50.
5. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Management of osteoarthritis of the knee (non-arthroplasty) evidence-based clinical practice guideline. 2021. https://www.aaos.org/oak3cpg Pristup: 01.09.2025.
6. Da Costa BR, Pereira TV, Saadat P, Rudnicki M, Iskander SM, Bodmer NS i sur. et Effectiveness and safety of non-steroidal anti-inflammatory drugs and opioid treatment for knee and hip osteoarthritis: network meta-analysis. BMJ 2021; 375: n2321.
7. Magni A, Agostoni P, Bonezzi C, Massazza G, Menè P, Savarino V, et al. Management of osteoarthritis: expert opinion on NSAIDs. Pain Ther. 2021;10:783–808.
8. National Institute for Health and Care Excellence. Osteoarthritis: assessment and management. https://www.nice.org.uk/guidance/ng226/documents/draft-guideline Pristup: 01.09.2025.
9. Arias LM, Gonzales AM, Fadrique RS, Vasquez ES. Cardiovascular risk of nonsteroidal anti-inflammatory drugs and classical and selective cyclooxygenase-2 inhibitors: A meta-analysis of observational studies. J Clin Pharmacol. 2018;59:55-73.
10. Zhang X, Li X, Xiong Y, Wang Y, Wei J, Zeng C i sur. Efficacy and safety of tramadol for knee or hip osteoarthritis: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. Arthritis Care Res. 2023;75:158–65.
11. Castro-Dominguez F, Tibesku C, McAlindon T, Freitas R, Ivanavicius S, Kandaswamy P, Sears A i sur. Literature review to understand the burden and current non-surgical management of moderate–severe pain associated with knee osteoarthritis. Rheumatol Ther. 2024;11:1457–99.
12. Pergolizzi J, Varrassi G, LeQuang JAK, Breve F, Magnusson P. Fixed dose versus loose dose: analgesic combinations. Cureus 2023;15:e33320.
13. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Neuropathic pain in adults: pharmacological management in non-specialist settings. London, 2020. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31961628/ Pristup: 01.09.2025.)
14. Ferreira GE, Abdel-Shaheed C, Underwood M, Finnerup NB, Day RO, McLachlan A i sur. Efficacy, safety, and tolerability of antidepressants for pain in adults: overview of systematic reviews. BMJ. 2023;380:e072415.
15. 15. Honvo G, Reginster JY, Rabenda V, Geerinck A, Mkinsi O, Charles A i sur. Safety of symptomatic slow-acting drugs for osteoarthritis: Outcomes of a systematic review and meta-analysis. Drugs Aging. 2019;36(Suppl 1):65–99.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-18

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 osteoartritisa (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 rupture 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 ispitivala 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°, 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 meniscektomijom 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 rupture 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 rupture 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-1β, 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; therole 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, Mobasheri 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, Kuyser 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.; Rolauffs, 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

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-19

EMBOLIZACIJA GENIKULARNIH ARTERIJA U TERAPIJI OSTEOARTRITISA KOLJENA

Dr. sc. Luka Novosel, dr. med., subspecijalist intervencijske radiologije

Klinički zavod za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju KBC Sestre milosrdnice, Zagreb

Osteoartritis (OA) je degenerativna bolest sinovijalnih zglobova, koju karakterizira progresivno trošenje hrskavice i pregradnja kosti, a klinički se očituje kao bol i smanjena funkcija zgloba. Iako se OA nekada smatrao posljedicom isključivo degenerativnog procesa „trošenja", danas se zna da je patogeneza mnogo složenija te da se radi o biomehaničkoj bolesti cijelog organa sa snažnom upalnom komponentom [1,2].

Iako postoji niz nefarmakoloških i farmakoloških metoda liječenja za OA koljena, ove konzervativne mjere često su klinički neučinkovite u smislu ublažavanja boli i ne mijenjaju tijek bolesti [3]. Iako je totalna artroplastika koljena standardna terapija za osobe s teškim oblikom OA koljena, prema nekim statistikama samo je 9 % – 33 % pacijenata s teškim OA koljena spremno razmotriti operaciju ove vrste [4,5], a otprilike 20 % pacijenata koji se podvrgnu ugradnji proteze izražava nezadovoljstvo zahvatom zbog perzistirajuće boli, za koju se uglavnom smatra da je povezana sa sinovitisom [6,7].

Embolizacija genikularnih arterija je nova, minimalno invazivna, endovaskularna intervencija za pacijente sa simptomatskim OA koljena, koji ne reagiraju na druge konzervativne oblike liječenja, a nisu kandidati za zahvat ugradnje umjetnog koljena – primjerice, pacijenti s blagim do umjerenim OA ili oni koji zbog komorbiditeta nisu pogodni za operaciju. Postupak uključuje selektivnu kateterizaciju pojedinih genikularnih arterija, koje opskrbljuju sinovijalnu ovojnicu koljena, s ciljem da se ciljano djeluje na proces neovaskularizacije, koja se na angiografiji prikazuje kao pojačana patološka vaskularizacija i obično odgovara područjima boli ili osjetljivosti u koljenu. Embolizacija se izvodi selektivnim intraarterijskim ubrizgavanjem privremenog ili trajnog embolizacijskog materijala na mjesto boli i abnormalne vaskularizacije.

Embolizacija cilja sinovijalnu arterijsku hipervaskularizaciju zgloba koljena, koja ima značajnu ulogu u patogenezi i progresiji OA koljena [8]. Postupak ublažava bol koljena smanjenjem sinovijalnog protoka krvi, za što se pretpostavlja da smanjuje bol povezanu s upalom, neovaskularizacijom i novom inervacijom [9-11]. Iako nijedna studija do sada nije pokazala da embolizacija

genikularnih arterija mijenja strukturu zgloba u liječenju OA koljena, zabilježena su poboljšanja statusa sinovitisa koristeći sustav za bodovanje magnetskom rezonancom cijelog zgloba (WORMS) [12].

Literatura

1. Berenbaum F. Osteoarthritis as an inflammatory disease (osteoarthritis is not osteoarthrosis!) Osteoarthritis Cartilage. 2013;21:16–21.
2. Ikeda K., Nakagomi D., Sanayama Y., Yamagata M., Okubo A., Iwamoto T., et al. Correlation of radiographic progression with the cumulative activity of synovitis estimated by power Doppler ultrasound in rheumatoid arthritis: difference between patients treated with methotrexate and those treated with biological agents. J. Rheumatol. 2013;40:1967–1976.
3. Crawford D.C., Miller L.E., Block J.E. Conservative management of symptomatic knee osteoarthritis: a flawed strategy? Orthop. Rev. 2013;5:e2.
4. Hawker G.A., Guan J., Croxford R., Coyte P.C., Glazier R.H., Harvey B.J., et al. A prospective population-based study of the predictors of undergoing total joint arthroplasty. Arthritis Rheum. 2006;54:3212–3220.
5. Hawker G.A., Wright J.G., Badley E.M., Coyte P.C. Perceptions of, and willingness to consider, total joint arthroplasty in a population-based cohort of individuals with disabling hip and knee arthritis. Arthritis Rheum. 2004;51:635–641.
6. Sideris A., Malahias M.A., Birch G., Zhong H., Rotundo V., Like B.J., et al. Identification of biological risk factors for persistent postoperative pain after total knee arthroplasty. Reg. Anesth. Pain Med. 2022;47:161–166.
7. Kurien T., Kerslake R.W., Graven-Nielsen T., Arendt-Nielsen L., Auer D.P., Edwards K., et al. Chronic postoperative pain after total knee arthroplasty: the potential contributions of synovitis, pain sensitization and pain catastrophizing-An explorative study. Eur. J. Pain. 2022;26:1979–1989.
8. Mapp P.I., Walsh D.A. Mechanisms and targets of angiogenesis and nerve growth in osteoarthritis. Nat. Rev. Rheumatol. 2012;8:390–398.
9. Walsh D.A., Bonnet C.S., Turner E.L., Wilson D., Situ M., McWilliams D.F. Angiogenesis in the synovium and at the osteochondral junction in osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2007;15:743–751.
10. Bohnsack M., Meier F., Walter G.F., Hurschler C., Schmolke S., Wirth C.J., et al. Distribution of substance-P nerves inside the infrapatellar fat pad and the adjacent synovial tissue: a neurohistological approach to anterior knee pain syndrome. Arch. Orthop. Trauma. Surg. 2005;125:592–597.
11. Lyu S.R., Chiang J.K., Tseng C.E. Medial plica in patients with knee osteoarthritis: a histomorphological study. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2010;18:769–776.
12. Okuno Y., Korchi A.M., Shinjo T., Kato S., Kaneko T. Midterm clinical outcomes and MR imaging changes after transcatheter arterial embolization as a treatment for mild to moderate radiographic knee osteoarthritis resistant to conservative treatment. J. Vasc. Intervent. Radiol. 2017;28:995–1002.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-20

LIJEČITI DEBLJINU I IZBJEĆI SARKOPENIJU – TERAPIJSKI IZAZOV U OSTEOARTRITISU

Dr. sc. Vlatka Pandžić Jakšić, dr. med.,
specijalist internist, subspecijalist endokrinolog i dijabetolog

Zavod za endokrinologiju, dijabetes, bolesti metabolizma i kliničku farmakologiju
Klinička bolnica Dubrava, Avenija Gojka Šuška 6, 10000 Zagreb
vpandzic@kbd.hr

Porast učestalosti osteoartritisa zabilježen zadnjih desetljeća u epidemiološkim praćenjima očekivan je s obzirom na produljeni životni vijek i starenje populacije. Taj trend potvrđen je i u istraživanju na više od 2500 skeleta u dobi starijoj od 50 godina tijekom 8 tisućljeća ljudske povijesti – u rasponu od arheoloških ostataka lovaca-skupljača do urbanih stanovnika 21. stoljeća. Osteoartritis koljena bio je više od dvaput češći kod ljudi koji su umirali od druge polovice 20. stoljeća, što nesumnjivo upućuje na dodatne okolišne čimbenike u recentnijem razdoblju (1). Osteoartritis se tako prepoznaje kao bolest neprilagodbe u kojoj genetsko nasljeđe oblikovano u jednom okolišu, u novom postaje neusklađeno i nepovoljno. Ljudski su se preci razvijali kao aktivni lovci-sakupljači s prehranom bogatom vlaknima i niskim udjelom šećera. U posljednjim stoljećima, osobito u industrijskom i postindustrijskom razdoblju, došlo je do naglog prijelaza na sjedilački način života te prehranu bogatu dodanim šećerima i zasićenim mastima. Sposobnost zadržavanja zaliha masnog tkiva u vremenima oskudice, koja je u prošlosti bila evolucijska prednost u preživljavanju, danas se očituje u patološkom prekomjernom nakupljanju masti i epidemiji debljine (2). Rizik za pojavu osteoartritisa u debljini u američkoj kohorti penje se na 60 % i viši je od rizika osoba koje su imale ozljedu koljena. Najviši je u osoba koje su imale normalnu tjelesnu masu s 18 godina, a u kasnijem praćenju debljinu (3). Izdvojiti se može i veliko španjolsko istraživanje na više od 5,5 milijuna stanovnika koje je pokazalo povezanost simptomatskog osteoartritisa i indeksa tjelesne mase (ITM) – tri je puta češći u osoba s debljinom (ITM ≥ 30 kg/m^2) i gotovo pet puta češći u osoba s teškom debljinom (ITM ≥ 35 kg/m^2) (2, 4). Iako su podaci o vezi između debljine i osteoartritisa kuka nekonzistentniji, u ovoj velikoj studiji i to je potvrđeno (4). Dvostruko veća učestalost osteoartritisa šaka u debljini – u zglobovima koji nisu opterećeni prekomjernom masom – otvara dodatnu perspektivu na složeni patofiziološki odnos debljine i osteoartritisa (5).

Tradicionalno, osteoartritis se smatrao bolešću degenerativne prirode koja je potaknuta opterećenjem i strukturnim oštećenjem zglobnih sastavnica. Uz

ozljede se u tom kontekstu izdvojila debljina kao uzrok mehaničkog opterećenja te razvoja i progresije osteoartritisa (6). Toj biomehaničkoj teoriji pridružuje se, međutim, novije razumijevanje osteoartritisa kao kronične upalne bolesti koju posreduju i podržavaju prekomjerna aktivacija upalnih stanica poput makrofaga i visoke razine proupalnih citokina, primjerice interleukina (IL)-1β, IL-6, IL-17 i faktora nekroze tumora-α (7). Upravo je to dodatni mehanizam koji povezuje debljinu s osteoartritisom, jer nju također prati kronična sustavna upala. Masno tkivo više se ne prepoznaje samo kao pasivno energetsko spremište već endokrini organ koji luči cijeli niz peptidnih posrednika – adipokina, kemokina i citokina. Prekomjernim nakupljanjem masnog tkiva u debljini dolazi do njegove preraspodjele u ektopične odjeljke (ponajprije visceralne) te istodobno do disfunkcionalnih promjena. Prevladava lučenje proupalnog spektra citokina te se ono povezuje s kataboličkim i upalnim procesima u zglobnim tkivima (7, 8).

Mišićno masno tkivo poseban je odjeljak masnog tkiva koje se nakuplja u debljini i povezuje s patofiziologijom osteoartritisa. U studiji koja je analizirala snimke koljena magnetskom rezonancom pokazalo se da količina i promjene mišićnog masnog tkiva u području vastus medialisa imaju značajan utjecaj na očuvanje hrskavice (8, 9). Nakupljanje mišićnog masnog tkiva doprinosi kroničnoj upali, oksidativnom stresu i inzulinskoj rezistenciji, što s druge strane neposredno utječe na smanjenje mišićne mase i funkcije odnosno razvoj sarkopenije (10). Osim negativnog metaboličkog utjecaja masnog tkiva, debljina potiče sedentarnost te uzrokuje kronične komorbiditete koji dodatno pogoršavaju sarkopeniju. Sama sarkopenija također interferira s metabolizmom smanjujući ukupnu potrošnju energije te olakšava debljanje. U tom začaranom krugu debljina i sarkopenija međusobno se potiču i pogoršavaju, a njihova sinergistička kombinacija – sarkopenična debljina – nosi kumulativni metabolički rizik. Nakon brojnih neusklađenosti, konsenzus udruženja European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) i European Association for the Study of Obesity (EASO) precizirao je dijagnostičke kriterije za sarkopeničnu debljinu. Ona se definira kao istodobna prisutnost pretilosti te smanjene mišićne mase i/ili funkcije. Dijagnostički postupak započinje probirom u kojem se prepoznaju oba stanja: debljina prema osnovnim antropometrijskim mjerenjima (indeks tjelesne mase ili opseg struka) te istodobno sarkopenija prema kliničkoj sumnji odnosno rezultatima SARC-F upitnika. Dijagnoza se nakon toga postavlja u dva koraka: procjenom mišićne funkcije (najčešće mjerenjem snage stiska šake odnosno testom ustajanja sa stolice) te mjerenjem sastava tijela pomoću denzitometrije ili bioelektrične impendance. Konsenzus preporuča još razvrstavanje sarkopenične debljine u stadij I, bez kliničkih komplikacija, ili u stadij II, s prisutnim metaboličkim, funkcionalnim ili drugim komplikacijama (10). Sarkopenična

debljina izdvaja se kao imunometabolički fenotip s posebnim rizikom za razvoj i progresiju osteoartritisa (8). Velika studija utvrdila je veću učestalost radiografskog osteoartritisa u ispitanika sa sarkopeničnom nego u onih s nesarkopeničnom debljnom uz ekvivalentnu tjelesnu masu. Sarkopenična debljina bila je češća u bolesnika s obostranim osteoartritisom koljena i u dosta je studija povezana s izraženijom boli. Iako u višegodišnjem praćenju nije potvrđeno da takvi bolesnici imaju više operacija zgloba, komplikacije nakon operativnog liječenja osteoartritisa koljena bile su češće, s višim rizikom infekcija, sporijim postoperativnim oporavkom i lošijim funkcionalnim ishodima (11).

U pristupu pacijentu s osteoartritisom preporučeni sustavni probir na sarkopeničnu debljinu samo se nadograđuje na ono što je iz perspektive prevencije i liječenja široko prihvaćeno – važnost smanjenja tjelesne mase i tjelovježbe. Već je na uzorku Framinghamske studije gubitak tjelesne mase za samo 5 kg smanjio rizik za razvoj simptomatskog osteoartritisa koljena za 50 % (12). Niz je međusobno slabo usporedivih studija, ali metaanaliza objavljena 2018. ukazala je da kod pacijenata s blagim i umjerenim osteoartritisom koljena i prosječnim ITM od 33,6 do 36,4 kg/m^2 gubitak tjelesne mase od 5–10 % postiže statistički značajno, ali skromno smanjenje boli, usporedivo s učinkom paracetamola (13). Metaanaliza iz 2021. uključila je bolesnike s osteoartritisom koljena u različitim programima mršavljenja dijetom i vježbanjem koji su većinom postigli 1 do 10 % smanjenja tjelesne mase te one podvrgnute barijatrijskim zahvatima koji su postigli trajnije i značajnije smanjenje tjelesne mase – prosječno 28 %. S padom tjelesne mase za 1 % zamijećeno je linearno poboljšanje boli, funkcije i zakočenosti prema Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis (WOMAC) skoru za 2 %. Za klinički značajan boljitak od 20 % nužan bi bio gubitak tjelesne mase od barem 10 %. Tek uz gubitak 25 % tjelesne mase moglo bi se očekivati poboljšanje WOMAC skora od 50 % (13, 14).

Iako ovi rezultati podupiru vrijednost smanjenja tjelesne mase dijetom i tjelovježbom u osteoartritisu, kao i u drugim metaboličkim poremećajima povezanim s debljinom, istodobno pokazuju skromnost i neispunjena očekivanja. U teoriji se debljina čini kao potencijalno promjenjivi rizični čimbenik, ali u praksi vježbanje i dijeta nisu uvijek dovoljni, a ni primjenjivi. Očekivani prosječni uspjeh smanjenja tjelesne mase samo uz promjenu životnih navika manji je od 10 %, a dugoročna održivost još je niža jer dolazi do povrata tjelesne mase. Za konkretnije rezultate potrebno je više, posebice uzimajući u obzir trud, emocionalnu zahtjevnost te stigmu potencijalnog neuspjeha koju nose promjene životnih navika (13). Mogućnosti liječenja metaboličkih poremećaja danas su znatno napredovale. Barijatrijska kirurgija još uvijek ima najveće i najtrajnije rezultate te postiže prosječno smanjenje tjelesne

mase od 30–32 % u godinu dana, s održavanjem gubitka mase od oko 25 % do 10 godina. Njezina primjena ipak ima ograničenje na osobe s teškom debljinom – ITM ≥ 35 kg/m^2 s komorbiditetima povezanima s debljinom ili ITM ≥ 40 kg/m^2 (15). U kliničkoj praksi pojava inkretinskih agonista značila je farmakoterapijsku prekretnicu omogućujući smanjenje energetskog unosa kroz poboljšavanje sitosti i smanjenje apetita. Agonist GLP-1 receptora (GLP-1 RA) liraglutid postiže smanjenje tjelesne mase do 8 %, a semaglutid do 15 %. Tirzepatid je dvostruki agonist GIP/GLP-1 receptora i njegova se učinkovitost penje na oko 21 %. Nakon prestanka uzimanja inkretinskih agonista izgubljena tjelesna masa postupno se vraća – prema nekim procjenama već oko polovice u prvih godinu dana (15, 16). Za osteoartritis još nema ciljane terapije koja mijenja tijek bolesti pa je entuzijazam oko mogućeg učinka na njegovu metaboličku dimenziju očekivan. Osim pouzdanih izravnih učinaka inkretinskih agonista na smanjenje tjelesne mase, mogući su i neizravni utjecaji kroz imunomodulaciju, antiupalno, analgetsko, antidegradacijsko djelovanje odnosno smanjenje oksidativnog stresa (7). U eksperimentalnoj studiji intraartikularna primjena liraglutida u mišjem modelu osteoartritisa smanjila je ekspresiju upalnih medijatora i aktivnost proteolitika (7). Liraglutid u randomiziranoj studiji ispitanika s osteoartritism koljena i ITM > 27 kg/m^2 ipak nije smanjio bol, što se objašnjava relativno malim postignutim gubitkom tjelesne mase od 4 kg (16). U prospektivnoj multicentričnoj studiji na više od 40 000 osoba u Šangaju ispitivali su se učinci liraglutida i semaglutida na napredovanje osteoartritisa koljena u osoba s prekomjernom tjelesnom masom i tipom 2 šećerne bolesti. U GLP-1 RA skupini prosječan gubitak tjelesne mase bio je 7,3 kg, dok je u skupini bez GLP-1 RA iznosio samo 1,7 kg. Operacije koljena u GLP-1 RA skupini bile su značajno rjeđe (1,7 %), a potvrđeno je i simptomatsko poboljšanje prema WOMAC skali. Smanjenje brzine gubitka hrskavice u femorotibijalnom zglobu uputilo je na pretpostavku da bi GLP-1 RA mogli mijenjati tijek bolesti. Uvjerljivi dokazi o učinkovitosti GLP-1 RA objavljeni su 2024. s rezultatima STEP 9 studije koja je ispitivala učinke semaglutida u liječenju debljine i boli uzrokovane osteoartritisom koljena. Rezultati su pokazali značajno veći gubitak tjelesne mase od 13,7 % uz semaglutid, a uz placebo samo 3,2 %. Prema WOMAC skali prosječni pad u intenzitetu boli bio je –41,7 uz semaglutid, a –27,5 bodova uz placebo. Uz semaglutid je također došlo do funkcijskog poboljšanja. Studija je trajala 68 tjedana, prosječna dob bila je 56 godina s 81,6 % žena. Predviđena terapijska doza semaglutida bila je 2,4 mg, a u slučaju nepodnošljivosti 1,7 mg. Malo više od 6 % ispitanika liječenih semaglutidom je odustalo. Rezultati su bili konzistentni u svim intervalima ITM. Pri interpretaciji treba uzeti u obzir da su prosječni uključni ITM od 40,3 kg/m^2 i bolnost prema WOMAC skali bili viši nego u prethodnim istraživanjima (17).

STEP 9 studija se nije osvrnula na negativne učinke na mišićnu masu i rizik sarkopenije pri primjeni semaglutida (17). To odražava trenutne načine razmišljanja o posljedicama velikih gubitaka tjelesne mase, posebice nakon barijatrijskih zahvata, a sve bliže tomu je i inkretinska terapija. S jedne strane rizik sarkopenije se zanemaruje, a s druge je možda previše zabrinutosti. Raspon gubitaka bezmasne mase (LBM) uz inkretinske agoniste procjenjivao se u različitim studijama od 15 do čak 60 % gubitka tjelesne mase (18). U recentnoj metaanalizi 22 randomizirana istraživanja pokazalo se da je gubitak LBM činio oko 25 % ukupnog gubitka, ali relativni udio LBM ostao je nepromijenjen. Liraglutid se pokazao najpovoljnijim za očuvanje LBM-a, dok semaglutid i tirzepatid postižu veći ukupni gubitak tjelesne mase, ali uz manji kapacitet očuvanja mišićne mase (19). Studije magnetskom rezonancom upućuju da je smanjenje volumena mišića nakon primjene GLP-1 RA u skladu s onim što se očekuje s obzirom na dob, bolest i postignuti gubitak tjelesne mase. Zabilježeno je i smanjenje mišićnog masnog tkiva, što je metabolički povoljno i suprotno od očekivanog tijekom starenja. To sugerira da su promjene u skeletnim mišićima većinom adaptivne, uz očuvanje njihove kvalitete i funkcije (18).

Pozitivni učinci metaboličkog liječenja osteoartitisa ne mogu se vidjeti bez pada tjelesne mase pa se od pacijenta treba očekivati mršavljenje u rasponu od 5 do 10 % već u prvih 3 do 6 mjeseci. Istodobno čuvanje mišićne mase ključno je za funkcionalni oporavak bolesnika s osteoartritisom. Rizik sarkopenije treba posebice uzeti u obzir u osoba starije dobi, s pratećim kroničnim bolestima bubrega, jetre, srčanim zatajivanjem ili šećernom bolesti. Rizičan je nagli i brzi gubitak tjelesne mase posebice nakon barijatrijskog zahvata ili uz neuravnotežene jako niskokalorične dijete odnosno dijete s niskim udjelom proteina. Nepovoljne su također velike oscilacije tjelesne mase (10). S tim spoznajama u vidu treba uskladiti izbor inkretinskog agonista te redovito pratiti pacijenta procjenom mišićne mase i funkcije (18).

Dok se na obzoru razvijaju nove mogućnosti liječenja debljine uz dodatne farmakološke opcije koje ciljaju oporavak mišićne mase odnosno sarkopenije, temelj uspješnog pristupa bolesnicima s osteoartritisom, kao i drugim metaboličkim poremećajima, ostaje u prilagođenoj tjelovježbi i uravnoteženoj nutritivnoj potpori.

Literatura

1. Wallace IJ, Worthington S, Felson DT, Jurmain RD, Wren KT, Maijanen H, et al. Knee osteoarthritis has doubled in prevalence since the mid-20th century. Proc Natl Acad Sci U S A. 2017;114(35):9332-9336.
2. Berenbaum F, Wallace IJ, Lieberman DE, Felson DT. Modern-day environmental factors in the pathogenesis of osteoarthritis. Nat Rev Rheumatol. 2018;14(11):674-681.

3. Murphy L, Schwartz TA, Helmick CG, Renner JB, Tudor G, Koch G, et al. Lifetime risk of symptomatic knee osteoarthritis. Arthritis Rheum. 2008;59(9):1207-1213.
4. Reyes C, Leyland KM, Peat G, et al. Association between overweight and obesity and risk of clinically diagnosed knee, hip, and hand osteoarthritis: a population-based cohort study. Arthritis Rheumatol. 2016;68(8):1869-1875.
5. Yusuf E, Nelissen RGHH, Ioan-Facsinay A, Stojanovic-Susulic V, DeGroot J, van Osch G, et al. Association between weight or body mass index and hand osteoarthritis: a systematic review. Ann Rheum Dis. 2010;69(4):761-765.
6. Hunter DJ, Felson DT. Osteoarthritis. BMJ. 2006;332(7542):639-642. doi:10.1136/bmj.332.7542.639. PMID:16543327.
7. Ryan M, Megyeri S, Nuffer W, Trujillo JM. The potential role of GLP-1 receptor agonists in osteoarthritis. Pharmacotherapy. 2025;45(3):177-186.
8. Sampath SJP, Venkatesan V, Ghosh S, Kotikalapudi N. Obesity, metabolic syndrome, and osteoarthritis—an updated review. Curr Obes Rep. 2023;12(3):308-331.
9. Teichtahl AJ, Wluka AE, Wang Y, Wijethilake PN, Strauss BJ, Proietto J, et al. Vastus medialis fat infiltration—a modifiable determinant of knee cartilage loss. Osteoarthritis Cartilage. 2015;23(12):2150-2157.
10. Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, Cederholm T, Ballesteros-Pomar M, Batsis JA, et al. Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement. Obes Facts. 2022;15(3):321-335.
11. Balogun S, Scott D, Aitken D. Association between sarcopenic obesity and knee osteoarthritis: a narrative review. Osteoarthr Cartil Open. 2024;6(3):100489.
12. Felson DT, Zhang Y, Anthony JM, Naimark A, Anderson JJ. Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis in women: the Framingham Study. Ann Intern Med. 1992;116(7):535-539.
13. Lim YZ, Wong J, Hussain SM, Estee MM, Zolio L, Page MJ, et al. Recommendations for weight management in osteoarthritis: a systematic review of clinical practice guidelines. Osteoarthr Cartil Open. 2022;4(4):100298.
14. Panunzi S, Maltese S, De Gaetano A, Capristo E, Bornstein SR, Mingrone G. Comparative efficacy of different weight loss treatments on knee osteoarthritis: a network meta-analysis. Obes Rev. 2021;22(8):e13230.
15. Pipek LZ, Moraes WAF, Nobetani RM, Czapkowski A, Mancini MC, Rinaldi AEM, et al. Surgery is associated with better long-term outcomes than pharmacological treatment for obesity: a systematic review and meta-analysis. Sci Rep. 2024;14(1):9521.
16. Caruso I, Cignarelli A, Sorice GP, Perrini S, Giorgino F. Incretin-based therapies for the treatment of obesity-related diseases. NPJ Metab Health Dis. 2024;2(1):31.
17. Bliddal H, Bays H, Czernichow S, Uddén Hemmingsson J, Hjelmesæth J, Morville TH, et al; STEP 9 Study Group. Once-weekly semaglutide in persons with obesity and knee osteoarthritis. N Engl J Med. 2024;391(17):1573-1583.
18. Neeland IJ, Linge J, Birkenfeld AL. Changes in lean body mass with GLP-1-based therapies and mitigation strategies. Diabetes Obes Metab. 2024;26(Suppl 4):16-27.
19. Karakasis P, Tentolouris A, Kokkinos A, Katsilambros N, Tentolouris N. Effect of glucagon-like peptide-1 receptor agonists and co-agonists on body composition: systematic review and network meta-analysis. Metabolism. 2025;164:156113.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-21

RANI OSTEOARTRITIS (OA) – BIOLOŠKA STRATEGIJA OD DIJAGNOZE DO LIJEČENJA

Prof. dr. sc. Tea Schnurrer-Luke-Vrbanić, dr. med.

Zavod za FRM, KBC Rijeka

Uvod

Osteoartritis (OA) najčešća je kronična bolest zglobova i glavni uzrok dugotrajne boli te funkcionalnog ograničenja u odrasloj populaciji. Globalni teret bolesti kontinuirano raste zbog starenja stanovništva i epidemije pretilosti; procjenjuje se da OA zahvaća stotine milijuna osoba širom svijeta, znatno smanjujući kvalitetu života i produktivnost te generirajući velike zdravstvene i ekonomske troškove [1]. Povijesno, dijagnoza se oslanjala na radiografiju (osteofiti, suženje zglobnog prostora), koja detektira kasne, strukturno uznapredovale faze bolesti. Međutim, sve je jasnije da rani simptomi i MRI-biomarkeri prednjače nad rendgenskim promjenama te otvaraju tzv. „prozor prilike" za intervenciju [2,3]. Suvremene smjernice naglašavaju bolest cijelog zgloba – zahvaćene su hrskavica, subhondralna kost, sinovija, menisk, ligamenti i periartikularna muskulatura – što zahtijeva integrirani, multidisciplinarni pristup koji započinje čim se pojave prvi simptomi [1,4]. Najviše navoda iz literature, uključujući smjernice, odnosi se na rani OA koljena te se u daljnjem tekstu referiram upravo na patologiju u području koljenog zgloba.

Definicije i klasifikacija ranog OA

Unatoč nedostatku univerzalno prihvaćenih klasifikacijskih kriterija, nekoliko međunarodnih inicijativa ponudilo je operativne definicije ranog OA koljena. Konsenzus OARSI i inicijativa EsSKOA usmjeravaju se na kombinaciju karakterističnih simptoma (bol pri opterećenju, kratkotrajna jutarnja ukočenost), rizičnih čimbenika (traumatske ozljede poput rupturiranog ACL-a ili meniska, poremećaja biomehaničke osi, pretilosti) te ranih slikovnih i/ili biokemijskih biomarkera (sinovitis, lezije koštane srži – BML, suptilne promjene hrskavice na MRI) [2–5]. Radiogrami su u ovoj fazi često uredni ili pokazuju minimalne promjene (Kellgren–Lawrence 0–2), pa izolirana radiografija nije dovoljna za detekciju ranog OA. EULAR u svojim dokumentima dodatno naglašava da je rani OA kliničko-slikovna patologija, a ne samo radiografska dijagnoza, te preporučuje individualiziran pristup koji uzima u obzir fenotip pacijenta [1,3]. Dinamika simptoma (npr. bol pri dugotrajnijem hodu/penjanju stepenicama,

oporavak u mirovanju) te provokacijski testovi (npr. testovi inhibicije funkcije kvadricepsa) mogu pomoći u identifikaciji najranijih stadija, osobito u osoba s poznatim rizičnim čimbenicima.

Patofiziologija

Rani OA proizlazi iz međudjelovanja biomehaničkih i metaboličko-upalnih čimbenika. Biomehanički, povećano ili nepravilno raspoređeno opterećenje u tibiofemoralnim i patelofemoralnim jedinicama dovodi do mikrotrauma matriksa, oštećenja hondrocita i promjena u subhondralnoj kosti. Varus/valgus poremećaj biomehaničke osi donjeg uda pojačava obostrano opterećenje medijalnog/lateralnog kompartmenta; slabost natkoljeničnog mišića, promjene u obrascu aktivacije mišića i proprioceptivni deficiti dodatno pogoršavaju mehanički stres. Dinamički pokazatelji, poput medijalnog adukcijskog momenta koljena pri hodu, povezani su s progresijom strukturnih lezija i boli [4,5].

Metabolički čimbenici, pretilost i inzulinska rezistencija doprinose patogenezi izvan samog povećanja sile opterećenja. Adipozno tkivo djeluje kao endokrini organ: adipokini (leptin, resistin, visfatin, chemerin) i proinflamatorni citokini potiču sinovijalnu upalu, povećavaju ekspresiju metaloproteinaza (MMP-1, MMP-3, MMP-13) i agrekanaza (ADAMTS), te mijenjaju energetiku i preživljenje hondrocita [6-9]. U ranoj fazi uočavaju se i promjene u subhondralnoj kosti (pojačana remodelacija, promjene mikrovaskularizacije) koje mijenjaju mehaničku potporu hrskavici i sudjeluju u nastanku lezije koštane srži (engl. bone marrow lesion – MNL) [10,11].

Na molekularnoj razini bilježi se pomak u ravnoteži između anaboličkih (IGF-1, TGF-β) i kataboličkih signala (IL-1β, TNF-α), uz oksidativni stres i mitohondrijsku disfunkciju. Hondrociti u ranom OA pokazuju znakove fenotipske promjene i staničnog „zastoja" – senescencije, uz smanjenu sposobnost reparacije matriksa. Sinovitis niske razine predstavlja važan generator nocicepcije i može se objektivizirati MRI-jem ili ultrazvukom; njegove fluktuacije često koreliraju s varijabilnošću simptoma [4,9,11].

Dijagnostika

Klinička procjena započinje uz standardizirani instrument procjene poput dijagnostičkog algoritma Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), koji obuhvaća pet podskala: bol, drugi simptomi, aktivnosti svakodnevnog života, sportsko-rekreativne aktivnosti i kvaliteta života. KOOS je pogodan za detekciju promjena tijekom vremena i široko je validiran u različitim populacijama [12]. Za ranu fazu osobito je važna osjetljivost na promjene, jer u njoj strukturne lezije još nisu izražene.

Nuklearna magnetna rezonancija (NMR) predstavlja zlatni standard za detekciju ranih strukturnih i upalnih promjena: sinovitis / sinovijalno zadebljanje, BML, meniskalne degeneracije i suptilan gubitak hrskavice koje izmiču radiografiji. Polukvantitativni sustav MOAKS (MRI Ostheoarthritis Knee Score) omogućuje standardizirano skoriranje relevantnih lezija, usporedivost između studija i praćenje progresije [4,13]. Kvantitativni NMR (npr. mjerenje volumena hrskavice, T2-mapiranje) dodatno proširuje mogućnosti praćenja rane bolesti [10].

Artroskopija u dijagnostici ranog OA koljena objektivni je pokazatelj ranih promjena u zglobu, ali se ne preporučuje rutinski s obzirom na nedostatak trajne kliničke koristi u usporedbi s konzervativnim mjerama; iznimka su rijetke situacije mehaničkog „zaključavanja" uz jasno dislocirani fragment [6,14]. Biomarkeri iz seruma ili sinovijalne tekućine – poput COMP, CTX-II i YKL-40 – pokazuju potencijal u fenotipizaciji i praćenju odgovora na liječenje, no još nisu standardizirani za široku kliničku primjenu [15,16].

Liječenje

Sukladno EULAR i OARSI smjernicama, „core" nefarmakološke mjere temelj su liječenja od prvog dana: edukacija pacijenta, strukturirani program vježbi (aerobne, snaga i neuromuskularni trening), te upravljanje tjelesnom masom [1,4]. Program vježbi treba biti individualiziran (2–3 sesije tjedno, postupno povećanje opterećenja), s naglaskom na jačanje kvadricepsa i glutealnih mišića te optimizaciju obrasca hoda. Neuromuskularni pristupi, uključivo proprioceptivne i balans vježbe, poboljšavaju kontrolu koljena i smanjuju štetne vršne momente. Gubitak tjelesne mase od ≥7–10 % donosi klinički značajno smanjenje boli i poboljšanje funkcije; kombinacija prehrambenih intervencija i vježbanja nadmašuje svaku intervenciju zasebno [1,4].

Farmakološke strategije za simptomatsku kontrolu uključuju topičke nesteroidne antiinflamatorne lijekove (NSAID) kao prvu liniju za OA koljena – povoljan sigurnosni profil i dobar analgetski učinak [4]. Oralni NSAID-i ostaju učinkovita opcija uz pažljivu procjenu gastrointestinalnog i kardiovaskularnog rizika te primjenu najniže učinkovite doze kroz što kraće razdoblje [17,18]. Intraartikularni kortikosteroidi mogu pružiti kratkotrajan učinak kod izraženog sinovitisa, no valja izbjegavati čestu primjenu zbog potencijalnog štetnog učinka na hrskavicu. Duloksetin je koristan u prisutnosti centralne senzibilizacije i komorbidne anksioznosti/depresije; hijaluronska kiselina razmatra se selektivno, uz heterogene preporuke među smjernicama [4,17,18].

Biološke i potencijalno strategije modifikacije bolesti (disease-modifying drugs) privlače sve više pozornosti u ranom OA. GLP-1 RA (npr. semaglutid, tirzepatid) dvojakim mehanizmom djeluju na bolesnike s metaboličkim

fenotipom: značajan i održiv gubitak tjelesne mase smanjuje mehaničko opterećenje koljena, dok pleiotropni učinci na upalno-metaboličke putove mogu modulirati sinovitis i katabolizam matriksa [7,8,19]. Preklapajući dokazi iz translacijskih i kliničkih studija sugeriraju poboljšanje simptoma i potencijal usporavanja strukturne progresije na NMR, no potrebna su velika RCT ispitivanja s tvrdim strukturnim ishodima kako bi se GLP-1 RA potvrdili kao bolest modificirajući lijekovi (Disease Modified OA drugs; DMOAD) [8,7,19,21].

Sprifermin (FGF-18) najdalje je istražen kandidat za DMOAD s dosljedno pokazanim povećanjem debljine hrskavice na NMR kroz višegodišnje praćenje, uz dobar sigurnosni profil. Iako su kliničke koristi heterogene i ponekad slične placebu, sprifermin dokazuje koncept da je strukturna modifikacija u OA moguća [20,22]. Ortoplazma (platelet-rich plasma; PRP) i drugi „ortobiologici" mogu pružiti srednjoročno simptomatsko olakšanje u ranijim stadijima, no ishodi značajno ovise o protokolima pripreme, koncentraciji trombocita i odabiru pacijenata; potrebna je daljnja standardizacija [23]. Dodatni ciljevi – poput modulacije Wnt/β-katenin puta ili NGF-a – trenutačno daju mješovite rezultate, uz sigurnosna ograničenja (npr. anti-NGF) [11,24,25].

Diskusija

Klinička praksa u ranom OA kreće se prema fenotipski vođenom, personaliziranom liječenju. Temeljna, nefarmakološka strategija ostaje neupitna osnova, no za dugoročni učinak često nije dovoljna ako se ne adresiraju specifični mehanizmi rizika prisutni kod pojedinog bolesnika. U metaboličkom fenotipu integracija intenzivnog programa mršavljenja i farmakoterapije za kontrolu tjelesne mase (uključujući GLP-1 RA) logičan je korak utemeljen na dokazima iz kliničke prakse, jer istovremeno smanjuje mehaničko opterećenje i metaboličku upalu [1,7,8,19]. U biomehaničkom fenotipu, ciljane intervencije na razini hoda, neuromuskularni trening i – po potrebi – ortoze mogu redistribuirati opterećenje i smanjiti vršne momente koji pogone progresiju [4,5]. Kod upalno-strukturnog fenotipa kratkotrajni intraartikularni kortikosteroidi mogu prigušiti sinovitis, dok se za dugoročni učinak razmatra uključenje u studije DMOAD-a [6,20,22].

GLP-1 RA zauzimaju središnje mjesto u ovoj raspravi jer predstavljaju most između metaboličke i ortopedsko-reumatološke skrbi. Njihovi učinci nadilaze redukciju tjelesne mase: eksperimentalni radovi upućuju na modulaciju upalnih putova u sinoviji i hondrocitima, poboljšanje metaboličke fleksibilnosti i smanjenje lipotoksičnog stresa [7,8,19]. Ipak, bez robustnih RCT-a sa strukturnim krajnjim ishodima (npr. promjena volumena hrskavice, progresija BML-ova), GLP-1 RA valja smatrati „biološko-metaboličkom" dopunom standardne skrbi, a ne zamjenom za nju. Slično tomu, sprifermin demonstrira da

je moguće povećati debljinu hrskavice, ali klinička korist mora biti jasnije definirana, idealno kroz studije koje ciljaju populaciju s ranijim, MRI-detektabilnim oštećenjima i nižim „plafonom" simptoma [20,22].

Buduća istraživanja trebala bi usvojiti kompozitne ishode koji integriraju simptome (KOOS), objektivne funkcijske mjere (npr. 6 Minutes Walk Test, testovi snage), slikovne biomarkere (MOAKS, kvantitativni volumeni hrskavice, T2-mapiranje) te, po mogućnosti, serumske/sinovijalne biomarkere. Takav pristup omogućit će preciznije hvatanje „ranog OA" i brže testiranje hipoteza o usporavanju progresije. Nadalje, ključno je definirati minimalno klinički važne promjene za različite fenotipove te odrediti optimalno vrijeme i sekvencu intervencija (npr. treba li GLP-1 RA uvoditi prije ili poslije intenzivnog programa vježbanja). Translacijska suradnja između fizijatra, reumatologa, ortopeda, endokrinologa, fizioterapeuta i stručnjaka za medicinu životnog stila preduvjet je za implementaciju ovih pristupa u rutinsku praksu [21,26].

Zaključak

Rani OA nudi jedinstven „prozor prilike" za promjenu prirodnog tijeka bolesti. Integrirani, fenotipski vođen pristup – koji spaja „core" nefarmakološke mjere, promišljenu upotrebu simptomatskih lijekova i ciljane biološko-metaboličke strategije – može smanjiti simptome i usporiti strukturnu progresiju. GLP-1 RA i sprifermin trenutačno su najperspektivniji nositelji koncepta modifikacije bolesti, no njihovo mjesto u praksi ovisit će o rezultatima budućih, visokokvalitetnih kliničkih ispitivanja.

Literatura

1. Moseng T, et al. EULAR recommendations for the non-pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis: 2023 update. Ann Rheum Dis. 2024;83(6):730–742.
2. Mahmoudian A, et al. Towards classification criteria for early-stage symptomatic knee osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2024;32:649-653.
3. Hawker GA, et al. OARSI Initiative to Develop Classification Criteria for Early-stage Symptomatic Knee OA (EsSKOA). Osteoarthritis Cartilage. 2025; 33(9):1141-1146.
4. Bannuru RR, et al. OARSI guidelines for non-surgical management of knee OA. Osteoarthritis Cartilage. 2019;27:1578–1589.
5. Diamond LE, et al. Osteoarthritis year in review 2023: Biomechanics. Osteoarthritis Cartilage. 2024;32(2):138-147.
6. Wei G, et al. Metabolic abnormalities and osteoarthritis progression. Bone Res. 2023;11(1):63.
7. Cheng J, et al. GLP-1 RA and osteoarthritis: translational insights. Osteoarthritis Cartilage Open. 2025.
8. Yu E, et al. Weight loss and knee joint load: implications for OA. Obesity Rev. 2023.
9. Kapoor M, et al. Role of proinflammatory cytokines in osteoarthritis. Nat Rev Rheumatol. 2011;7:33–42.
10. Oei EHG, et al. Imaging early-stage OA: needs and opportunities. Skeletal Radiol. 2023;52(11):2031-2036.

11. Goldring MB, et al. The pathogenesis of osteoarthritis. J Cell Physiol. 2011;3:150-24.
12. Roos EM, et al. The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS). J Orthop Sports Phys Ther / HQLO. 1998–2003;…
13. Hunter DJ, et al. The MRI Osteoarthritis Knee Score (MOAKS): reliability and applications. Osteoarthritis Cartilage. 2011;19:990–1002.
14. Langworthy M, et al. Knee OA: burden and treatments. Ther Adv Musculoskelet Dis. 2024;16:1759720X241273009.
15. Kraus VB, et al. Biomarkers in OA clinical trials. Osteoarthritis Cartilage. 2015;23:3.
16. Lotz M, et al. New developments in OA biomarker research. Nat Rev Rheumatol. 2020;16:617–632.
17. Kolasinski SL, et al. 2019 ACR/Arthritis Foundation guideline for the management of OA of hand, hip, and knee. Arthritis Rheumatol. 2020;72:220–233.
18. VanAtta C. Guiding OA pharmacologic management: ACR/AF perspective. US Pharm. 2023;48.
19. Holleman AD, et al. GLP-1 receptor agonists in osteoarthritis: opportunities and challenges. Ther Adv Musculoskelet Dis. 2025.
20. Eckstein F, et al. FORWARD 5-year outcomes with sprifermin. Ann Rheum Dis. 2021; 80(8):1062-1069.
21. Deveza LA, et al. Osteoarthritis phenotypes and implications for management. Nat Rev Rheumatol. 2019;15:675–689.
22. Eckstein F, et al. Intra-articular sprifermin increases cartilage thickness: FORWARD trial. Ann Rheum Dis. 2020;79(4):525–531.
23. ESSKA Consensus Group. Injectable orthobiologics for knee osteoarthritis: evidence-based recommendations. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2024; https://doi.org/10.1002/ksa.12077, https://doi.org/10.1002/ksa.70001.
24. Hochberg MC, et al. Tanezumab for OA pain: efficacy and safety. Arthritis Rheumatol. 2021;73:1167–1177.
25. Yazici Y, et al. Lorecivivint in knee OA: randomized trial results. Arthritis Rheumatol. 2020;72:1696–1708.
26. 26. Hunter DJ, et al. Towards precision medicine in OA. Nat Rev Rheumatol. 2022;18:493–502.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-22

PRIMJENA STABILOMETRIJE U BOLESNIKA S OSTEOARTRITISOM KOLJENA

Mateja Stiperski Matoc, dr. med.,
specijalizantica fizikalna medicine i rehabilitacije,

Zavod za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu s reumatologijom, Klinička bolnica Dubrava

Uvod

Osteoartritis (OA) najčešća je bolest zglobova u odrasloj dobi te je jedan od vodećih uzroka invaliditeta u svijetu. Prevalencija OA značajno raste s dobi te se češće pojavljuje u žena. Ostali rizični čimbenici su pretilost, prethodne ozljede zgloba, varus i valgus deformiteti, ponavljajuća opterećenja zgloba i nasljedni čimbenici. Osteoartritis koljena najčešći je oblik OA te uzrokuje poteškoće pri hodu, penjanju uz i niz stepenice te ograničava oboljele u svakodnevnim aktivnostima (1).

Stabilnost koljenu pružaju zglobna kapsula, ligamenti, menisci i periartikularna muskulatura u kojima se nalaze mehanoreceptori (Ruffinijeva tjelešca, Pacinijeve stanice, Golgijevi završeci) koji su nužni za propriocepciju zgloba. Propriocepcija omogućuje osjet položaja zgloba (statička svjesnost položaja zgloba u prostoru), detekciju pokreta i ubrzanja zgloba (kinestezija) te refleksni odgovor na aktivnost koja regulira ukočenost mišića (eferentni refleks u zatvorenoj petlji). Središnji živčani sustav prima podražaj iz mehanoreceptora u zglobovima, ligamentima, tetivama, mišićima i koži koji omogućuju svjesnu percepciju položaja ekstremiteta u prostoru (2). Degenerativne i upalne promjene meniska i ligamenata oštećuju mehanoreceptore i aferentni dotok informacija o položaju i brzini pokreta u zglobu te posljedično smanjuju propriocepciju. Također je primijećen poremećaj propriocepcije u koljenima s izoliranim lezijama hrskavice (2,3).

Upala, izljev, laksitet i bol u zglobu pokreću refleksnu artrogenu inhibiciju mišića (engl. *arthrogenic muscle inhibition,* AMI). Promijenjeni podražaji aferentnih živaca mogu promijeniti podražljivost refleksnih puteva kralježnične moždine, čime smanjuju podražljivost alfa motoneurona kvadricepsa i sprječavaju supraspinalne centre da u potpunosti aktiviraju kvadricepse. Zbog toga se smanjuje dinamička stabilizacija koljena te se ubrzava atrofija mišića (4).

Osobe s OA koljena imaju poremećaj ravnoteže zbog smanjene propriocepcije, slabijih mišića kvadricepsa, srednjeg i velikog gluteusa, varus i valgus

deformiteta koljena te povećanog oslanjanja na vid. Zbog smanjene snage abduktora kuka, smanjena je stabilnost u frontalnoj ravnini, tj. povećana je mediolateralna nestabilnost i posturalno zanošenje. Također je smanjena ravnoteža u sagitalnoj ravnini zbog smanjene snage ekstenzora koljena. Deformiteti i bol u koljenu uzrokuju neravnomjernu bazu oslonca zbog rasterećenja bolnog ili deformiranog koljena. Asimetrično opterećenje povećava posturalno zanošenje i nestabilnost. Osobe s OA koljena zbog smanjenje propriocepcije oslanjanu se na vid, zbog čega u uvjetima smanjene vidljivosti teže održavaju ravnotežu. Manjak propriocepcije i posturalne kontrole značajno povećava rizik od pada u osoba s OA koljena (5).

Uloga stabilometrije u dijagnostici poremećaja ravnoteže

Stabilometrija je zlatni standard laboratorijskog mjerenja posturalne kontrole. Stabilometrija određuje kretanje centra pritiska (engl. *center of pressure,* COP) unutar baze oslonca ispitanika i precizno kvantificira sposobnost održavanja posture u različitim senzornomotoričkim uvjetima. Kretanje centra pritiska mjeri se pomoću stabilometrijske platforme na kojoj ispitanik održava ravnotežu dok izvodi zadatak. Kako bi se procijenila sva tri sustava ravnoteže (vidni, somatosenzorni i vestibularni), posturalna kontrola može se ispitivati u različitim uvjetima, uključujući čvrstu i mekanu podlogu, otvorene i zatvorene oči te smanjenu bazu oslonca (5).

Statička posturografija mjeri srednju brzinu centra pritiska, srednju brzinu centra pritiska u anteroposteriornom i mediolateralnom smjeru, duljinu puta centra pritiska, površinu centra pritiska te asimetriju opterećenja (5,6). Dinamička posturografija mjeri granice stabilnosti (vrijeme reakcije, srednju brzinu centra gravitacije, najveći doseg te usmjerenost pokreta) (7).

Srednja brzina centra pritiska je ukupna udaljenost koju prijeđe centar pritiska podijeljena s ukupnim vremenom ispitivanja. Brzina centra pritiska je pouzdana i osjetljiva mjera za procjenu posturalne ravnoteže u stabilometriji. U osoba s OA koljena primijećene su veće brzine centra pritiska u usporedbi sa zdravim skupinama. Veća srednja brzina centra pritiska pokazuje brže pomake centra pritiska i ukazuje na smanjenu sposobnost održavanja posturalne stabilnosti i ravnoteže. Smanjena posturalna kontrola povezana je s povećanim rizikom od pada u osoba s OA koljena. Također, u posturografijskom mjerenju sa zatvorenim očima zabilježene su veće brzine centra pritiska u usporedbi s otvorenim očima zbog izostanka vizualnog podražaja, čime je izraženija posturalna nestabilnost (5,8,9,10).

Srednje brzine centra pritiska u anteroposteriornom (AP) i mediolateralnom (ML) smjeru su ukupne udaljenosti koje je centar pritiska prošao duž AP i ML osi tijekom ukupnog vremena ispitivanja. U osoba s OA koljena primijećene

su veće brzine centra pritiska u AP i ML smjeru u odnosu na zdravu populaciju. Brzina centra pritiska u ML smjeru osjetljivija je za posturalnu nestabilnost u osoba s OA koljena u usporedbi s AP smjerom. Velika brzina pomaka centra pritiska u ML smjeru ukazuje na nagla i brza posturalna zanošenja u lijevu i/ili desnu stranu osoba s OA koljena koja predstavljaju značajni poremećaj ravnoteže i sklonost padovima (5,8,9,11).

Duljina puta centra pritiska predstavlja ukupnu udaljenost koju centar pritiska prijeđe. Ona uključuje pokrete u AP i ML smjeru. U osoba s OA koljena uočena je veća duljina puta centra pritiska na posturografiji u usporedbi sa zdravim osobama. Bol, nestabilnost zgloba i mišićna slabost smanjuju posturalnu kontrolu i povećavaju duljinu puta centra pritiska. Duži put centra pritiska ukazuje na smanjenu ravnotežu, slabu posturalnu kontrolu i veće posturalno zanošenje, tj. odstupanje centra pritiska od njegovog idealnog položaja (5,12).

Površina centra pritiska je površina omeđena granicama kretanja centra pritiska. Jedan od načina izražavanja površine centra pritiska je 95 % elipsa koja prikazuje površinu unutar koje se nalazi 95 % mjernih točaka centra pritiska. Osobe s OA koljena imaju veću površinu centra pritiska u usporedbi sa zdravim pojedincima. Veća površina ukazuje na smanjenu posturalnu kontrolu. Također, veća površina centra pritiska posljedica je povećanog posturalnog zanošenja te je povezana s povećanim rizikom od pada. Povećanje površine postaje još izraženije u osoba s teškim oblikom OA (5,12,13).

U stabilometriji mjerenje opterećenja označava simetričnu raspodjelu težine između obje noge (svaka noga nosi približno 50 % ukupne tjelesne težine u zdravih pojedinaca). Odstupanje od simetrične raspodjele težine naziva se asimetrijom opterećenja te je česti nalaz u unilateralnom OA koljena. Asimetrija opterećenja ukazuje kako bolesnik ne opterećuje obje noge jednako, već preopterećuje zdravo koljeno, dok koljeno zahvaćeno OA-om preuzima manji dio opterećenja. Također je veća asimetrija opterećenja povezana s boli u koljenu i slabijim kvadricepsima (6,14).

Rombergov indeks je omjer mjere ishoda stabilometrije sa zatvorenim i otvorenim očima. Srednja brzina centra pritiska, duljina puta centra pritiska ili površina elipse izmjere se s otvorenim očima te potom sa zatvorenim očima kako bi se uklonio vidni podražaj. Pri zatvorenim očima je povećano zanošenje zbog poremećaja propriocepcije. Također se može provesti stabilometrija na mekanoj podlozi kako bi se još više povećala osjetljivost na proprioceptivne deficite. U zdravih pojedinaca Rombergov indeks je približno jedan ili je blago povišen. Visoki Rombergov indeks (značajno lošiji rezultat mjerenja sa zatvorenim očima u usporedbi s otvorenim očima) ukazuje na smanjenu propriocepciju zbog povećanog oslanjanja na vid. U osoba s OA koljena je viši Rombergov indeks u usporedbi sa zdravim pojedincima (15,16).

Uz statičku stabilometriju, preporuča se i dinamička stabilometrija kako bismo imali uvid u voljnu komponentu pokreta, tj. planiranje, započinjanje i usmjeravanje pokreta. Granice stabilnosti (engl. *limits of stability,* LOS) mjere voljnu kontrolu pomaka centra gravitacije unutar granica stabilnosti. Ispitanik stoji s obje noge na stabilometrijskoj platformi te pomiče tijelo (bez pomicanja stopala) prema ciljevima u 8 smjerova prikazanih na ekranu. Stabilometrija mjeri vrijeme reakcije (vrijeme od pojave cilja na ekranu do početka pomaka ispitanika), srednju brzinu pomaka centra gravitacije, udaljenost dosega (postotak najvećeg dosega i postotak završnog dosega) i usmjerenost (postotak kretanja u smjeru cilja). U osoba s OA koljena primijećeno je dulje reakcijsko vrijeme (sporije započinjanje pokreta), smanjena srednja brzina pomaka centra gravitacije i manja udaljenost dosega (sporiji i manje učinkoviti pomaci) te slabija usmjerenost kretanja. Ishodi mjerenja u OA koljena ukazuju na dinamičku nestabilnost zbog perifernog proprioceptivnog deficita (7,17).

Stabilometrijska mjerenja provode se u kontroliranim uvjetima. Ispitanik treba biti bos s rukama uz tijelo te pogleda fiksiranog u jednu točku. Položaj stopala je simetrični, s istim međunožnim razmakom i kutom stopala (15° u vanjskoj rotaciji). Ispitanik ne bi trebao razgovarati tijekom mjerenja, pomaknuti pogled s fiksne točke ili pomicati rukama. Mjerenje se može prekinuti zbog vrtoglavice, gubitka ravnoteže ili akutne boli. Najčešće se mjerenje izvodi u dvonožnom stavu. Prvo mjerenje se provodi s otvorenim očima, a potom se ponovi sa zatvorenim očima. Najčešće je trajanje mjerenja u dvonožnom stavu od 30 do 60 sekundi, iako se preporuča duže trajanje (90 sekundi) zbog točnijih rezultata mjerenja. Mjerenje u jednonožnom stavu izvodi se rjeđe u osoba s OA koljena zbog zahtjevnosti izvođenja, iako je pri jednonožnom stajanju veća srednja brzina centra pritiska, brzina u AP i ML smjeru te je veća duljina puta centra pritiska u usporedbi s dvonožnim stajanjem. Trajanje mjerenja je između 10 i 30 sekundi po nozi. Izvodi se s otvorenim očima, a rjeđe sa zatvorenim zbog mogućeg ugrožavanja sigurnosti ispitanika. Također, mjerenje se može provoditi na mekanoj podlozi koja naglašava manjak propriocepcije. Stabilometrijsko mjerenje na uskoj bazi ili u tandem stavu može ukazati na manjak stabilnosti u mediolateralnom smjeru (5).

Stabilometrijska mjerenja u različitim stadijima OA

Stabilometrijska mjerenja mogu se razlikovati u različitim stadijima OA koljena. Primijećena je smanjena stabilnost u uznapredovalom OA koljena (Kellgren-Lawrence 3 i 4) u usporedbi s početnim (Kellgren-Lawrence 1 i 2) pri mjerenju s otvorenim i zatvorenim očima. U uznapredovalom OA koljena uočeno je značajno veće mediolateralno ljuljanje pri mjerenju na mekanoj podlozi sa zatvorenim očima kada se ispitanik ne može osloniti na vid i plantarnu propriocepciju. Također je primijećena povezanost boli i smanjene

ravnoteže. Jača bol u koljenu povezana je s većim mediolateralnim posturalnim zanošenjem, posebice sa zatvorenim očima. Radiološki stupanj oštećenja nije jedini predikcijski čimbenik poremećaja ravnoteže. Na ravnotežu utječu i bol, dob te senzomotorni čimbenici (propriocepcija i vid) (5,18,19).

Stabilometrija u praćenju napretka rehabilitacije

Stabilometrija omogućuje praćenje napretka u rehabilitaciji mjerenjem srednje brzine centra pritiska, srednje brzine centra pritiska u AP i ML smjeru, duljine puta centra pritiska, površine centra pritiska, asimetrije opterećenja nogu te granica stabilnosti. Mjerenja se trebaju provoditi uvijek u istim uvjetima. S obzirom na to da nestabilnost može biti izraženija ujutro te u prisutnosti bolova, važno je mjerenja provoditi u isto doba dana te uz analgeziju po potrebi (5,6,8).

Stabilometrijska mjerenja nakon 8 tjedana multimodalne fizikalne terapije (FT) pokazala su poboljšanje posturalne ravnoteže koja je bila očuvana do 4 tjedna nakon završene FT. Multimodalna FT uključivala je vježbe snage, ravnoteže i propriocepcije. Izmjereno je smanjenje brzine centra pritiska u AP i ML smjeru, kraća duljina puta centra pritiska te manja površina centra pritiska. Ishodi mjerenja posebno su bili izraženi u zahtjevnim uvjetima poput zatvorenih očiju i na mekanoj podlozi. Brzina centra pritiska i površina centra pritiska najbolje su korelirali s posturalnim zanošenjem ispitanika te je brzina centra pritiska bila najpouzdanija mjera za procjenu posturalne ravnoteže (8). U ispitanika koji su provodili samo vježbe propriocepcije kroz 4 tjedna smanjeno je posturalno zanošenje te je poboljšana statička ravnoteža (20).

U osoba s OA koljena preporuča se multimodalni trening koji uključuje vježbe ravnoteže, propriocepcije i snage u trajanju od najmanje 8 tjedana. Ključne su vježbe snaženja ekstenzora koljena, abduktora i ekstenzora kuka, trupa i potkoljeničnih mišića. Kvadricepsi utječu na AP stabilnost, a abduktori kuka na ML stabilnost i posturalno zanošenje (8,20).

Također je primijećeno poboljšanje propriocepcije i statičke ravnoteže nakon totalne endoplastike koljena. Na stabilometriji je zabilježena smanjena brzina, duljina puta i površina centra pritiska. Najveće poboljšanje je izmjereno između trećeg i 12. mjeseca nakon operativnog liječenja (21).

Uloga stabilometrije u rehabilitaciji poremećaja ravnoteže

Na stabilometrijskoj platformi može se provoditi trening ravnoteže s vizualnim biofeedbackom na ekranu. Preporuča se vježbe provoditi u trajanju od 20 do 30 minuta dva do tri puta tjedno kroz ukupno šest do osam tjedana. Postoji više različitih vrsta zadataka, poput pomicanja težišta tijela prema metama koje se naizmjenično pokazuju u različitim smjerovima. Cilj vježbe je što brže

i točnije doći do mete te se mjeri vrijeme reakcije, brzina pomaka centra gravitacije i ukupni doseg. U drugoj vrsti zadatka je cilj zadržati određeni položaj tijela kroz 15 do 30 sekundi, čime se vježba posturalna ravnoteža i smanjuje se posturalno zanošenje. Vježbe ravnoteže na stabilometriji su progresivno teže, npr. vježbe s zatvorenim očima, na mekanoj podlozi, na uskoj bazi te jednonožno. Stabilometrija bilježi točnost i koordinaciju pokreta u biofeedback vježbama ravnoteže (npr. postotak točno pogođenih meta).

Nakon tri mjeseca vježbi ravnoteže na stabilometriji u osoba s OA koljena smanjio se promjer posturalnog zanošenja za 30 %, povećao se koordinacijski indeks i smanjila se učestalost posrtanja u usporedbi s grupom koja je provodila standardne vježbe na tlu. U usporedbi s klasičnim vježbama ravnoteže, stabilometrija omogućuje povećanu preciznost pomaka centra gravitacije, koordinacije i smanjeni promjer zanošenja. Ipak, u Testu ustajanja i kretanja (engl. *Timed Up and Go Test,* TUG) rezultati su bili slični za klasične vježbe ravnoteže i stabilometrijske vježbe (22).

Zaključak

Stabilometrija je zlatni standard mjerenja posturalne ravnoteže u osoba s OA koljena. Mjere ishoda poput srednje brzine centra pritiska, brzine centra pritiska u AP i ML smjeru, duljine puta i površine centra pritiska ukazuju na oscilacije centra pritiska i omogućuju preciznu procjenu poremećaja ravnoteže. Dinamički pokazatelji poput reakcijskog vremena, brzine pomaka centra gravitacije, dosega pomaka i usmjerenosti nadopunjuju statičke pokazatelje ravnoteže. Stabilometrijsko mjerenje omogućuje procjenu ravnoteže te praćenje napretka tijekom rehabilitacije. Vježbe ravnoteže i propriocepcije na stabilometrijskoj platformi uz biofeedback smanjuju posturalne oscilacije, zanošenje te povećavaju posturalnu stabilnost. Uz stabilometrijske vježbe ravnoteže preporuča se provoditi i vježbe snage u osoba s OA koljena kroz najmanje 8 tjedana za poboljšanje ravnoteže. Stabilometrija je objektivna i osjetljiva dijagnostička i terapijska metoda za procjenu i ciljano poboljšanje ravnoteže te je stoga nezamjenjiva u rehabilitaciji osoba s OA koljena.

Literatura

1. GBD 2021 Osteoarthritis Collaborators. Global, regional, and national burden of osteoarthritis, 1990-2020 and projections to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. Lancet Rheumatol. 2023 Aug 21;5(9):e508-e522. doi: 10.1016/S2665-9913(23)00163-7. PMID: 37675071; PMCID: PMC10477960.
2. Salamanna F, Caravelli S, Marchese L, Carniato M, Vocale E, Gardini G, et al. Proprioception and Mechanoreceptors in Osteoarthritis: A Systematic Literature Review. J Clin Med. 2023 Oct 19;12(20):6623. doi: 10.3390/jcm12206623. PMID: 37892761; PMCID: PMC10607296.

3. Rice DA, McNair PJ. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives. Semin Arthritis Rheum. 2010 Dec;40(3):250-66. doi: 10.1016/j.semarthrit.2009.10.001. Epub 2009 Dec 2. PMID: 19954822.
4. Al-Dadah O, Shepstone L, Donell ST. Proprioception deficiency in articular cartilage lesions of the knee. Knee Surg Relat Res. 2020 May 27;32(1):25. doi: 10.1186/s43019-020-00042-7. PMID: 32660559; PMCID: PMC7251730.
5. Lawson T, Morrison A, Blaxland S, Wenman M, Schmidt CG, Hunt MA. Laboratory-based measurement of standing balance in individuals with knee osteoarthritis: a systematic review. Clin Biomech (Bristol). 2015 May;30(4):330-42. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2015.02.011. Epub 2015 Feb 21. PMID: 25735929.
6. Christiansen CL, Stevens-Lapsley JE. Weight-bearing asymmetry in relation to measures of impairment and functional mobility for people with knee osteoarthritis. Arch Phys Med Rehabil. 2010 Oct;91(10):1524-8. doi: 10.1016/j.apmr.2010.07.009. PMID: 20875509; PMCID: PMC2948025.
7. Raizah A, Reddy RS, Alshahrani MS, Tedla JS, Dixit S, Gular K, et al. Investigating Knee Joint Proprioception and Its Impact on Limits of Stability Using Dynamic Posturography in Individuals with Bilateral Knee Osteoarthritis-A Cross-Sectional Study of Comparisons and Correlations. J Clin Med. 2023 Apr 7;12(8):2764. doi: 10.3390/jcm12082764. PMID: 37109102; PMCID: PMC10146398.
8. Sazo-Rodríguez S, Méndez-Rebolledo G, Guzmán-Muñoz E, Rubio-Palma P. The effects of progressive neuromuscular training on postural balance and functionality in elderly patients with knee osteoarthritis: a pilot study. J Phys Ther Sci. 2017 Jul;29(7):1229-1235. doi: 10.1589/jpts.29.1229. Epub 2017 Jul 15. PMID: 28744054; PMCID: PMC5509598.
9. Takacs J, Carpenter MG, Garland SJ, Hunt MA. Test re-test reliability of centre of pressure measures during standing balance in individuals with knee osteoarthritis. Gait Posture. 2014;40(1):270-3. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.03.016. Epub 2014 Mar 27. PMID: 24746407.
10. Pirayeh N, Shaterzadeh-Yazdi MJ, Negahban H, Mehravar M, Mostafaee N, Saki-Malehi A. Examining the diagnostic accuracy of static postural stability measures in differentiating among knee osteoarthritis patients with mild and moderate to severe radiographic signs. Gait Posture. 2018 Jul;64:1-6. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.04.049. Epub 2018 May 12. PMID: 29778898.
11. Clark RA, Seah FJ, Chong HC, Poon CL, Tan JW, Mentiplay BF, et al. Standing balance post total knee arthroplasty: sensitivity to change analysis from four to twelve weeks in 466 patients. Osteoarthritis Cartilage. 2017 Jan;25(1):42-45. doi: 10.1016/j.joca.2016.08.009. Epub 2016 Aug 27. PMID: 27577930.
12. Hunt MA, McManus FJ, Hinman RS, Bennell KL. Predictors of single-leg standing balance in individuals with medial knee osteoarthritis. Arthritis Care Res (Hoboken). 2010 Apr;62(4):496-500. doi: 10.1002/acr.20046. PMID: 20391504.
13. Moreira ACSDS., Santos GM. (2017). Balance postural assessments and functional mobility in subjects with knee osteoarthritis. Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal. 2017 Dec:1–9. DOI:https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2017.15.515.
14. Lim KB, Lee HJ. Computerized posturographic measurement in elderly women with unilateral knee osteoarthritis. Ann Rehabil Med. 2012 Oct;36(5):618-26. doi: 10.5535/arm.2012.36.5.618. Epub 2012 Oct 31. PMID: 23185725; PMCID: PMC3503936.
15. Tjernström F, Björklund M, Malmström EM. Romberg ratio in quiet stance posturography--Test to retest reliability. Gait Posture. 2015 Jun;42(1):27-31. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.12.007. Epub 2014 Dec 11. PMID: 25891528.
16. Park HJ, Ko S, Hong HM, Ok E, Lee JI. Factors related to standing balance in patients with knee osteoarthritis. Ann Rehabil Med. 2013 Jun;37(3):373-8. doi: 10.5535/arm.2013.37.3.373. Epub 2013 Jun 30. PMID: 23869335; PMCID: PMC3713294.

17. Pickerill ML, Harter RA. Validity and reliability of limits-of-stability testing: a comparison of 2 postural stability evaluation devices. J Athl Train. 2011 Nov-Dec;46(6):600-6. doi: 10.4085/1062-6050-46.6.600. PMID: 22488184; PMCID: PMC3418936.
18. Kim HS, Yun DH, Yoo SD, Kim DH, Jeong YS, Yun JS, Hwang DG, Jung PK, Choi SH. Balance control and knee osteoarthritis severity. Ann Rehabil Med. 2011 Oct;35(5):701-9. doi: 10.5535/arm.2011.35.5.701. Epub 2011 Oct 31. PMID: 22506194; PMCID: PMC3309250.
19. Hirata RP, Jørgensen TS, Rosager S, Arendt-Nielsen L, Bliddal H, Henriksen M, Graven-Nielsen T. Altered visual and feet proprioceptive feedbacks during quiet standing increase postural sway in patients with severe knee osteoarthritis. PLoS One. 2013 Aug 22;8(8):e71253. doi: 10.1371/journal.pone.0071253. PMID: 23990940; PMCID: PMC3750025.
20. Chen Z, Ye X, Wang Y, Shen Z, Wu J, Chen W, Jiang T, Wu H, Xu X. The Efficacy of Backward Walking on Static Stability, Proprioception, Pain, and Physical Function of Patients with Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. Evid Based Complement Alternat Med. 2021 Jun 11;2021:5574966. doi: 10.1155/2021/5574966. PMID: 34221078; PMCID: PMC8213492.
21. Xue YY, Shi JN, Zhang K, Zhang HH, Yan SH. The effects of total knee arthroplasty on knee proprioception of patients with knee osteoarthritis: a meta-analysis. J Orthop Surg Res. 2022 May 7;17(1):258. doi: 10.1186/s13018-022-03142-0. PMID: 35526039; PMCID: PMC9077928.
22. Sadura-Sieklucka T, Czerwosz LT, Kądalska E, Kożuchowski M, Księżopolska-Orłowska K, Targowski T. Is Balance Training Using Biofeedback Effective in the Prophylaxis of Falls in Women over the Age of 65? Brain Sci. 2023 Apr 6;13(4):629. doi: 10.3390/brainsci13040629. PMID: 37190594; PMCID: PMC10136542

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-23

ULOGA BIOMARKERA U OSTEOARTRITISU KOLJENA: GDJE SMO DANAS?

Doc. dr. sc. Andrea Tešija Kuna, dr. med.,
specijalist medicinske biokemije, voditelj Odjela za specijalnu medicinsku biokemiju Kliničkog zavoda za kemiju

KBC Sestre milosrdnice, Zagreb

Uvod

Osteoartritis (OA) najčešća je degenerativna bolest zglobova karakterizirana progresivnim oštećenjem zglobne hrskavice, suženjem zglobnog prostora, remodeliranjem subhondralne kosti, stvaranjem osteofita i sinovitisom, a najčešće su zahvaćeni veliki nosivi zglobovi poput koljena i kukova te mali zglobovi šaka (1). Heterogenost bolesti, koja se manifestira višestrukim kliničkim fenotipovima i molekularnim endotipovima te nesrazmjerom između stupnja strukturnog oštećenja i simptoma, predstavlja izazov u dijagnostici, praćenju progresije bolesti te razvoju ciljane terapije. Po svojoj definiciji, biomarkeri su mjerljivi indikatori normalnih bioloških procesa, patoloških procesa ili odgovora na izlaganje određenoj intervenciji, uključujući terapijsku intervenciju. U kontekstu OA, trenutno se u kliničkoj praksi koriste samo radiološki biomarkeri, koji s nedovoljnom osjetljivošću detektiraju rane promjene u zglobnim strukturama. Stoga su brojna istraživanja usmjerena na identifikaciju topljivih, molekularnih biomarkera koji se izlučuju u tjelesne tekućine (krv, mokraća ili sinovijalna tekućina) tijekom patofizioloških procesa u zglobnoj hrskavici, sinovijalnom tkivu i subhondralnoj kosti koji su povezani s nastankom i progresijom bolesti. Dodatni etiološki čimbenici OA uključuju kroničnu nisku razinu upale i metabolički disbalans, što proširuje spektar potencijalnih biomarkera na one koji odražavaju imunološke i metaboličke procese (2). Identifikacija lako mjerljivih molekularnih biomarkera OA ima višestruku važnost – od pomoći u razumijevanju patogeneze bolesti do kliničke primjene u ranoj dijagnostici, predviđanju progresije bolesti te stratifikaciji pacijenata u kliničkim ispitivanjima ciljane terapije (3).

Biomarkeri metabolizma zglobne hrskavice

Najopsežnije su istraživani upravo biomarkeri koji odražavaju sintezu i razgradnju izvanstaničnog matriksa hrskavice. Najveći potencijal pokazali su biomarkeri razgradnje hrskavice:

- **CTX-II** (C-terminalni telopeptid kolagena tipa II) – produkt razgradnje kolagena tipa II koji se pokazao korisnim u ranoj detekciji razgradnje zglobne hrskavice (prije radiografskih promjena), ali s varijabilnom osjetljivošću i specifičnošću između kohorti. Neke studije pokazale su da CTX-II odražava stupanj oštećenja hrskavice, a visoka početna vrijednost povećava rizik od progresije bolesti.

- **COMP** (hrskavični oligomerni matriksni protein) – glavni nekolagenski protein u izvanstaničnom matriksu hrskavice, značajno je povišen u OA koljena u odnosu na zdrave osobe i korelira s težinom bolesti, ali nije specifičan s obzirom na to da je povišen i u reumatoidnom artritisu.

- **MMP** (matriksne metaloproteinaze) – enzimi koji razgrađuju izvanstanični matriks. U patogenezi OA, MMP-13 se pokazao ključnim, što ga čini potencijalnom ciljnom molekulom u razvoju lijekova za OA.

Od biomarkera sinteze izvanstaničnog matriksa hrskavice ističu se PIIANP, prokolagenski propeptidi tipa II koji odražavaju sintezu kolagena, a često su u studijama analizirani u kombinaciji s biomarkerima razgradnje hrskavice radi procjene poremećaja ravnoteže u remodeliranju hrskavice (1, 2, 4).

Biomarkeri upale

Jedan od etioloških čimbenika OA je lokalna kronična upala s produkcijom proupalnih citokina, primarno interleukina 1β i 6 (IL-1β, IL-6) te čimbenika tumorske nekroze-α (TNF-α). Ovi citokini sinergističkim djelovanjem, posredstvom brojnih signalnih medijatora, potiču kataboličke mehanizme u hondrocitima i sinoviocitima indukcijom ekspresije MMP-a, uz istovremeno potiskivanje anaboličkih mehanizama supresijom sinteze kolagena II i proteoglikana u hondrocitima. Rezultati više studija pokazali su da su IL-1β, IL-6 i TNF-α viši u ranoj fazi OA koljena u odnosu na kasnu fazu, dok je korelacija s boli kontroverzna. (1, 2, 5).

Metabolički biomarkeri

OA povezan s metaboličkim sindromom (engl. *Metabolic Syndrome,* MetS-OA) predstavlja poseban entitet u kojem metabolički poremećaji udruženi s niskim stupnjem upale imaju važnu ulogu u narušavanju homeostaze zglobnih tkiva. Stoga su brojni metabolički biomarkeri predmet istraživanja u OA, poput adiponektina, leptina, visfatina, oxLDL-a i brojnih drugih. Opisana je povišena razina adiponektina, čije se protuupalno djelovanje u patofiziološkim procesima u OA očituje kroz inhibiciju MMPa i diferencijacije makrofaga u proupalni fenotip. Povišena razina leptina povezuje se s povišenom razinom boli, radiografskom progresijom OA, biomarkerima izgradnje kosti i gubitkom volumena hrskavice (5).

Biomarkeri koštane pregradnje

Najčešće su istraživani biomarkeri koštane razgradnje, C-terminalni telopeptid kolagena tipa I (CTX-I) i N-terminalni telopeptid kolagena tipa I (NTX-I), koji se povezuju s bržom radiografskom progresijom bolesti. Biomarker koštane izgradnje, N-terminalni propeptid kolagena tipa I, pokazao se pak kao potencijalni marker progresivne osteofitoze (6).

Unatoč velikom broju studija u kojima su istraživani navedeni biomarkeri, niti jedan nije zaživio u kliničkoj praksi zbog nestandardiziranosti metoda, nekonzistentnih rezultata koji vjerojatno odražavaju heterogenost bolesti, nedovoljne specifičnosti ili izostanka validacije na velikim prospektivnim kohortama.

Novi trendovi u istraživanju biomarkera OA

Napredak metoda molekularne biologije, biotehnologije i bioinformatike doveo je do razvoja tzv. „omika" (grč. potpun ili sav) kao što su genomika, transkriptomika, proteomika i metabolomika, koje se sve više primjenjuju i u istraživanju biomarkera OA. Prema rezultatima najnovijih istraživanja, studije proteoma i transkriptoma identificirale su molekule s obećavajućim potencijalom za biomarkere OA.

Proteomika se bavi sveobuhvatnim proučavanjem cjelokupnog skupa proteina (proteom) koje stanica ili tkivo izražava u određenom fiziološkom ili patološkom stanju. Primjenom nedavno razvijenih proteomskih platformi (SomaScan i Olink) moguća je istovremena identifikacija i kvantifikacija tisuće proteina iz minijaturnog volumena kompleksnog uzorka kao što je serum/plazma. Nedavne velike populacijske studije uz pomoć SomaScan (184 plazmatska proteina, 3517 ispitanika) i Olink platformi (4792 plazmatska proteina, 37 278 ispitanika) identificirale su cirkulirajući hrskavični kiseli protein 1 (engl. *Circulating cartilage acidic protein 1, CRTAC1),* protein izvanstaničnog matriksa u dubokom sloju hrskavice, kao najsnažniji biomarker za OA koljena. Obje studije pokazale su snažnu povezanost CRTAC1 s dijagnozom OA, težinom osteoartritisa koljena te prediktivnu vrijednost za razvoj OA u budućnosti, radiografsku progresiju i potrebu za totalnom artroplastikom. Budući da nije povezan s ostalim upalnim bolestima zglobova, to ga čini specifičnim biomarkerom za OA. Dobiveni rezultati za CRTAC1 replicirani su primjenom druge metode, ali i u neovisnoj kohorti (1462 plazmatska proteina, 54, 265 ispitanika), što je jedan od ključnih preduvjeta za primjenu biomarkera u kliničkoj praksi). Time je CRTAC1 postao vodeći kandidat kao prognostički biomarker i potencijalni alat u kliničkim ispitivanjima koja uključuju ispitanike s povećanim rizikom od progresije (engl. *risk-enrichment clinical studies*) (8, 9, 10).

Transkriptomika analizira cjelokupan skup RNA molekula (posebno mRNA, ali i drugih tipova RNA) koje se u određenom trenutku sintetiziraju u jednoj stanici, tkivu ili organizmu. Nekodirajuće RNA molekule, među kojima mikro RNA (miRNA), duge nekodirajuće RNA (engl. *long non-coding RNA,* lncRNA) i cirkularne RNA (circRNA) najviše su istraživane u kontekstu OA. Nekodirajuće RNA sudjeluju u regulaciji homeostaze izvanstaničnog matriksa, upale i metabolizma hrskavice, što sugerira da su potencijalni čimbenici u patogenezi OA. Cirkulirajuće miRNA, lncRNA i circRNA predstavljaju obećavajuće biomarkere za:

dijagnozu OA koljena (npr. miR-584-5p, FER1L4, circRUNX2), uz visoke pokazatelje dijagnostičke točnosti, AUC (engl. *area under the curve)* 0,89, 0,92 i 0,82, ali potrebna je validacija na većem uzorku ispitanika

prognozu progresije bolesti (7mi-RNA predviđaju progresiju bolesti tijekom 2 – 5 god.), dok članovi obitelji *miR-320* razlikuju brze od sporih progresora OA koljena, s visokom točnošću) predviđanje ishoda boli nakon totalne artroplastike koljena (lncRNA). (1,11)

Zaključak

Značajan napredak postignut je u identifikaciji kandidata za molekularne biomarkere u osteoartritisu koljena, od klasičnih biokemijskih markera razgradnje hrskavice do ncRNA i omičkih potpisa. Ipak, prijenos u rutinsku kliničku primjenu zahtijeva validaciju na velikim prospektivnim nezavisnim kohortama, standardizaciju metoda i jasno dokaznu povezanost između biomarkera i klinički relevantnih ishoda (bol, funkcija, radiografska ili MR-progresija). Višeslojni pristupi koji integriraju tzv. multi-omics tehnologiju sa slikovnim i kliničkim podacima, koristeći strojno učenje za stvaranje robusnih prediktivnih modela fenotipa OA, čine najrealniji put prema personaliziranoj dijagnostici i tretmanu OA koljena.

Literatura

1. Deng M, Tang C, Yin L, Jiang Y, Huang Y, Feng Y, Chen C. Clinical and omics biomarkers in osteoarthritis diagnosis and treatment. J Orthop Translat. 2025 Jan 22;50:295-305. doi: 10.1016/j.jot.2024.12.007. PMID: 39911590; PMCID: PMC11795539.
2. Mobasheri A, Thudium CS, Bay-Jensen AC, Maleitzke T, Geissler S, Duda GN, Winkler T. Biomarkers for osteoarthritis: Current status and future prospects. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2023 Jun;37(2):101852. doi: 10.1016/j.berh.2023.101852. Epub 2023 Aug 22. PMID: 37620236.
3. Liu M, Haque N, Huang J, Zhai G. Osteoarthritis year in review 2023: metabolite and protein biomarkers. Osteoarthritis Cartilage. 2023 Nov;31(11):1437-1453. doi: 10.1016/j.joca.2023.08.005. Epub 2023 Aug 21. PMID: 37611797

4. Kraus VB, Karsdal MA. Osteoarthritis: Current Molecular Biomarkers and the Way Forward. Calcif Tissue Int. 2021 Sep;109(3):329-338. doi: 10.1007/s00223-020-00701-7. Epub 2020 May 4. PMID: 32367210.
5. Li L, Li Z, Li Y, Hu X, Zhang Y, Fan P. Profiling of inflammatory mediators in the synovial fluid related to pain in knee osteoarthritis. BMC Musculoskelet Disord. 2020 Feb 14;21(1):99. doi: 10.1186/s12891-020-3120-0. PMID: 32059658; PMCID: PMC7023718.
6. Lynskey SJ, Macaluso MJ, Gill SD, McGee SL, Page RS. Biomarkers of Osteoarthritis-A Narrative Review on Causal Links with Metabolic Syndrome. Life (Basel). 2023 Mar 8;13(3):730. doi: 10.3390/life13030730. PMID: 36983885; PMCID: PMC10051744.
7. Nguyen, L.T.; Sharma, A.R.; Chakraborty, C.; Saibaba, B.; Ahn, M.-E.; Lee, S.-S. Review of Prospects of Biological Fluid Biomarkers in Osteoarthritis. Int. J. Mol. Sci. 2017, 18, 601. https://doi.org/10.3390/ijms18030601
8. Styrkarsdottir U, Lund SH, Saevarsdottir S, Magnusson MI, Gunnarsdottir K, Norddahl GL, Frigge ML, Ivarsdottir EV, Bjornsdottir G, Holm H, Thorgeirsson G, Rafnar T, Jonsdottir I, Ingvarsson T, Jonsson H, Sulem P, Thorsteinsdottir U, Gudbjartsson D, Stefansson K. The CRTAC1 Protein in Plasma Is Associated With Osteoarthritis and Predicts Progression to Joint Replacement: A Large-Scale Proteomics Scan in Iceland. Arthritis Rheumatol. 2021 Nov;73(11):2025-2034. doi: 10.1002/art.41793. Epub 2021 Sep 28. PMID: 33982893; PMCID: PMC8596997.
9. Styrkarsdottir U, Lund SH, Thorleifsson G, Saevarsdottir S, Gudbjartsson DF, Thorsteinsdottir U, Stefansson K. Cartilage Acidic Protein 1 in Plasma Associates With Prevalent Osteoarthritis and Predicts Future Risk as Well as Progression to Joint Replacements: Results From the UK Biobank Resource. Arthritis Rheumatol. 2023 Apr;75(4):544-552. doi: 10.1002/art.42376. Epub 2022 Dec 28. PMID: 36239377.
10. Szilagyi IA, Vallerga CL, Boer CG, Schiphof D, Ikram MA, Bierma-Zeinstra SMA, van Meurs JBJ. Plasma proteomics identifies CRTAC1 as a biomarker for osteoarthritis severity and progression. Rheumatology (Oxford). 2023 Mar 1;62(3):1286-1295. doi: 10.1093/rheumatology/keac415. PMID: 35924962; PMCID: PMC9977119.
11. Rocha FAC, Ali SA. Soluble biomarkers in osteoarthritis in 2022: year in review. Osteoarthritis Cartilage. 2023 Feb;31(2):167-176. doi: 10.1016/j.joca.2022.09.005. Epub 2022 Sep 27. PMID: 36179981.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-24

NEFARMAKOLOŠKO LIJEČENJE OSTEOARTRITISA KOLJENA: OČEKIVANJA I STVARNE MOGUĆNOSTI MODERNIH TEHNOLOGIJA UTEMELJENA NA DOKAZIMA

Prof. dr. sc. Tonko Vlak

Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu

Sažetak

Osteoartritis (OA) kompleksna je bolest zglobova. Kompleksna bolest zahtijeva i kompleksno liječenje. A kompleksno liječenje uvijek mora sadržavati i nefarmakološko liječenje (NFL) zgloba i svih okolozglobnih struktura. OA zahvaća sve zglobove, i velike i male, i nosive i one rasterećene, pa i one koji su dio vertebralnog dinamičkog segmenta na svim dijelovima kralježnice.

Ipak, u kontekstu praćenja i proučavanja NFL-a OA najčešće su u literaturi zastupljeni rezultati vezani uz liječenja OA koljena. Sve ostale lokalizacije OA su manje istraživane i s manje dostupnih rezultata, zbog čega su isti zastupljeni i manjom snagom dokaza, pa ću se zato u ovom prikazu rezultata osvrnuti samo na one koje se odnose na OA koljena. Pri tome ćemo pokušati usporediti naša očekivanja sa stvarnim mogućnostima modernih tehnologija u rehabilitacijskim modelima liječenja OA koljena, utemeljenim na dokazima.

Zbog porasta udjela starijih osoba u sveukupnoj populaciji te porasta broja pretilih osoba u istoj, a poglavito u mlađim (radno aktivnim) dobnim skupinama, liječenju OA se treba pridavati i veća važnost. Nedvojbena pozitivna korelacija pojavnosti OA s oba navedena rizična faktora, u brojnim analizama, koje su nam bile dostupne, učinila je da su to bili najčešće evaluirani epidemiološki pokazatelji.

Cijena koštanja liječenja same bolesti (OA) i njenih posljedica značajno je utjecala na ulaganje u modele liječenja, a pri tome su rehabilitacijski modeli bili osobito važni radi korelacije s kvalitetom života. Zato je ažuriranim smjernicama za liječenje OA koljena ESCEO još 2019. godine bitnu ulogu u liječenju bolesnika s OA dodijelio i NFL-u bolesnika.

Poznavanje i raspravljanje o najboljim mogućim načinima NFL metoda liječenja OA svih zglobova, koje se često nude kao metode izbora, a koje su dio svih algoritama liječenja OA, ono mora biti utemeljeno na dokazima (EBM), kako to moderna medicinska doktrina nalaže.

Među brojim metodama NFL-a, ističu se i pasivne i aktivne metode fizikalne terapije, koje podrazumijevaju korištenje medicinske opreme dostupne u brojnim ustanovama u kombinaciji s kineziterapijom. Tehnološki napredak, kao i u svim granama medicine, tako i u rehabilitacijskoj medicini, nudi i neka nova rješenja, neke nove oblike fizikalne terapije, usmjerene na pomoć našim bolesnicima, kako u otklanjanju boli, tako i u povećanju funkcijskih mogućnosti, a time i poboljšanju kvalitete života.

Zbog toga se u pregledu literature, koju smo našli u Cochrane knjižnici, u PEDro bazi i na PubMed tražilici, danas najčešće nalaze rasprave o novim tehnologijama u rehabilitaciji.

Pri tome se možemo uvjeriti da se rezultati brojnih sistematskih pregleda i metaanaliza o korištenju konvencionalne fizikalne terapije, nisu bitno promijenili u odnosu na one koji su iskazivani u sličnim analizama i prije desetak godina. Jedino što sada nalazimo, a da je značajno drugačije nego ranije, to je činjenica da se sada nešto točnije i preciznije definira pojam tjelesne aktivnosti sukladno EULAR-ovim preporukama iz 2018. godine.

Od onoga što je možda danas najveći izazov u NFL-u OA, a što kolokvijalno nazivamo novim ili modernim tehnologijama u rehabilitacijskoj medicini, navodimo terapiju laserom visokog intenziteta (HILT), terapiju udarnim valom (ESWT), terapiju radiofrekvencijom (RF), terapiju elektromagnetskim poljem visokog intenziteta (SIS) te robotiku.

Neke od navedenih metoda liječenja, zbog svoje visoke cijene koštanja, za sada nisu predmet svakodnevnog rada naših brojnih kolega, ali već imamo dovoljno osobnih iskustava u njihovu korištenju. Zato nam EBM nudi odgovore na pitanje kada i kako primijeniti nove tehnologije u liječenju OA te podatke o njihovoj učinkovitosti i očekivanim neželjenim djelovanjima.

Bez obzira na sada već višegodišnje korištenje rečenih tehnologija, sistematski pregledni članci i metaanalize u dvjema velikim bazama podataka (Cochrane knjižnici te PEDro bazi) nisu nam ponudili dovoljno kvalitetnih traženih odgovora o korištenju pojedinih od njih. S jedne strane to je i očekivano, jer se radi o novim metodama liječenja, o kojima publiciraju pojedinačna iskustva i male studije, dok je malo velikih studija i kontroliranih randomiziranih istraživanja ili metaanaliza.

Pojedinačni znanstveni radovi ne nude dovoljnu snagu dokaza u velikim bazama podataka.

Robotika se najčešće koristi u nekim drugim indikacijskim područjima (neurorehabilitacija) tako da nismo o njoj ni tražili podatke u ovom području NFL-a OA.

Koristeći EBM o ovoj temi, upadljivo je da najveći broj publiciranih radova dolazi s Dalekog istoka, a publikacije su objavljene u časopisima s otvorenim pristupom, gdje je često mogućnost publikacije vezana isključivo uz platežnu mogućnost autora, to onda ostavlja otvorenim neka etička pitanja.

Ipak, sve praćene metode liječenja, prema dostupnim EBM podacima, pokazale su izrazitu učinkovitost u liječenju OA koljena, reducirajući bol kod ispitanika, poboljšavajući funkcijske sposobnosti istih te povećavajući kvalitetu života naših bolesnika. Sve to uz izrazito malo neželjenih događaja, pri čemu se danas ustalilo mišljenje kako treba davati prednost modernim tehnologijama uz neizostavno liječenje dobro definiranim medicinskim vježbama te provođenjem preventivnih aktivnosti.

Ono što je nedvojbeno, to je činjenica da se u kraćem vremenskom razdoblju mogu polučiti bolji terapijski učinci, uz još nedovoljno definirane veličine doza (broj i snaga procedura) ljekovitih učinaka. Sve to je značajno za naše bolesnike, jer se na ovaj način brže postiže bolja kvaliteta života, manja onesposobljenost i ometenost, a poglavito kada se to radi kombiniranim, kompleksnim liječenje OA, kako je to naglašeno i u prvoj rečenici ovog teksta.

Ključne riječi: osteoartritis, medicina utemeljena na dokazima, rehabilitacija, moderne tehnologije u rehabilitaciji.

Literatura

1. Ilieva EM, Oral A, Kucukdeveci A, Varela E, Valero R, Berteanu M, Christodoulou N. Osteoarthritis. The role of physical and rehabilitation medicine physicians. The European perspective based on the best evidence. Eur J Phys Rehabil Med 2013; 49: 579-93.
2. Rausch Osthoff A-K, et al. Ann Rheum Dis 2018;0:1–10. doi:10.1136/annrheumdis-2018-213585.
3. Collins NJ, Hart HE, Mills KAG. Osteoarthritis year in review 2018 : rehabilitation and outcomes. Osteoarthritis Cartilage 2019; 27(3): 378-391.
4. Kucharz EJ, Szanto S, Goycheva MI et al. Endorsement by Central European experts of the revised ESCEO algorithm for the management of knee osteoarthritis. Rheumatology International 2019; 39: 1117-1123.
5. Urits I, Jones M, Patel R et al. Minimally invasive interventional management of osteoarthritic chronic knee pain. J Knee Surg 2019; 32(1): 72-79.
6. Liao CD, Tsauo JY, Liou TH, Chen HC, Huang SW. Clinical efficacy of extracorporeal shockwave therapy for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-regression of randomized controlled trials. Clin Rehabil. 2019 May 8:269215519846942. doi: 10.1177/0269215519846942
7. Wyszynska J, Bal-Bochenska M. Efficacy of high-intensity laser therapy in treating knee osteoarthritis: a first systematic review. Photomed Laser Surg 2018; 36(7): 343-353.

8. Nazari A, MoezyA, Nejati P, MazaherinezhadA. Efficacy of high-intensity laser therapy in comparison with conventional physiotherapy and exercise therapy on pain and function of patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial with 12-week follow up. Lasers Med Sci 2019; 34(3): 505-516.
9. Markovic L, Wagner B, Crevenna R. Effects of pulsed electromagnetic field therapy on outcomes associated with osteoarthritis : A systematic review of systematic reviews. Wien Klin Wochenschr. 2022 Jun;134(11-12):425-433.
10. Cianni L, Di Gialleonardo E, Coppola D, Capece G, Libutti E, Nannerini M, Maccauro G, Vitiello R. Current Evidence Using Pulsed Electromagnetic Fields in Osteoarthritis: A Systematic Review. J Clin Med. 2024 Mar 28;13(7):1959. doi: 10.3390/jcm13071959. PMID: 38610722; PMCID: PMC11012419.
11. Pasin T, Dogruoz Karatekin B. Comparison of Short-Term Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy, Low-Level Laser Therapy and Pulsed Electromagnetic Field Therapy in Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Study. J Clin Med. 2025 Jan 17;14(2):594. doi: 10.3390/jcm14020594. PMID: 39860600; PMCID: PMC11766320.
12. Liao PC, Chou SH, Shih CL. A systematic review of the use of shockwave therapy for knee osteoarthritis. J Orthop. 2024 May 1;56:18-25. doi: 10.1016/j.jor.2024.04.020. PMID: 38765896; PMCID: PMC11096685.
13. Yang X, Li X, Song H, Wu T, Li J, He C. Effects of Whole-Body Exposure to Pulsed Electromagnetic Field at Different Frequencies on Knee Osteoarthritis. Bioelectromagnetics. 2025 Sep;46(6):70016. doi: 10.1002/bem.70016. PMID: 40727996.
14. Ryang We S, Koog YH, Jeong KI, Wi H. Effects of pulsed electromagnetic field on knee osteoarthritis: a systematic review. Rheumatology (Oxford). 2013 May;52(5):815-24. doi: 10.1093/rheumatology/kes063. Epub 2012 Apr 13. PMID: 22504115.
15. Jhan SW, Wang CJ, Wu KT, Siu KK, Ko JY, Huang WC, Chou WY, Cheng JH. Comparison of Extracorporeal Shockwave Therapy with Non-Steroid Anti-Inflammatory Drugs and Intra-Articular Hyaluronic Acid Injection for Early Osteoarthritis of the Knees. Biomedicines. 2022 Jan 18;10(2):202. doi: 10.3390/biomedicines10020202. PMID: 35203417; PMCID: PMC8869751.

simpozij povodom svjetskog dana kralježnice

Četvrtak, 16.10.2024. godine
s početkom u 09:00 sati.

Knjižnica Hrvatske akademije
znanosti i umjetnosti
Trg Josipa Strossmayera 14, Zagreb

Program

09:00–09:20	Pozdravna riječ
	PRVI DIO **Moderatori: prof. dr. sc. Simeon Grazio, dr. med., doc. dr. sc. Darko Perović, dr. med., prim. Tatjana Nikolić, dr. med.**
09:20–09:40	**Postoperacijska rehabilitacija kod endoskopske diskektomije i dekompresije lumbalne kralježnice** Dubravka Šalić Herjavec, dr. med., dr. sc., Neven Ištvanović, dr. med.,; prof. dr. sc. Karlo Houra, dr. med.
09:40–10:00	**Postoperacijska rehabilitacija kod mikrodiskektomije** doc. dr. sc. Diana Balen, dr. med., doc. dr. sc. Tomislav Nemčić, dr. med., prim. dr. sc. Marjan Rožanković, dr. med.
10:00–10:20	**Postoperacijska rehabilitacija kod interlaminektomije i hemilaminektomije** izv. prof. dr. sc. Frane Grubišić, dr. med., Ivan Ljudevit Caktaš, dr. med.,; prim. Hana Skala Kavangh, dr. med., mr. sc. Dražen Kvesić, dr. med.
10:20–10:40	**Postoperacijska rehabilitacija kod laminektomije** izv. prof. dr. sc. Dubravka Bobek, dr. med., Katarina Doko Šarić, dr. med., doc. dr. sc. Vide Bilić, dr. med.
10:40–11:00	**Satelitski simpozij | Krka** **Recite NE postoperacijskoj boli slabinske kralježnice** doc. prim. dr. sc. Tihana Magdić Turković, dr. med.
11:00–11:20	Pauza za kavu

DRUGI DIO
prof. dr. sc. Simeon Grazio, dr. med., prof. dr. sc. Boris Božić, dr. med., doc. dr. sc. Tomislav Nemčić, dr. med.

11:20–11:40 **Postoperacijska rehabilitacija kod minimalno invazivne transforaminalne lumbalne fuzije**
dr. sc. Nataša Kalebota, dr. med., izv. prof. dr. sc. Nadica Laktašić, dr. med., prof. dr. sc. Porin Perić, dr. med., doc. dr. sc. Krešimir Saša Đurić, dr. med.

11:40–12:00 **Postoperacijska rehabilitacija kod otvorene stražnje lumbalne fuzije**
prim. Tatjana Nikolić, dr. med., dr. sc. Dubravka Sajković, dr. med., doc. dr. sc. Darko Perović, dr. med.

12:00–12:20 **Postoperacijska rehabilitacija kod prednje lumbalne fuzije**
dr. sc. Dubravka Sajković, dr. med., prim. Tatjana Nikolić, dr. med., Stipe Ćorluka, dr.med.

12:20–12:40 **Postoperacijska rehabilitacija kod korekcija degenerativnih deformiteta i fuzija lumbalne i torakolumbalne kralježnice**
prof. dr. sc. Tea Schnurrer-Luke-Vrbanić, dr. med., dr. sc. Adelmo Šegota, dr. med., Stjepan Dokuzović, dr. med.

12:40–13:00 **Satelitski simpozij | Medtronic**
Neuromodulacija u službi kralježnice: Uloga spinalne stimulacije u 21. stoljeću
doc. dr. sc. Marina Raguž, dr. med.

13:00–13:30 **Usklađena rasprava**
prof. dr. sc. Simeon Grazio, dr. med., doc. prim. dr. sc. Darko Perović, dr. med., izv. prof. dr. sc. Frane Grubišić, dr. med., prof. dr. sc. Karlo Houra, dr. med., prim. Tatjana Nikolić, dr. med.

13:30–14:30 Ručak

SAŽETCI

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-25

POSTOPERACIJSKA REHABILITACIJA KOD ENDOSKOPSKE DISKEKTOMIJE I DEKOMPRESIJE LUMBALNE KRALJEŽNICE

Dubravka Šalić Herjavec[1], Neven Ištvanović[1], Karlo Houra[2]

1 Klinički bolnički centar Zagreb, Klinika za reumatske bolesti i rehabilitaciju, Zavod za protetičku rehabilitaciju, Božidarevićeva 11, Zagreb
2 Specijalna bolnica Aksis, Petrovaradinska 1, Zagreb

Endoskopske operacije kralježnice najpoštedniji su način operiranja kralježnice. Možemo ih podijeliti na interlaminarne i transforaminalne. Iako manje invazivan, interlaminarni se pristup ne razlikuje značajno od klasičnog otvorenog stražnjeg pristupa u spinalni kanal. Navedeni se pristup češće koristi kod koštane dekompresije spinalnog kanala ili u rjeđim slučajevima kod dorzalno smještenih hernija diska. Tijekom ovog pristupa, lumbalni paravertebralni mišići se razmiču i ne režu se njihove insercije na kostima, čime se smanjuje postoperativna bol te stvaranje ožiljaka u mekim tkivima. Potom se uklanja dio žutog ligamenta te se brusi donji dio gornje i gornji dio donje lamine. Transforaminalni pristup koristi prirodni otvor, neuralni foramen, za pristup u ventralni dio spinalnog kanala i još je manje invazivan od interlaminarnog pristupa. Ovaj se pristup koristi češće za selektivno uklanjanje hernije diska ili za foraminotomiju kod koštane stenoze foramena. Kod transforaminalnog pristupa uklanja se samo manji anerolateralni dio gornjeg zglobnog nastavka dok žuti ligamenti i lamina ostaju intaktni.

Rehabilitacija nakon endoskopske diskektomije i dekompresije lumbalne kralježnice važan je dio oporavka, a zbog manje invazivnosti započinje ranije nego nakon otvorenih zahvata. Prema dostupnoj literaturi, još uvijek nema visokokvalitetnih istraživanja, niti suglasja o standardiziranim rehabilitacijskim protokolima, njihovu intenzitetu i trajanju. Osnovni ciljevi rehabilitacije razlikuju se ovisno o fazi rehabilitacijskog procesa te su prvenstveno usmjereni na ublažavanje boli, poticanje cijeljenja, sprječavanje recidiva i postupni povratak funkcionalnim sposobnostima. Oporavak je nakon diskektomije obično brži, dok se nakon dekompresije provodi opreznije zbog većeg zahvata na koštano-ligamentarnim strukturama (1).

U akutnoj fazi (0–2 tjedna) ciljevi su smanjenje boli i upale, rana vertikalizacija i mobilizacija te usvajanje pravilnih obrazaca držanja i pokreta. Većini pacijenata vertikalizacija i hod na kraće relacije dopušteni su 4–6 sati nakon operacije uz nadzor, a kod onih s komorbiditetima ili intraoperativnim komplikacijama

prvog ili drugogpostoperativnog dana (2–4). Nakon diskektomije bolesnici se brže mobiliziraju, dok se nakon dekompresije opterećenje dozira opreznije. Ortoza se, iako nije rutinski preporučena, može koristiti pri hodu i stajanju kao potpora – kraće nakon diskektomije (4–6 tjedna), a dulje nakon dekompresije (3–8 tjedana), osobito kod šireg odstranjenja ligamentarnih i koštanih struktura (2, 3, 5). Odmah nakon operacije započinje se sa statičkim vježbama trbušne i glutealne muskulature te vježbama disanja, ali uz veći oprez i sporijom progresijom intenziteta vježbi kod dekompresije (1, 3, 6). Sjedenje se dopušta već prvi dan, ali je u početku ograničeno na 10-15 minuta te se sporije produžava kod dekompresije. Postupnim produljenjem, bez većih ograničenja moguće je sjediti nakon 3–4 tjedna kod diskektomije te nakon 4–6 tjedana kod dekompresije (4, 7, 8).

Tijekom rane faze oporavka (2–6 tjedana) ciljevi su postupno povećanje pokretljivosti, stabilizacija trupa i korekcija posture. Nakon diskektomije dinamičke vježbe niskog intenziteta uvode se već u 2.–3. tjednu, dok se nakon dekompresije započinju u 2.–4. tjednu. Provode se vježbe stabilizacije i mobilizacije kralježnice uz postepeno povećanje intenziteta, pri čemu se nakon endoskopske dekompresije naglasak stavlja na manju amplitudu pokreta i sporiju progresiju (2). Vožnja automobila i povratak uredskom poslu nakon diskektomije obično su dopušteni između 2. i 4. tjedna, dok se nakon dekompresije preporučuju između 4. i 6. tjedna uz opreznije doziranje opterećenja. Vožnja automobila je dopuštena kada bolesnik može udobno sjediti, sigurno izvoditi potrebne pokrete za upravljanje vozilom te kada više ne uzima analgetike koji mogu usporiti vrijeme reakcije (7,9).

U subakutnoj fazi (6–12 tjedana) rehabilitacija se usmjerava na progresivno jačanje i obnovu funkcionalnih obrazaca kroz dinamičke stabilizacijske i proprioceptivne vježbe te lagane aerobne aktivnosti (hodanje, bicikl, plivanje), (2). Povratak lakšim fizičkim poslovima nakon diskektomije moguć je u razdoblju od 4 do 6, odnosno prema nekim autorima od 6 do 8 tjedana, dok su preporuke nakon dekompresije neujednačene i kreću se od 4–6 do 8–10 tjedana. Povratak zahtjevnijim fizičkim poslovima planira se nakon 8–12 tjedana ili dulje nakon diskektomije, odnosno nakon 10–12 tjedana ili dulje nakon dekompresije, a prema nekim autorima tek nakon 6 mjeseci (3, 7).

U kasnoj fazi (3–6 mjeseci) cilj je potpuni povratak funkcionalnim i sportskim aktivnostima. Nakon diskektomije povratak sportskim aktivnostima u punom intenzitetu i opsegu preporučuje se unutar 3.–6. mjeseca, ovisno o vrsti i zahtjevnosti sporta, dok se nakon dekompresije taj period produžuje, osobito za visokointenzivne i kontaktne sportove, koje se savjetuje odgoditi do završetka 6. mjeseca (4, 7).

Zaključno, rehabilitacija nakon endoskopske diskektomije u pravilu se odvija bržim tempom, uz raniji povratak svim aktivnostima, dok se nakon endoskopske dekompresije provodi postupnije, s kasnijim povratkom zahtjevnijim fizičkim i sportskim opterećenjima. Minimalno invazivna priroda endoskopskih zahvata omogućuje brži oporavak u usporedbi s klasičnim kirurškim tehnikama, no individualno prilagođen rehabilitacijski program i dalje ostaje ključan za postizanje optimalnog funkcionalnog ishoda.

Postoperacijska rehabilitacija kod endoskopske diskektomije i dekompresije lumbalne kralježnice

AKTIVNOST/FAZA	ENDOSKOPSKA DISKEKTOMIJA	ENDOSKOPSKA DEKOMPRESIJA
Vertikalizacija i hod	4–6 sati postoperativno; hod uz nadzor 1. dan	4–6 sati postoperativno ili uz nadzor 1. postoperativni dan; progresija sporija i uz oprez zbog opsežnosti zahvata
Ortoza	Ne preporučuje se rutinski; eventualno kao potpora pri hodu 4–6 tjedana	Ne preporučuje se rutinski; eventualno kao potpora pri hodu 3–8 tjedana (ovisno o opsežnosti zahvata)
Sjedenje	Prvih nekoliko dana 10–15 min; prva 2 tjedna ≤1h/dan (po 30 min) Bez većih ograničenja nakon 3–4 tjedna	Prvih nekoliko dana 10–15 min; postupnije produljenje sjedenja do 30 min Bez većih ograničenja nakon 4–6 tjedana
Statičke vježbe	Odmah nakon operacije; izometričke vježbe trbušne i glutealne muskulature te vježbe disanja	Odmah nakon operacije, ali s opreznijom i sporijom progresijom intenziteta vježbi
Dinamičke vježbe	Uvode se u 2.–3. tjednu; vježbe stabilizacije i mobilizacije uz postepeno povećanje intenziteta	Uvode se u 2.–4. tjednu; uz manju amplitudu pokreta i sporiju progresiju od 3.–6. tjedna
Vožnja automobila	2–4 tjedna	4–6 tjedana uz opreznije doziranje opterećenja
Uredski posao	2–4 tjedna	4–6 tjedana uz opreznije doziranje opterećenja
Lakši fizički posao	4–6 tjedana (prema nekima 6-8 tjedana)	Neujednačene preporuke 4–6 tjedana/8–10 tjedana
Teži fizički posao	8–12 tjedana ili kasnije	10–12 tjedana (prema nekima nakon 6 mjeseci)
Sportske aktivnosti	Sport niskog opterećenja (hodanje, plivanje): 4–6 tjedana (6–12 tjedana) Trčanje: od 6 tjedana do 6 mjeseci Kontaktni sportovi: od 3 do 6 mjeseci	Sport niskog opterećenja (hodanje, plivanje): 4–6 tjedana (6–12 tjedana) Trčanje: od 3 do 6 mjeseci Kontaktni sportovi: nakon 6 mjeseci

Reference

1. Haddas R, Remis A, Barzilay Y, Puvanesarajah V, Keller J, Clifford BM i sur. Therapeutic exercise following lumbar spine surgery: a narrative review. N Am Spine Soc J. 2025;23:100620.
2. Lyu Z, Bai J, Chen S, Liu J, Yu W. Efficacy of lumbar kinetic chain training for staged rehabilitation after percutaneous endoscopic lumbar discectomy. BMC Musculoskelet Disord. 2021;22:793.
3. Brotis AG, Kalogeras A, Spiliotopoulos T, Fountas KN, Demetriades AK. Physical therapies after surgery for lumbar disc herniation–evidence synthesis from 55 randomized controlled trials (RCTs) and a total of 4,311 patients. Brain Spine. 2025;5:104238.
4. Contartese D, Salamanna F, Brogini S, Martikos K, Griffoni C, Ricci A i sur. Fasttrack protocols for patients undergoing spine surgery: a systematic review. BMC Musculoskelet Disord. 2023;24:57.
5. Pathak N, Scott MC, Galivanche AR, Burroughs PJ, Moore HG, Hilibrand AS i sur. Postoperative bracing practices after elective lumbar spine surgery: A questionnaire study of U.S. spine surgeons. NAm Spine Soc J. 2021;5:100055.
6. Zhang R, Zhang SJ, Wang XJ. Postoperative functional exercise for patients who underwent percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for lumbar disc herniation. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2018;22(1):15–22.
7. Yamamoto, J., Nakajima, T., Hara, M., Hida, M. Surgical outcomes of intramedullary spinal cord tumors: A systematic review and meta-analysis. Neurosurgery 2018; 83(1): 78-88.
8. Tuyen DT, Dung LT, Tuan DA, Long VH, Son DN. Innovative full-endoscopic decompression technique for lumbar spinal stenosis: promising early results from Vietnam. Orthop Rev (Pavia). 2025;17:138213.
9. Wang C, Zhi Y, Wu Z. Driving after spine surgery: biomechanics, recovery pathways, and medico-legal insights. J Orthop Surg Res. 2025;20:374.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-26

REHABILITACIJSKI PROTOKOL ZA BOLESNIKE NAKON MIKRODISKEKTOMIJE SLABINSKE KRALJEŽNICE

Diana Balen[1], Tomislav Nemčić[1], Marjan Rožanković[2]

1 Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, KBC Sestre milosrdnice, Zagreb
2 Klinika za neurokirurgiju, KBC Zagreb, Zagreb

Lumbalna mikrodiskektomija jedna je od najčešćih operacija na kralježnici. Nakon takvog operativnog zahvata javljaju se određene postoperativne promjene koje utječu na biomehaniku i funkciju kralježnice. Dolazi do zamjene diskalnog tkiva granulacijskim, što dovodi do smanjene elastičnosti na operiranom segmentu i na taj se način povećava opterećenje na susjedne segmente, koje dugoročno dovodi do ubrzane degeneracije istih, a povećava se i rizik od rehernijacije diska na operiranom segmentu. Također dolazi do smanjenja visine diska, što dodatno opterećuje fasetne zglobove, a može dovesti do obostranih foraminalnih stenoza i razvoja instabiliteta.

Sistemski pregled Brotisa i sur. pokazao je da fizikalna terapija nakon operacija hernije diska u području slabinske kralježnice općenito poboljšava kontrolu boli u leđima i nogama, smanjuje onesposobljenost, poboljšava kvalitetu života, te smanjuje razinu anksioznosti i depresije1. Nakon lumbalne mikrodiskektomije primjena rane aktivne fizikalne terapije i rehabilitacijskih strategija može značajno smanjiti bol i onesposobljenost u odnosu na „standardnu" fizikalnu terapiju (nakon 12 tjedana) (2, 3). Korištenje steznika nakon takve operacije ne dovodi do poboljšanja ni kratkoročnih ni dugoročnih ishoda (4). 12-tjedni postoperativni program vježbanja koji počinje odmah nakon lumbalne mikrodiskektomije dovodi do poboljšanja kontrole boli, smanjenja onesposobljenja i poboljšanja funkcije kralježnice (5). Rehabilitacijski protokol nakon lumbalne mikrodiskektomije može se podijeliti na 3 vremenske faze. Prva postoperativna faza (faza cijeljenja rane i zaštite ili protektivna faza) traje prva 2 tjedna i ima za cilj smanjiti bol i postići pravilnu aktivaciju dubokih mišića lumbalne kralježnice, poglavito m. transversus abdominisa i m. multifidusa te glutealnih mišića. Poticanje pacijenata na kretanje (vertikalizaciju) već dva sata nakon operacije može rezultirati smanjenim boravkom u bolnici i bržim povratkom na posao, bez utjecaja na njihovu prijavljenu bol i ukupni oporavak (6). Tijekom 1. faze sjedenje se ograničava na 20–30 minuta kontinuirano, u položaju koljena ispod razine kukova, do 4 x dnevno uz sjedeće i stajaće stanke.

Poželjno je često mijenjanje položaja, svakih 30 minuta, te spavanje s jastukom između nogu, tj. spavanje u potpomognutom supinacijskom, potpomognutom pronacijskom, semipronacijskom ili potpomognutom ležanju na stranu. Potiču se šetnje, u početku kratke i česte (10 minuta, nekoliko puta dnevno), s vremenom sve dugotrajnije (do 30 minuta). U toj fazi izvode se vježbe disanja, statičke vježbe snaženja mišića stabilizatora trupa i glutealnih mišića, vježbe istezanja mišića fleksora kuka, kvadricepsa, hamstringsa i listova te neurodinamske vježbe. Preporučuje se izbjegavanje reklinacije i rotacije trupa, podizanje predmeta težih od 2 kg i obavljanje zahtjevnijih kućanskih poslova. Druga postoperativna faza (faza inicijalnog snaženja, faza oporavka funkcije) traje od 2. do 6. tjedna i ima za cilj ponovnu uspostavu neuromuskularne kontrole dubokih mišića stabilizatora slabinske kralježnice. Uvode se vježbe lumbalne dinamičke stabilizacije tipa „školjka", „udarac magarca", „ptica–pas", „rakov hod" koje smanjuju bol, povećavaju pokretljivost kralježnice i osiguravaju brži povratak na posao (7) .

Provode se vježbe snaženja mišića gornjih i donjih udova te se postupno uvode vježbe balansa i propriocepcije u neutralnoj poziciji trupa. U toj fazi vježbama opsega pokreta vraća se potpuna ekstenzija lumbalne kralježnice, dok se ponavljajuće vježbe fleksije ne preporučuju prije 6 tjedana od operacije (8). Nastavlja se s vježbama istezanja i općeg kondicioniranja (hodanje na traci ili vani do 30 minuta na ravnom terenu, stacionarni ili vanjski bicikl uz pravilno održavanje lumbalne lordoze te plivanje leđnim stilom). Hidrokineziterapija obično započinje u 2. ili 3. tjednu rehabilitacije. Dozvoljeno je podizanje tereta od 5 kg uz postupno povećanje težine do 6. tjedna, kada je moguće podizanje tereta bez ograničenja. Tri tjedna nakon operacije, a najkasnije od 4 do 6 tjedana nakon operacije, preporučuje se početak izvanbolničke (ambulantne) rehabilitacije prilagođene pacijentu, progresivnog intenziteta u kombinaciji s bihevioralnim postupcima (9). Treća faza (faza naprednog snaženja, treninga s opterećenjem) je vrijeme od 6. do 8.–12. tjedna koje ima za cilj povratak potpunog i bezbolnog opsega pokreta u kralježnici i to je planirano vrijeme vraćanja na posao i sportskim aktivnostima. Nakon 6. tjedna može se izvoditi test pregiba kojim se može odrediti napredak rehabilitacije.

S vremenom program vježbanja postaje sve intenzivniji te uključuje rotaciju trupa. Kardiovaskularni trening nastavlja se u intenzivnijem obujmu, a konačni je cilj uvjetovan potrebama pojedinog bolesnika. Pliometrijski trening i povratak u sport predviđa se od 8. do 12. tjedna (npr. skijanje, joga, pilates nakon 8 tjedana; nogomet, košarka, trčanje između 8. i 12. tjedna; golf nakon 12. tjedna). Pojedinim bolesnicima trebat će više vremena za potpunu rehabilitaciju, koja uključuje različite modalitete treninga poput vježbi specifičnih za sport te vježbi dizanja iznad razine glave (10). Program vježbanja

tj. održavanje opće kondicije i jakosti mišića, posebno mišića stabilizatora trupa, preporučuje se nastaviti dugoročno.

1.	**Vrijeme početka vertikalizacije**	Rana vertikalizacija, već nekoliko sati nakon operacije
2.	**Vrijeme početka i dužina primjene ortoze**	Bez ortoze. Iznimno: segmentalna nestabilnosti, pri spec. aktivnostima u prvoj fazi (0-2 tj.)
3.	**Vrijeme početka i vrste statičkih vježbi**	1. faza (0-2 tj.): izometrička kontrakcija m. transversus abd. i multifidusa, izometrička kontrakcija glutealnih mm.
4.	**Vrijeme početka i vrste dinamičkih vježbi** „Školjka“ „Rakov hod“ “Udarac magarca“ „Ptica-pas“	2. faza (2-6 tj): vj. na podu (na leđima, na trbuhu) —nastavak izometričkih vježbi. Progresivno vj. snaženja mm donjih/gornjih udova (npr. varijacije podizanja nogu, kruženje gornjim udovima). Progresivno vj. uz otpor, vj. s loptom, na reformeru, proprioceptivne vj., hidroterapija. Progresivno dinamičke vj. snaženja m. gluteus med/max—npr. ekstenzije kukova, snaženje abduktora kukova („školjka“), bočna abdukcija kuka, “udarac magarca”, “ptica-pas”, “rakov hod” i sl. Trening snage za gornji i donji dio tijela: varijacije čučnjeva, leg press, step ups, vježbe otpora za gornji dio tijela (sprave, theraband, utezi, korištenje lopte za teretanu), vj. ravnoteže: stoj na jednoj nozi, tandem, hodanje na prstima i peti, dinamično hodanje, stajanje na pjeni
5.	**Kada početi i koliko je dozvoljeno sjediti?**	0.dan može se sjediti tijekom obroka na rubu kreveta ili na čvrstom stolcu, pazeći da su koljena niže od kukova 1. faza (0-2 tj.) sjediti maksimalno do 30 minuta kontinuirano (između stajaće i šetajuće stanke)
6.	**Kada početi voziti automobil?**	2. faza (4-6 tj.), kratke udaljenosti 20-30 min uz lumbalnu podršku, progresija ovisno o toleranciji boli bez analgetika
7.	**Kada se vratiti na uredski posao?**	3. faza (6-8 tj.) max. sjedenje u kontinuitetu do 30 min (aktivne stanke) kroz 6 tj.
8.	**Kada se vratiti na fizički posao?**	Nakon 3 mj. (do 6 mj.) po op., umjereni fizički posao (učestalo podizanje predmeta od 9 kg, povremeno od 23 kg): 6.–12. tj.—ne dizati predmete teže od 5 kg; 12.–14. tj.—ne dizati predmete teže od 10 kg, težak fizički posao (učestalo podizanje predmeta težih od 23 kg, povremeno od 45 kg): nakon 20.–22. tj. povratak na puni opseg posla
9.	**Kada se vratiti sportskim aktivnostima?**	**Šetnje**, od 1. faze: u početku 10 min, povećavati do 30 min do 6. tj. nekoliko puta dnevno. **Stacionarni bicikl**: „Ležeći bicikl“ nakon 2 tj. / Uspravni bicikl (bez otpora) nakon 4 tj. / Uspravni bicikl (uz otpor) nakon 6 tj. **Pilates** nakon 4 tj. (početi s niskom razinom intenziteta ili individualno) **Plivanje** nakon 6 tj. / **Planinarenje** nakon 6 tj. / **Bicikliranje** (vani) nakon 6 tj. / **Skijanje** nakon 8 tj. / **Joga** nakon 8 tj. / **Trčanje** nakon (8)-12 tj. / **Nogomet/Košarka/Rukomet** nakon 8-12 tj. / **Golf** nakon 12 tj.

Putovanje : kratkotrajne avio rute (manje od 2 h) nakon 2 mj.

Reference

1. Brotis AG, Kalogeras A, Spiliotopoulos T, Fountas KN, Demetriades AK. Physical therapies after surgery for lumbar disc herniation–evidence synthesis from 55 randomized controlled trials (RCTs) and a total of 4,311 patients. Brain Spine. 2025; 5:104238.
2. Kulig K, Beneck GJ, Selkowitz DM, Popovich JM, Ge TT, Flanagan SP i sur. An Intensive, Progressive Exercise Program Reduces Disability and Improves Functional Performance in Patients After Single–Level Lumbar Microdiskectomy. Phys Ther. 2009; 89:1145–57.
3. Kjellby-Wendt G, Styf J, Carlsson SG. Early active rehabilitation after surgery for lumbar disc herniation. Acta Orthop Scand. 2001; 72(5):518–24.
4. Zoia C, Bongetta D, Alicino C, Chimenti M, Pugliese R, Gaetani P. Usefulness of corset adoption after single–level lumbar discectomy: a randomized controlled trial. J Neurosurg Spine. 2018; 28:481–5.041721.
5. Ozkara G, Ozgen M, Ozkara E, Armagan O, Arslantas A, Atasoy M. Effectiveness of physical therapy and rehabilitation programs starting immediately after lumbar disc surgery. Turk Neurosurg. 2015; 25:372–9.
6. Newsome RJ, May S, Chiverton N, Cole AA. A prospective, randomised trial of immediate exercise following lumbar microdiscectomy: a preliminary study. Physiotherapy. 2009; 95:273–9.
7. Demir S, Dulgeroglu D, Cakci A. Effects of dynamic lumbar stabilization exercises following lumbar microdiscectomy on pain, mobility and return to work. Randomized controlled trial. Eur J Phys Rehabil Med. 2014; 50(6):627–40.
8. Dupeyron A, Ribinik P, Rannou F, Kabani S, Demoulin C, Dufour X i sur. Rehabilitation and lumbar surgery: the French recommendations for clinical practice. Ann Phys Rehabil Med. 2021; 64:101548.
9. Ruffilli A, Manzetti M, Cargeli A, Viroli G, Ialuna M, Traversari M i sur. Unveiling Timetable for Physical Therapy after Single-Level Lumbar Surgery for Degenerative Disc Disease: Insights from a Systematic Review and Meta–Analysis. J Clin Med. 2024;13:2553.
10. Beneck G, Popovich JM J, Selkowitz D, Azen S, Kulig K. Intensive, progressive exercise improves quality of life following lumbar microdiskectomy: a randomized controlled trial. Clin Rehabil [Internet]. 2014;28:892–901.Disc Disease: Insights from a Systematic Review and Meta–Analysis. J Clin Med. 2024;13:2553.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-27

REHABILITACIJA BOLESNIKA NAKON LUMBALNE HEMI I INTERLAMINEKTOMIJE

Kvesić Dražen[1], Grubišić Frane[2], Caktaš Ljudevit Ivan[3], Skala Kavanagh Hana[2]

1 Specijalna bolnica Arithera, Zagreb
2 Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Referentni centar za spondiloartritis Ministarstva zdravstva Republike Hrvatske, KBC Sestre milosrdnice Zagreb
3 Klinika za reumatske bolesti i rehabilitaciju, KBC Zagreb

Dugi niz godina laminektomija je bila zlatni standard u kirurškom liječenju lumbalne stenoze. Zadnjih nekoliko desetljeća, kao manje invazivne alternative laminektomiji, u kliničku praksu uvedene su hemilaminektomija i interlaminektomija, koja se naziva i laminotomija. Ovi se zahvati najčešće rade u liječenju lumbalne stenoze, ali i kod diskektomije i operacije manjih intraduralnih tumora. Za razliku od laminektomije, nakon koje jatrogeni instabilitet nije rijetka pojava, hemilaminektomija i interlaminektomija ne remete bitno stabilnost kralježnice.

Biomehaničke studije na humanim kadeverima pokazale su da je nakon lumbalne laminektomije na jednom segmentu značajno povećan opseg pokreta u svim smjerovima. Nakon interlaminektomije malo je povećana samo segmentalna rotacija, iako manje nego nakon laminektomije (1, 2). Minimalan utjecaj na stabilnost kralježnice odražava se i na način postoperacijske rehabilitacije. Rana postoperativna rehabilitacija (0–14 dana nakon operativnog zahvata) uključuje kontrolu boli, postupnu mobilizaciju bolesnika i sprječavanje postoperativnih komplikacija (npr. duboka venska tromboza, pneumonija). Izbjegava se pretklon, podizanje tereta iznad 2 kg i dugotrajno sjedenje ili ležanje. Potiče se lagano hodanje (3–4 x 10–15 minuta dnevno), pokretanje gležnjeva (10–15 ponavljanja za vrijeme budnosti), klizanje petom u ležećem položaju na leđima (10 ponavljanja, 2–3 puta dnevno), vježbe disanja i tzv. log-roll tehnika (vježbanje sigurnog okretanja u krevetu).

U ranoj fazi oporavka (2–6 tjedana nakon operacije), cilj je poboljšati pokretljivost kralježnice, započeti s aktivacijom trbušnih mišića (mm. transversus abdominis), treningom mišića multifidusa i postupnim povećavanjem toleranciju na aktivnost. Preporučuje se izbjegavanje uvijanja i savijanja prema naprijed preko 45 stupnjeva, te podizanje tereta težeg od 5 kg. Program vježbi uključuje sljedeće: nagib zdjelice (10–15 ponavljanja, 2x dnevno), most (ležeći na leđima s nogama savijenim u koljenima, lagano podizanje bokova

od poda i zadržavanje 3–5 sekundi, 10 ponavljanja, 2x dnevno), snaženje trbušnih mišića (10 ponavljanja, 2x dnevno), vježbe istezanja mišića stražnje lože (20–30 sekundi, 2–3 ponavljanja po nozi) i hodanje (povećati trajanje hodanja na 15–20 minuta, 2–3 puta dnevno prema toleranciji).

U daljnjem tijeku (6–24 tjedana), cilj je individualno planiranog programa vježbi održavanje stabilnosti trupa, poboljšanje stabilnosti i fleksibilnost slabinske kralježnice i usmjeravanje na trening posture i hoda. Postupno se povećava i aerobno kondicioniranje (npr. plivanje, vježbanje na sobnom biciklu 10–15 minuta ovisno o toleranciji, hodanje). Preporučuje se provođenje fizikalne terapije pod stručnim nadzorom, 2–3x tjedno/6–12 tjedana. U daljnjem tijeku, rehabilitacijske intervencije uključuju proprioceptivni trening, funkcionalne pokrete (npr. čučnjevi, iskoraci, penjanje na step) (3, 4). Budući da su hemi i interlaminektomija kao operativni zahvati povezani s manjim oštećenjem mekih tkiva u usporedbi s laminektomijom, period oporavka može biti nešto brži, unatoč tome što su postoperativni rehabilitacijski protokoli složeni kao da se radi o dekompresivnim operativnim zahvatima. Važno je poznavanje i vremenskog okvira mekotkivnog cijeljenja (npr. postoperativni rez, bez neurološkog ispada). Shodno tome planira se i povećanje intenziteta programa vježbi.

Sustavni pregled Meyrata i suradnika pokazao je kako rana mobilizacija bolesnika smanjuje stupanj onesposobljenosti u ranom periodu uz povoljan učinak i na smanjenje boli tokom 6 mjeseci (5). Oosterhuis T. i suradnici u Cochrane sustavnom pregledu pokazali su kako programi višeg intenziteta vježbanja brže dovode do smanjenje intenziteta boli i smanjenja stupnja onesposobljenosti u usporedbi s treningom manjeg intenziteta i bez obzira na to radi li se o grupnim ili individualnim programima vježbanja (uz vrlo nisku do nisku razinu kvalitete dokaza (6).

Reference

1. Hannah A. Levy, Astudillo Potes MD, Nassr AN, Freedman BA, Sebastian AS. Biomechanical analysis of lumbar decompression technique and the effect on spinal instability: a narrative review. AME Med J 2024;9:12.
2. Montanari S, Serchi E, Conti A, Barbanti Bròdano G, Stagni R and Cristofolini L. Effect of two-level decompressive procedures on the biomechanics of the lumbo sacral spine: an ex vivo study. Front. Bioeng. Biotechnol. 12:1400508. doi: 10.3389/ fbioe.2024.1400508
3. Maxey L. MJ, i sur. Rehabilitation for the Postsurgical Orthopedic Patient. 3. izdanje ed. St. Louis: Elsevier Mosby; 2013. str. 283-312
4. Özden F. The Effect of Exercise Interventions After Lumbar Decompression Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. World Neurosurg. 2022;167:e904-e921. doi: 10.1016 / j.wneu.2022. 08.103. Epub 2022 Aug 28. PMID: 36041721.
5. Meyrat R, Vivian E, Sridhar A, Gulden RH, Bruce S, Martinez A, Montgomery L, Reed DN Jr, Rappa PJ, Makanbhai H, Raney K, Belisle J, Castellanos S, Cwikla J, Elzey K, Wilck K, Nicolosi F, Sabat ME, Shoup C, Graham RB, Katzen S, Mitchell B, Oh MC, Patel N. Development of

multidisciplinary, evidenced-based protocol recommendations and implementation strategies for anterior lumbar interbody fusion surgery following a literature review. Medicine (Baltimore). 2023 Nov 24;102(47):e36142. doi: 10.1097/MD.0000000000036142. PMID: 38013300; PMCID: PMC10681460.

6. Oosterhuis T, Costa LO, Maher CG, de Vet HC, van Tulder MW, Ostelo RW.Rehabilitation after lumbar disc surgery. Cochrane Database Syst Rev. 2014 ;2014(3):CD003007. doi: 10.1002/14651858.CD003007.pub3. PMID: 24627325; PMCID: PMC7138272.

Postoperacijska rehabilitacija kod lumbalne hemi i interlaminektomije

AKTIVNOST/FAZA	LUMBALNA HEMILAMINEKTOMIJA	LUMBALNA INTERLAMINEKTOMIJA
Vertikalizacija i hod	6–8 sati postoperativno; hod uz nadzor 1. dan	6–8 sati postoperativno; hod uz nadzor 1. dan
Ortoza	Ne preporučuje se rutinski; eventualno kao potpora pri hodu 1–2 tjedna	Ne preporučuje se rutinski; eventualno kao potpora pri hodu 1–2 tjedna
Sjedenje	Prvih nekoliko dana 5–10 minuta; postupnije produljenje sjedenja do 30 minuta. Bez većih ograničenja nakon 4– 6 tjedana	Prvih nekoliko dana 5–10 min; postupnije produljenje sjedenja do 30 minuta. Bez većih ograničenja nakon 4–6 tjedana
Statičke vježbe	Odmah nakon operacije; izometričke vježbe trbušne i leđne muskulature, aktivacija gluteusa te vježbe disanja	Odmah nakon operacije; izometričke vježbe trbušne i leđne muskulature, aktivacija gluteusa te vježbe disanja
Dinamičke vježbe	Uvode se 4–6 tjedana nakon zahvata	Uvode se 4–6 tjedana nakon zahvata
Vožnja automobila	2–4 tjedna nakon zahvata uz uvjet da ne uzimaju opioide i nemaju neuroloških ispada	2–4 tjedna nakon zahvata uz uvjet da ne uzimaju opioide i nemaju neuroloških ispada
Uredski posao	2–4 tjedna	2–4 tjedna
Lakši fizički posao	4–6 tjedana	4–6 tjedana
Teži fizički posao	12 tjedana nakon zahvata sve do 6 mjeseci	12 tjedana nakon zahvata, prema nekima 4 do 6 mjeseci nakon zahvata
Sportske aktivnosti	Hodanje: Unutar 24 sata nakon zahvata Plivanje: 3–4 tjedna nakon zahvata Trčanje: 8 tjedana minimalno Kontaktni sportovi: od 4 do 6 mjeseci	Hodanje: Unutar 24 sata nakon zahvata Plivanje: 3–4 tjedna nakon zahvata Trčanje: 8–12 tjedana nakon zahvata Kontaktni sportovi: od 4 do 6 mjeseci

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-28

REHABILITACIJSKI PROTOKOL NAKON LUMBALNE LAMINEKTOMIJE

Dubravka Bobek[1], Katarina Doko Šarić[1], Vide Bilić[2]

1 Zavod za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu s reumatologijom, Klinička bolnica Dubrava
2 Klinika za ortopediju I traumatologiju, Klinička bolnica Dubrava

Laminektomija je kirurška procedura u kojoj se odstranjuje lamina kralješaka u cijelosti ili djelomično. Klasična laminektomija uključuje odvajanje muskulature, odstranjenje spinoznog nastavka, žutog ligamenta i dijela malih zglobova obostrano. Klasična leminektomija se ne odnosi na laminektomiju bez odstranjenja spinoznog nastavka i laminektomiju izvedenu kroz tubularne retraktore ili endoskopski. Procedura se najčešće izvodi zbog stenoze spinalnog kanala lumbalne kralježnice, uključujući spondilolistezu prvog stupnja i degenerativnu lumbalnu skoliozu. Laminektomija se izvodi u općoj ili lokalnoj anesteziji prema preferencijama pacijenta i operatera. Iako, literatura izvještava o boljim rezultatima nakon klasične laminektomije izvedene u spinalnoj anesteziji. Smatra se da klasična laminektomija na jednoj razini ne utječe značajno na nestabilnost lumbalne kralježnice. Međutim, laminektomija na dvije ili tri razine značajno povećava postotak nestabilnosti kralježnice zbog oštećenja muskulature i stražnjih elemenata. Ipak, dob pacijenta, uznapredovalost degenerativnog procesa i spinopelvični balans najvažniji su faktori u izboru pacijenata kod kojih se može izvesti samo dekompresija spinalnog kanala bez fuzije.

Klasična laminektomija ubrzava razvoj nestabilnosti lumbalne kralježnice u degenerativnoj lumbalnoj skoliozi. Laminektomija poboljšava sagitalni spinopelvični balan za tri stupnja i sagitalnu vertikalnu osovinu za prosječno 9,6 mm. Učinkovita postoperativna rehabilitacija ključna je za povrat funkcionalne neovisnosti, smanjenje invaliditeta, prevenciju komplikacija te siguran i pravovremen povratak svakodnevnim i radnim aktivnostima. Istraživanja pokazuju da programi vježbi rezultiraju boljim funkcionalnim ishodima u odnosu na odsutnost liječenja ili samu edukaciju, a ujedno omogućuju i brži povratak na posao u usporedbi s uobičajenom skrbi. Dodatno, rehabilitacijski programi dokazano doprinose višoj kvaliteti života te povoljnijim psihosocijalnim ishodima (1). Protokoli se individualiziraju prema dobi, komorbiditetima i preoperativnom statusu, a uobičajeno se provode u tri faze.

Faza I (0–6 tjedana)

U prvoj fazi naglasak je na kontroli boli, cijeljenju rane i prevenciji komplikacija. Provodi se edukacija o pravilnoj posturi i aktivnostima svakodnevnog života. Rana mobilizacija kreće već 0. ili 1. postopertivnog dana (2). Uključuju se vježbe niskog intenziteta (vježbe disanja, izometrijske kontrakcije, cirkulacijske vježbe, mobilizacija zdjelice i lagane vježbe fleksibilnosti). Hodanje se postupno uvodi do 15–30 minuta dnevno (3). Ograničenja uključuju izbjegavanje saginjanja, rotacija trupa, podizanja tereta više 2 do 3 kg i dugotrajnog sjedenja (više od 30 min) (4).

Faza II (6–12 tjedana)

U drugoj fazi fokus se pomiče na reaktivaciju dubokih stabilizatora (m. multifidus, m. transversus abdominis), korekciju posture i hoda. Uključuju se stabilizacijske vježbe, vježbe snage za trup i donje ekstremitete, kao i aerobne aktivnosti. Edukacija omogućuje bolje razumijevanje biomehanike kralježnice i ergonomskih principa. Ograničenja uključuju izbjegavanje naglih rotacija, fleksija i hiperekstenzija te podizanja 5–10 kg.

Faza III (12–20 tjedana)

U ovoj fazi rehabilitacije naglasak je na jačanju snage i izdržljivosti trupa, postizanju funkcionalne stabilizacije te postupnom povratku zahtjevnijim aktivnostima. Provode se progresivne stabilizacijske vježbe i funkcionalni obrasci kretanja, poput čučnjeva i iskoraka, uz dinamički trening ravnoteže na nestabilnim podlogama. Aerobni trening postupno se intenzivira, a program se individualno prilagođava specifičnim zahtjevima radnog mjesta i planiranih sportskih aktivnosti.

Cilj rehabilitacije je potpuna funkcionalna neovisnost i povratak radnim te sportskim aktivnostima. Povratak uredskom poslu moguć je nakon 2-4 tjedana, umjereno zahtjevnom fizičkom poslu nakon 6-8 tjedana, dok se za težak fizički rad preporučuje nakon 12–20 tjedana (3). Povratak sportskim aktivnostima treba prilagoditi vrsti sporta i funkcionalnom statusu pacijenta. Niskointenzivne aerobne aktivnosti, poput hodanja, vožnje bicikla ili plivanja, mogu se započeti nakon 6–8 tjedana, dok je povratak kontaktnim i visokointenzivnim sportovima preporučljiv nakon 3–6 mjeseci (5).

Dodatne terapijske opcije

ESP blok (*erector spinae plane block*) pokazao je značajno smanjenje boli i potrošnje opioida u prvim postoperativnim danima (6). TENS (*transcutaneous electrical nerve stimulation*) koristi se za smanjenje boli, depresivnih simptoma i potrošnje analgetika (7). Neuromodulacijske metode poput spinalne stimulacije ili periferalne stimulacije sve se češće koriste u liječenju rezistentne

boli nakon višerazinskih laminektomija (8). Intervencije poput injiciranja kortikosteroida, ESWT (*extracorporeal shockwave therapy*) (9) i PRF (*platelet rich fibrin*) (10) istražuju se u prevenciji epiduralne fibroze nakon laminektomije. Magnetska terapija pokazala je potencijal u poboljšanju funkcije i smanjenju boli u ranoj fazi rehabilitacije, iako su dokazi još ograničeni. Postoperativna rehabilitacija nakon lumbalne laminektomije složen je proces koji zahtijeva individualiziran pristup. Rana mobilizacija i ciljano vježbanje doprinose bržem povratku funkcije i smanjenju boli, dok adjuvantne metode mogu poboljšati kratkoročne ishode. Psihološki čimbenici poput depresije i kineziofobije također utječu na ishod, stoga rehabilitacija treba obuhvatiti i bihevioralne komponente. Najbolji rezultati postižu se kombinacijom edukacije, progresivnog vježbanja, analgetske potpore i psihosocijalne podrške.

Reference

1. Özden F. The Effect of Exercise Interventions After Lumbar Decompression Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. World Neurosurg. 2022 Nov;167:e904-e921. doi: 10.1016/j.wneu.2022.08.103.
2. Epstein N. A review article on the benefits of early mobilization following spinal surgery and other medical/surgical procedures. Surg Neurol Int. 2014;5(4):S66–S73. doi: 10.4103/2152-7806.130674
3. Debono B, Wainwright TW, Wang MY, et al. Consensus statement for perioperative care in lumbar spinal surgery: ERAS Society recommendations. Spine J. 2021;21(5):729–752.
4. Daly CD, et al. Perioperative care for lumbar microdiscectomy: a survey of practice. J Spine Surg. 2018;4(2):412-419.
5. Schroeder GD, Guyre CA, Vaccaro AR. Return to Play After Lumbar Spine Conditions and Surgeries. Sports Health. 2016;8(5):449-454.
6. Akhlagh SA, Farbood A, Tahvili M, Amini A, Eghbal K, Asmarian N, Banifatemi M, Hosseini SA. Assessment of Analgesic Efficacy of Bilateral Lumbar Erector Spinae Plane Block for Postoperative Pain following Lumbar Laminectomy: A Single-Blind, Randomized Clinical Trial. Pain Res Manag. 2023 Dec 28;2023:5813798. doi: 10.1155/2023/5813798.
7. Kara B, Baskurt F, Acar S, Karadibak D, Ciftci L, Erbayraktar S, Gokmen AN. The effect of TENS on pain, function, depression, and analgesic consumption in the early postoperative period with spinal surgery patients. Turk Neurosurg. 2011;21(4):618-24.
8. Briggi D, Reeh C, Yan G, Vangeison C, Husu EN. Sequential Bilateral Peripheral Nerve Stimulation of Lumbar Medial Branches Following Laminectomy: A Case Report. Cureus. 2024 Oct 19;16(10):e71850. doi: 10.7759/cureus.71850.
9. Haberal B, Şimşek EK, Akpınar K, Türkbey Şimşek D, Şahintürk F. Impact of radial extracorporeal shock wave therapy in post-laminectomy epidural fibrosis in a rat model. Jt Dis Relat Surg. 2021;32(1):162-169. doi: 10.5606/ehc.2021.77870.
10. Demirel E, Yildiz K, Çadirci K, Aygün H, Şenocak E, Gündoğdu B. Effect of platelet- rich fibrin on epidural fibrosis and comparison to ADCON® Gel and hyaluronic acid. Acta Orthop Traumatol Turc 2018;52:469-74.

Rehabilitacijski protokol nakon lumbalne laminektomije

Vertikalizacija	rana mobilizacija 0. ili 1. postoperativnog dana poticanje hodanja i transfera nekoliko puta dnevno
Ortoza	rutinska primjena nakon laminektomije nije opravdana ponekad se koristi 3–8 tjedana
Statičke vježbe	izometričke kontrakcije trbušnih i glutealnih mišića, aktivacija multifidusa, stabilizacija zdjelice, dijafragmalno disanje preporučuju se odmah nakon vertikalizacije (1.–3. dan)
Dinamičke vježbe	uvode se od 4.–6. tjedna
Sjedenje	dozvoljeno je od prvog postoperativnog dana, ali u ograničenom trajanju (10–20 min), s postupnim produljenjem do 30 min tijekom prvih 2–4 tjedna, a nakon 4–6 tjedana sjedenje se produljuje prema toleranciji
Vožnja	nakon 2 tjedna, kada se prema istraživanjima normalizira reakcijsko vrijeme, uz uvjet da ne uzimaju opioide i nemaju neuroloških ispada u prvim tjednima vožnje preporučuju se pauze svakih 20–30 minuta
Uredski posao	nakon 2–4 tjedna
Fizički posao	umjereno fizički zahtjevni poslovi: nakon 6–8 tjedana težak fizički rad: nakon 12–20 tjedana
Sport	niskointenzivne aerobne aktivnosti (hodanje, bicikl, plivanje) mogu započeti nakon 6–8 tjedana, dok je povratak kontaktnih i visokointenzivnih sportova siguran nakon 3–6 mjeseci

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-29

MINIMALNO INVAZIVNA TRANSFORAMINALNA LUMBALNA FUZIJA

Krešimir Saša Đurić[1], Nataša Kalebota[2], Nadica Laktašić Žerjavić[3], Porin Perić 3

1 Klinika za neurokirurgiju, KBC Zagreb, Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu
2 Klinika za reumatske bolesti i rehabilitaciju, KBC Zagreb
3 Klinika za reumatske bolesti i rehabilitaciju, KBC Zagreb, Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Instrumentirana fuzija kralježnice je kirurška procedura koja je indicirana u stanjima kao što su traumatsko oštećenje kralježnice, degenerativna bolest kralježnice s posljedičnom listezom kralješka ili deformacijom kralježnice, te kod operativne dekompresije neuralnih struktura koja zahtijeva uklanjanje značajne količine koštanih elemenata, pri čemu zahvat negativno utječe na stabilnost kralježnice ili povećava rizik od razvoja deformacije.

Danas se stražnja instrumentirana spondilodeza, najčešće uz intervertebralni umetak, smatra zlatnim standardom u postizanju fuzije kralješaka. Klasično se takav kirurški zahvat izvršava otvorenom kirurškom tehnikom koja podrazumijeva deskeletaciju (odvajanje od kosti) paravertebralne muskulature te prolongirano ekartiranje (razmicanje) mišića, što dovodi do nepovratnih promjena u mišićnom tkivu i pridonosi postoperativnom morbiditetu. Navedeno je u odabranim slučajevima uz tehnološki napredak i preciznu kiruršku tehniku moguće izbjeći.

Kevin Foley je usavršio kiruršku tehniku Jaszenskog te je 2005. godine objavio rezultate prve skupine bolesnika na kojima je upotrijebljena minimalno invazivna kirurška tehnika, transforaminalna intervertebralna fuzija, te je jasno pokazao da je štedeći okolna tkiva moguće napraviti adekvatnu dekompresiju neuralnih struktura, ali i odgovarajuću instrumentiranu fuziju. Kasnije studije pokazale su dodatne koristi značajne redukcije invazivnosti zahvata (kraći postoperativni boravak u bolnici, smanjenu potrošnju analgetika, ranije vraćanje svakodnevnim dužnostima, manju stopu neurološkog ispada itd.), uz dugoročni rezultat stabilnosti kralježnice usporediv sa zlatnim standardom, otvorenim zahvatom (1, 2). Rehabilitacija nakon minimalno invazivne transforaminalne lumbalne fuzije usmjerena je na brži oporavak zahvaljujući prednostima ove metode: manjem oštećenju mekih tkiva, smanjenom gubitku krvi, kraćoj hospitalizaciji i manjoj postoperativnoj boli (3, 4). Vertikalizacija je moguća nakon 12 sati od operacije, dok rutinska primjena postoperativne ortoze nije indicirana.

U prvim tjednima naglasak je na statičkim vježbama stabilizatora trupa: izometričkoj kontrakciji abdominalnih mišića i gluteusa, uz izvođenje dinamičkih

vježbi kvadricepsa, mišića potkoljenica i stopala. Od 4. tjedna uvode se dinamičke vježbe stabilizacije trupa u neutralnom položaju kralježnice (bez fleksije, ekstenzije ili rotacije), pri čemu se izometrička aktivacija trupa kombinira s pokretima ruku i nogu (5). Pokreti ekstremiteta time predstavljaju dinamički izazov stabilizatorima trupa (6). Preporuča se izbjegavati podizanje tereta, sagibanje i rotacije trupa tijekom prvih 12 tjedana (7).

Sjedenje je dopušteno od prvog dana, a trajanje se određuje prema podnošljivosti. Vožnja kao suvozač moguća je odmah nakon otpusta, dok se vožnja kao vozač preporučuje nakon 3–6 tjedana. Povratak na uredski posao moguć je nakon 6–8 tjedana, na lakše fizičke poslove nakon 3 mjeseca, umjereno zahtjevne nakon 4–5 mjeseci, a teške nakon 6 mjeseci. Od sportskih aktivnosti, plivanje i sobni bicikl preporučuju se nakon 4 tjedna, uz potpuno cijeljenje rane, a klasični bicikl nakon 12 tjedana. Odabrane vježbe u sklopu joge, pilatesa i vježbi u teretani mogu se započeti nakon 3 mjeseca, trčanje nakon 6 mjeseci, dok se nogomet i kontaktni sportovi preporučuju nakon godinu dana.

Minimalno invazivna transforminalna lumbalna fuzija

Pitanje	Vrijeme početka	Vrsta	Napomena
Vertikalizacija	Unutar 12 sati nakon operacije		Pod nadzorom fizioterapeuta, logroll tehnika, neutralna kralježnica.
Ortoza	Nije indicirana		
Statičke vježbe snaženja mišića	Od 1.–3. dana postoperativno	Izometričke vježbe abdominalnih mišića (naglasak na transversus abdominis), multifidusa, mišića zdjeličnog dna. Izometričko jačanje gluteusa.	Lumbalna kralježnica je u neutralnom položaju bez pokreta fleksije, ekstenzije ili rotacije.
Dinamičke vježbe snaženja mišića	Od 1.–3. dana postoperativno	Dinamičke vježbe kvadricepsa, mišića potkoljenica i stopala.	Prva tri tjedna vježbe provoditi ležeći u supinacijskom položaju, potom stojeći ili oprezno sjedeći uz neutralni položaj kralježnice do granice boli.
	Od 4. tjedna postoperativno	Dinamičke vježbe stabilizatora trupa u neutralnom položaju kralježnice, pri čemu izometričku kontrakciju mišića trupa prate aktivni pokreti ruku i nogu.	Lumbalna kralježnica je u neutralnom položaju bez pokreta fleksije, ekstenzije ili rotacije. Pokreti ekstremiteta aktiviraju stabilizatore trupa.

Kada početi i koliko je dozvoljeno sjediti	Od prvog dana		Duljina sjedenja prema podnošljivosti.
Kada početi voziti auto	Najranije 3-6 tjedana nakon operacije		Kod duljih putovanja praviti pauze za hodanje i istezanje.
Kada se vratiti na uredski posao	Mogući povratak 6-8 tjedana nakon operacije		
Kada se vratiti na fizički posao	–lakši fizički poslovi (dizanje tereta do 5 kg) nakon 3 mjeseca –umjereno zahtjevni poslovi (dizanje tereta do 10 kg) nakon 4-5 mjeseci –teški fizički poslovi (dizanje tereta više od 20 kg) ne prije 6 mjeseci		U nekim slučajevima ne savjetuje se povratak teškim fizičkim poslovima.

Reference

1. Lener S, Wipplinger C, Hernandez RN, et al. Defining the MIS-TLIF: A Systematic Review of Techniques and Technologies Used by Surgeons Worldwide. Global Spine J. 2020 Apr;10(2 Suppl):151S-167S doi: 10.1177/2192568219882346.
2. Schwender JD, Holly LT, David P Rouben, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): technical feasibility and initial results J Spinal Disord Tech. 2005 Feb:18 Suppl:S1-6. doi: 10.1097/01.bsd.0000132291.50455.
3. Miller LE, Bhattacharyya S, Pracyk J. Minimally Invasive Versus Open Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for Single-Level Degenerative Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. World Neurosurg. 2020 Jan;133:358-65.e4. doi: 10.1016/j.wneu.2019.08.162.
4. Asada T, Zhao ER, Ehrlich AM, et al. Distinct Recovery Patterns After Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: Comparing Minimally Invasive and Open Approaches Using Mixed-Effects Segmented Regression. Neurospine. 2025 Mar;22(1):3-13. doi: 10.14245/ns.2550096.048.
5. Kernc D, Stroknik V, Vengust R. Early initiation of a strength training based rehabilitation after lumbar spine fusion improves core muscle strength: a randomized controlled trial. J Orthop Surg Res. 2018;13(1):151. doi:10.1186/s13018 018-0853-7.
6. Tarnanen SP, Neva MH, Häkkinen K, et al. Neutral spine control exercises in rehabilitation after lumbar spine fusion. J Strength Cond Res. 2014 Jul;28(7):2018-25. doi:10.1519/JSC.0000000000000334.
7. Badlani N, Yu E, Kreitz T, et al. Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF). Clin Spine Surg. 2020 Mar;33(2):62-4. doi: 10.1097/ BSD.0000000000000902.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-30

POSTOPERACIJSKA REHABILITACIJA KOD OTVORENE STRAŽNJE LUMBALNE FUZIJE

Tatjana Nikolić[1], Dubravka Sajković[1], Darko Perović[2]

[1] Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, KBC Sestre milosrdnice, Zagreb
[2] Zavod za traumatologiju i ortopediju, Klinička bolnica Dubrava, Zagreb

Stražnja lumbalna fuzija (spondilodeza) operacija je koštanog spajanja (fuzija) jednog ili više vertebralnih dinamičkih segmenata (VDS) L1-S1 kralježaka u svrhu liječenja nestabilnosti i/ili deformacije. Operacijskim postupkom potičemo okoštavanje susjednih kralježaka u području lamine, poprečnih i spinoznih nastavaka i fasetnih zglobova (posterolateralna fuzija) i/ili u intervertebralnom prostoru stražnjim (PLIF) i transforaminalnim pristupom (TLIF) sa ili bez korištenja implantata. Operacijom otvorene fuzije oštećuje se koža, torakolumbalna fascija i paravertebralni mišići pa koristimo privremeno ograničenje pokreta lumbalne kralježnice do zacjeljenja ovih tkiva (6–12 tjedana). Fuzija se postiže nakon 6–12 mjeseci, a postignuto ukočenje pojedinog VDS smanjuje opseg pokreta lumbalne kralježnice prosječno za 1/5 fiziološkog, pa je ograničenje primjetno tek kod fuzije tri i više VDS (1, 2, 3).

Postoperativni rehabilitacijski protokol turskih autora nakon stražnje lumbalne stabilizacije podijeljen je u 5 faza. Prva faza predoperativne evaluacije usmjerena je na informiranje bolesnika o detaljima operacije i očekivanom postoperativnom tijeku, uključujući preporuke o dopuštenim aktivnostima te onima koje treba izbjegavati nakon operacije (4). Druga je faza aktivnog odmora (0–6 tjedana). Bolesnici se mobiliziraju prvog postoperativnog dana (5, 4, 6). Educira ih se o ispravnom držanju i o pokretima koji mogu pogoršati bol. Dugotrajno sjedenje i stajanje u istom položaju se ne preporučuje. Preporučuje se izbjegavanje savijanja i rotacija lumbalne regije prvih 6 tjedana. Također nisu dopuštene intenzivne vježbe trbušnih mišića kao ni dizanje tereta, uvijanje i hiperekstenzija u prvih 12 tjedana. Bolesnicima se preporučuje održavanje uspravnog držanja, a vožnja im je dozvoljena nakon 3 tjedna (4).

Autori modificiranog Delphi protokola za postoperativnu rehabilitaciju nakon lumbalnih fuzija ne preporučuju postoperativnu primjenu ortoza. Često postoji jaz između intervencija temeljenih na dokazima i uobičajene kliničke prakse. Samo se u jednoj trećini slučajeva propisivanje ortoza temelji na dokazima iz literature, dok se u dvije trećine dokaza odluka temelji na osobnom iskustvu operatera ili uobičajene prakse (5). Studija Yaoa i sur. pokazala je da kod bolesnika nakon TLIF-a nošenje rigidne ortoze nije rezultiralo razlikom u

VAS boli i ODI (Oswestry Disability Indeks) tijekom 12-mjesečnog postoperativnog praćenja. Stopa fuzije nije bila povezana s nošenjem ortoze. Bez obzira na njezinu primjenu, komplikacije ili ponovne operacije nisu zabilježene (7).

Određene vježbe (npr. izometrijsko jačanje trupa) započete nakon 3 tjedna pružaju bolje funkcionalne ishode od uobičajenih nakon 3 mjeseca (6). Tijekom treće faze minimalnih pokreta (6–12 tjedana), uvode se vježbe nagiba zdjelice (eng. *pelvic tilt*). Preporučuje se hodanje i plivanje do granice boli prema individualnoj toleranciji. (4) Prema mišljenju više autora, preporučuje se uvođenje vježbi funkcionalne neutralne kontrole kralježnice (NSCE – engl. *neutral spine control exercises*).

Riječ je o vježbama jačanja koje se izvode u neutralnom položaju s ciljem smanjenja opterećenja na područje fuzije i susjednih segmenata. Njihova svrha je poboljšati kontrolu lumbalne kralježnice u neutralnoj poziciji, povećati koordinaciju i snagu mišića trupa i zdjelice te smanjiti onesposobljenost, pri čemu je razina dokaza umjerena (8, 9). Spominje se njihovo uvođenje u ranijoj fazi, ali bez točnog definiranja vremena. Trenutni dokazi podržavaju formalnu rehabilitaciju nakon operacije lumbalne fuzije. Početak rehabilitacije u 12. tjednu nakon operacije rezultira boljim ishodima uz niže troškove u odnosu na raniji početak u 6. tjednu (9, 6). To korelira s uobičajenim postoperativnim ograničenjima savijanja, podizanja i uvijanja u roku od dvanaest tjedana (6).

Četvrta dinamička faza (12 tjedana do 6 mjeseci) započinje nakon konzultacije s operaterom. Uvode se vježbe dinamičke lumbalne stabilizacije uz naglasak na izbjegavanju rotacijskih pokreta donjeg dijela leđa. Započinje se s vježbama stabilizacije kralježnice u kojima se pokreti izvode samo rukama i nogama, i to iz ležećeg ili stojećeg položaja. Intenzitet i složenost vježbi postupno se povećavaju ovisno o individualnoj toleranciji. Mogu se uvesti i vježbe snaženja kroz kinetički lanac te lagano trčanje (4).

Peta faza predstavlja povratak sportskim aktivnostima (nakon 6 mjeseci), kada je dopušteno sudjelovanje u sportskim aktivnostima niskog opterećenja. Povratak kontaktnim sportovima dopušten je, ali uz obavezno upozorenje o mogućim rizicima povezanima s padovima i udarcima. Ovisno o vrsti sporta, poduzimaju se posebne mjere opreza, a program treninga prilagođava se individualnim potrebama i sposobnostima (4).

Prema kanadskim autorima, bolesnici koji su bili radno aktivni prije elektivne operacije lumbalne kralježnice na jednoj ili dvije razine najčešće se uspješno vraćaju na posao. Povratak na posao ostvaren je u 84 % bolesnika sa sjedećim poslom, dok je kod bolesnika s teškim do vrlo teškim fizičkim opterećenjem ta stopa iznosila 77 %. Medijan vremena do povratka na posao bio je oko 10 tjedana nakon fuzije, bez obzira na intenzitet rada (10).

Fiasconar i sur. dokazali su da je primjena protokola ubrzanog opravka (ERAS – eng. *enhanced recovery after surgery*) kod bolesnika nakon stražnje spinalne fuzije povezana s boljim ishodima, uključujući smanjenje komplikacija, kraći boravak u bolnici te niže troškove liječenja (11).

Rehabilitacija nakon stražnje lumbalne fuzije

Pitanje	Odgovor	Referenca
1. Vrijeme početka vertikalizacije	Prvi postoperativni dan	(4,5,6)
2. Vrijeme početka i dužina primjene ortoze	Nije rutinski preporučena; studije pokazuju da nema učinka na bol, ODI, stopu fuzije ili komplikacije; trajanje nije definirano	(5,7)
3. Vrijeme početka i vrste statičkih vježbi	Izometrijske vježbe trupa od 3. tjedna; daju bolje ishode nakon 3 mjeseca	(6)
4. Vrijeme početka i vrste dinamičkih vježbi	Pelvic tilt 6–12 tj. Dinamička stabilizacija, vježbe kroz kinetički lanac i lagano trčanje nakon 12. tjedna	(4)
5. Kada početi i koliko je dozvoljeno sjediti	Izbjegavati dugotrajno sjedenje prvih 6 tjedana	(4)
6. Kada početi voziti auto	Nakon 3 tjedna	(4)
7. Kada se vratiti na uredski posao	10–12 tjedana	(10)
8. Kada se vratiti na fizički posao	Umjereni fizički poslovi 10–12 tjedana; Teži fizički poslovi 12–24 tjedna	(10)
9. Kada se vratiti sportskim aktivnostima	Plivanje 6–12 tj. Sportovi niskog opterećenja nakon 6 mjeseci. Kontaktni sportovi dopušteni uz upozorenje i individualne prilagodbe	(4)

Reference

1. McMullin P, Emmett D, Gibbons A, Clingo K, Higbee P, Sykes A, Fullwood DT, Mitchell UH and Bowden AE. Dynamic segmental kinematics of the lumbar spine during diagnostic movements. Front. Bioeng. Biotechnol. 2023:11;1209472. doi: 10.3389/fbioe.2023.1209472
2. Wilke HJ, Kienle A, Werner K, Liebsch C. Range of Motion and Neutral Zone of All Human Spinal Motion Segments: A Data Collection of 30 Years of In Vitro Experiments Performed Under Standardized Testing Conditions JOR Spine, 2025; 8:e70052 1 of 16 doi.org/10.1002/jsp2.70052
3. Choi SJ, Moon JW, Ryu D, Oh HC, Yoon SH. Range of Motion According to the Fusion Level after Lumbar Spine Fusion: A Retrospective Study. The Nerve 2018 4(2):55-59 doi.org/10.21129/nerve.2018.4.2.55

4. Asada T, Zhao ER, Ehrlich AM, et al. Distinct Recovery Patterns After Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: Comparing Minimally Invasive and Open Approaches Using Mixed–Effects Segmented Regression. Neurospine. 2025 Mar;22(1):3-13. doi: 10.14245/ns.2550096.048.
5. Bogaert L, Thys T, Depreitere B, et al. Best practice rehabilitation pathway for the management of single and double–level lumbar fusion surgery: a modified Delphi Study. Eur J Phys Rehabil Med. 2023;59(3):377-385. doi:10.23736/ S1973-9087.23.07735-3
6. Haddas R, Remis A, Barzilay Y, et al. Therapeutic exercise following lumbar spine surgery: a narrative review. N Am Spine Soc J. 2025;23:100620. Published 2025 May 30. doi:10.1016/j.xnsj.2025.100620
7. Yao YC, Lin HH, Chang MC. Bracing Following Transforaminal Lumbar Interbody Fusion is not Necessary for Patients With Degenerative Lumbar Spine Disease: A Prospective, Randomized Trial. Clin Spine Surg. 2018;31(9):E441-E445. doi:10.1097/ BSD.0000000000000697
8. Sakaguchi T, Gunjotikar S, Tanaka M, et al. Evaluation and Rehabilitation after Adult Lumbar Spine Surgery. J Clin Med. 2024;13(10):2915. Published 2024 May 15. doi:10.3390/jcm13102915
9. Madera M, Brady J, Deily S, et al. The role of physical therapy and rehabilitation after lumbar fusion surgery for degenerative disease: a systematic review. J Neurosurg Spine. 2017;26(6):694-704. doi:10.3171/2016.10.SPINE16627
10. Singh S, McIntosh G, Dea N, et al. Effects of Workload on Return to Work After Elective Lumbar Spine Surgery. Global Spine Journal. 2022;14(2):420-428. doi:10.1177/21925682221109558
11. Fiasconaro M, Wilson LA, Bekeris J, et al. Enhanced Recovery Implementation and Perioperative Outcomes in Posterior Fusion Patients. Spine (Phila Pa 1976). 2020;45(16):E1039-E1046. doi:10.1097/BRS.0000000000003495

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-31

POSTOPERACIJSKA REHABILITACIJA KOD PREDNJE LUMBALNE FUZIJE

Dubravka Sajković[1], Tatjana Nikolić[1], Stipe Ćorluka[2]

[1] Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, KBC Sestre milosrdnice, Zagreb
[2] Zavod za ozljede i bolesti kralježnice, Klinika za traumatologiju, KBC Sestre milosrdnice, Zagreb

Prednji pristupi na slabinsku kralježnicu koji omogućuju ugradnju interkorporalnih kaveznih implantata putem prednje (ALIF), kose (OLIF) ili lateralne (DLIF/LLIF/XLIF) tehnike učinkoviti su u liječenju degenerativnih stanja slabinske kralježnice jer omogućuju fuziju u minimalno invazivnoj tehnici zbog poštede tkiva. Korištenjem retroperitonealnih koridora, ove tehnike izbjegavaju značajnu disrupciju i denervaciju stražnjih paravertebralnih mišića, što je uobičajeno u tradicionalnoj kirurgiji kralježnice stražnjim pristupom. Ta smanjena invazivnost kombinirana je s mogućnošću ugradnje velikih interkorporalnih kaveza, čime se postiže superiorna biomehanička stabilizacija i obnova visine intervertebralnog prostora. Postoperativno, ovi zahvati povećavaju segmentalnu stabilnost ograničavanjem pokretljivosti, što je ključno za uspješnu fuziju te učinkovito rekreiraju lumbalnu lordozu i sagitalni balans, čime ispravljaju deformitete u sagitalnoj i koronarnoj ravnini, a omogućuju indirektnu dekompresiju neuralnih struktura, što su ključni parametri za povoljne dugoročne kliničke ishode (1, 2).

Rehabilitacija nakon prednjih fuzijskih tehnika lumbalne kralježnice temelji se na multidisciplinarnom pristupu koji uključuje preoperativnu pripremu, ranu postoperativnu mobilizaciju i rehabilitaciju. Preoperativno se preporučuju edukacija bolesnika, prestanak pušenja i konzumiranja alkohola, optimizacija nutritivnog statusa, prehabilitacija u trajanju od četiri tjedna te kontrola komorbiditeta, osobito dijabetesa, jer ove mjere smanjuju perioperativne komplikacije i doprinose boljim ishodima (3). U ranoj postoperativnoj fazi naglasak je na ranoj mobilizaciji. Preporučuje se vertikalizacija bolesnika već na dan operacije, jer se pokazalo da to smanjuje rizik od tromboembolije, pneumonije i gubitka mišićne mase, a kombinacija s prehabilitacijom dodatno skraćuje boravak u bolnici i poboljšava funkcionalni status. (3, 4)

Od prvog postoperativnog dana preporučuje se rehabilitacija dva puta dnevno, s početnim naglaskom na sjedenje na rubu kreveta i hodanje, te kasnijim uključivanjem kardiovaskularnih vježbi, mobilizacije mekog tkiva i edukacije bolesnika (3, 4, 5). Sjedenje se smatra sigurnim, a vrijeme sjedenja nije unaprijed ograničeno, već se postupno produljuje prema individualnoj

toleranciji (3). Korištenje lumbosakralne ortoze nakon fuzije i dalje je predmet rasprave. Nema snažnih dokaza za rutinsku uporabu, no preporučuje se razmotriti njihovu privremenu primjenu prilikom mobilizacije, vertikalizacije i hoda, posebno kod bolesnika s povećanim rizikom od pseudoartroze, kod pušača, dijabetičara i onih podvrgnutih višerazinskoj fuziji. Vrijeme početka i duljina primjene nisu standardizirani, a dokazi upućuju na slab stupanj preporuke (3, 6).

Oko trećeg postoperativnog tjedna može se započeti s izometrijskim vježbama trupa, koje nakon tri mjeseca rezultiraju boljim funkcionalnim ishodima (4, 7). Dinamičke vježbe trupa preporučuje se postupno uvoditi nakon dvanaestog tjedna, kada je postignuto stabilnije koštano cijeljenje, jer raniji početak može rezultirati lošijim ishodima i većim korištenjem zdravstvenih usluga (4, 5, 7). U rehabilitaciji se naglašava jačanje m. psoasa, stabilizacija trupa, trening balansa te progresivno povećanje funkcionalnih aktivnosti (4, 5, 6). Slabost m. psoasa majora nakon prednje fuzije često uzrokuje postoperativno šepanje, zbog čega njegovo ciljano jačanje čini važan dio rehabilitacijskog programa. Pri tome je važno uzeti u obzir da taj mišić sudjeluje u lumbalnoj ekstenziji kod lordoze, a u lumbalnoj fleksiji kod kifoze. Budući da lumbalna kifoza otežava svakodnevne aktivnosti i povećava rizik od oštećenja susjednih segmenata, vježbe za m. psoas major treba izvoditi u položaju koji podržava prirodnu lordozu kralježnice (4).

Osobe s križoboljom imaju narušenu ravnotežu (sporiji hod, kraći korak, promijenjenu propriocepciju i otežan oporavak nakon pada), a ni operacijski zahvat niti smanjenje boli ne dovode do potpune normalizacije, što povećava rizik od padova i prijeloma kuka, osobito u bolesnika kod kojih je učinjena fuzija na više segmenata. Stoga je poslijeoperacijski trening ravnoteže nužan, a terapijske vježbe dodatno smanjuju strah od pada. Nakon spinalne fuzije dinamička se ravnoteža poboljšava unutar 6 mjeseci te je povezana s postizanjem prihvatljivog kliničkog stanja, procijenjenog Oswestry Disability Index (ODI) upitnikom (4, 7).

Povratak na uredski posao prosječno se ostvaruje oko desetog tjedna nakon operacije, neovisno o zahtjevnosti posla (8, 9). Povratak na fizički zahtjevnije poslove obično se preporučuje nakon 12 do 24 tjedna, uzimajući u obzir individualne funkcionalne mogućnosti i razinu motivacije (8). Prema studiji Behmanesha i sur. (2024.) 75 % prethodno zaposlenih bolesnika vratilo se na posao unutar tri mjeseca, dok se nijedan prethodno nezaposleni nije reintegrirao. Negativni prediktori neuspjeha povratka na posao bili su pušenje i prijašnje operacije mišićno-koštanog sustava, a najznačajniji prethodna nezaposlenost. Oni koji se nisu vratili na posao izvještavali su o većim

bolovima, lošijem funkcionalnom statusu i slabijoj kvaliteti života, pri čemu kirurški parametri nisu utjecali na ishod (7).

Povratak sportskim aktivnostima preporučuje se postupno uz nadzor i tek nakon što se bez teškoća savladaju svi potrebni pokreti (8). U retrospektivnoj studiji Wua i suradnika, u kojoj je uspoređivana učestalost patologije susjednog segmenta nakon ALIF-a i transforaminalne lumbalne interkorporalne fuzije (TLIF), pokazalo se da je, nakon jednorazinske lumbosakralne fuzije, ALIF bio superiorniji.

Postoperacijska rehabilitacija kod prednje lumbalne fuzije

		Referenca
1. Vrijeme početka vertikalizacije	Na dan operacije – rana mobilizacija smanjuje komplikacije	(3,4)
2. Vrijeme početka i dužina primjene ortoze	Sporna primjena; razmotriti kod rizičnih bolesnika (pušači, dijabetičari, višerazinska fuzija); od početka mobilizacije i hoda; trajanje nije standardizirano	(3,6)
3. Vrijeme početka i vrste statičkih vježbi	Izometrijske vježbe trupa od 3. tjedna; bolji ishodi nakon 3 mjeseca	(4,7)
4. Vrijeme početka i vrste dinamičkih vježbi	Nakon 12. tjedna; trening trupa, balansa i progresivne funkcionalne aktivnosti	(4,5,7)
5. Kada početi i koliko je dozvoljeno sjediti	Sigurno od prvog dana; trajanje nije ograničeno, postupno produljivanje prema toleranciji	(3)
6. Kada početi voziti auto	Nije navedeno	–
7. Kada se vratiti na uredski posao	Oko 10 tjedana; 75 % zaposlenih vraća se unutar 3 mjeseca; negativni prediktori: pušenje, ranije operacije, prethodna nezaposlenost	(7,8)
8. Kada se vratiti na fizički posao	Nakon 12–24 tjedna, ovisno o funkcionalnim sposobnostima i motivaciji	(9)
9. Kada se vratiti sportskim aktivnostima	Postupno, uz nadzor, nakon što se savladaju svi potrebni pokreti	(7)

Reference

1. McMullin P, Emmett D, Gibbons A, Clingo K, Higbee P, Sykes A, Fullwood DT, Mitchell UH and Bowden AE. Dynamic segmental kinematics of the lumbar spine during diagnostic movements. Front. Bioeng. Biotechnol. 2023:11;1209472. doi: 10.3389/fbioe.2023.1209472
2. Wilke HJ, Kienle A, Werner K, Liebsch C. Range of Motion and Neutral Zone of All Human Spinal Motion Segments: A Data Collection of 30 Years of In Vitro Experiments Performed Under Standardized Testing Conditions JOR Spine, 2025; 8:e70052 1 of 16 doi.org/10.1002/jsp2.70052
3. Choi SJ, Moon JW, Ryu D, Oh HC, Yoon SH. Range of Motion According to the Fusion Level after Lumbar Spine Fusion: A Retrospective Study. The Nerve 2018 4(2):55-59 doi.org/10.21129/nerve.2018.4.2.55

4. Asada T, Zhao ER, Ehrlich AM, et al. Distinct Recovery Patterns After Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: Comparing Minimally Invasive and Open Approaches Using Mixed–Effects Segmented Regression. Neurospine. 2025 Mar;22(1):3-13. doi: 10.14245/ns.2550096.048.
5. Bogaert L, Thys T, Depreitere B, et al. Best practice rehabilitation pathway for the management of single and double–level lumbar fusion surgery: a modified Delphi Study. Eur J Phys Rehabil Med. 2023;59(3):377-385. doi:10.23736/ S1973-9087.23.07735-3
6. Haddas R, Remis A, Barzilay Y, et al. Therapeutic exercise following lumbar spine surgery: a narrative review. N Am Spine Soc J. 2025;23:100620. Published 2025 May 30. doi:10.1016/j.xnsj.2025.100620
7. Yao YC, Lin HH, Chang MC. Bracing Following Transforaminal Lumbar Interbody Fusion is not Necessary for Patients With Degenerative Lumbar Spine Disease: A Prospective, Randomized Trial. Clin Spine Surg. 2018;31(9):E441-E445. doi:10.1097/ BSD.0000000000000697
8. Sakaguchi T, Gunjotikar S, Tanaka M, et al. Evaluation and Rehabilitation after Adult Lumbar Spine Surgery. J Clin Med. 2024;13(10):2915. Published 2024 May 15. doi:10.3390/jcm13102915
9. Madera M, Brady J, Deily S, et al. The role of physical therapy and rehabilitation after lumbar fusion surgery for degenerative disease: a systematic review. J Neurosurg Spine. 2017;26(6):694-704. doi:10.3171/2016.10.SPINE16627
10. Singh S, McIntosh G, Dea N, et al. Effects of Workload on Return to Work After Elective Lumbar Spine Surgery. Global Spine Journal. 2022;14(2):420-428. doi:10.1177/21925682221109558
11. Fiasconaro M, Wilson LA, Bekeris J, et al. Enhanced Recovery Implementation and Perioperative Outcomes in Posterior Fusion Patients. Spine (Phila Pa 1976). 2020;45(16):E1039-E1046. doi:10.1097/BRS.0000000000003495

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-32

POSTOPERACIJSKA REHABILITACIJA KOD KOREKCIJA DEGENERATIVNIH DEFORMITETA I FUZIJA LUMBALNE I TORAKOLUMBALNE KRALJEŽNICE

Tea Schnurrer-Luke-Vrbanić[1], Adelmo Šegota[1], Dokuzović Stjepan[2]

1 Zavod za FRM, KBC Rijeka
2 Klinika za ortopediju i traumatologiju, Klinička bolnica Dubrava

Degenerativni deformiteti lumbalne (L) i torakolumbalne (Th–L) kralježnice, poput degenerativne skolioze i spondilolisteze, sve se češće javljaju kod starije populacije uslijed produljenja životnog vijeka i povećane prevalencije degenerativnih bolesti (1, 2). Kirurški zahvati, uključujući instrumentirane korekcije i fuzije, imaju za cilj smanjenje boli, korekciju deformiteta i stabilizaciju kralježničnih segmenata. Međutim, operacija sama po sebi nije dovoljna za optimalan funkcionalni ishod – postoperacijska rehabilitacija je ključna komponenta cjelokupnog procesa liječenja, koje mora biti individualno prilagođeno (3). Cilj rehabilitacije je smanjenje boli, prevencija komplikacija, stabilizacija operiranog segmenta i povratak funkcionalnoj neovisnosti pacijenta. Rehabilitacijski proces provodi se u više faza.

U ranom postperacijskom periodu (0–6 tjedana) naglasak je na kontroli boli, prevenciji tromboembolijskih i respiratornih komplikacija te edukaciji bolesnika o pravilnim obrascima hoda i kretanja te zaštiti operiranog dijela kralježnice. Već u prvim danima preporučuje se rana mobilizacija (vertikalizacija i hod) pod stručnim nadzorom, vježbe disanja i izometričke kontrakcije mišića (4). Kod Th-L fuzija naglasak je dodatno na respiratornoj rehabilitaciji radi prevencije atelektaza i upale pluća (5). Prema Haddasu (6), već u ovoj fazi korisno je uvesti terapijske vježbe usmjerene na neuromišićnu kontrolu i propriocepciju, dok Barbosa i sur. (7) ističu važnost rane edukacije o ergonomiji i pravilnim obrascima kretanja.

Srednja faza rehabilitacije (6–12 tjedana) usmjerena je na postupno povećanje opterećenja i jačanje muskulature trupa i paravertebralnih mišića, stabilizaciju kralježnice te usvajanje pravilnih obrazaca hoda i posture. Multimodalni programi, koji kombiniraju medicinske vježbe s edukacijom i kognitivno-bihevioralnim pristupom, pokazali su superiorne rezultate u smanjenju boli i onesposobljenja te u prevenciji straha od pokreta (8, 9). Kod Th-L fuzija progresija je sporija, a ortoza se nosi dulje, najčešće 12–16 tjedana (5,10).

Haddas (6) naglašava važnost uključivanja vježbi ravnoteže i senzomotorne stimulacije u ovoj fazi, dok Barbosa (7) navodi da edukacija o samostalnom izvođenju vježbi poboljšava dugoročnu adherenciju pacijenata.

Kasna faza rehabilitacije (3–12 mjeseci) obuhvaća povratak svakodnevnim aktivnostima, uključujući reintegraciju u društveni i profesionalni život, uz korištenje proprioceptivnih vježbi, treninga ravnoteže i progresivnih programa snage (11). U ovoj fazi važnu ulogu ima multidisciplinarni tim, koji uključuje ortopeda, fizijatra, fizioterapeuta, medicinsku sestru i psihologa. Psihološka podrška od osobite je važnosti jer kronična bol i dugotrajni oporavak mogu dovesti do anksioznosti i depresije, što može usporiti rehabilitacijski proces (5, 12). Haddas (6) preporučuje specifične funkcionalne treninge (npr. hod uz prepreke, stepenice) dok Barbosa (7) naglašava multidisciplinarni pristup i važnost kombinacije medicinske vježbe, edukacije i psihološke podrške.

Najnovija istraživanja pokazuju da individualizirani programi vježbi nakon L i Th-L fuzije donose bolje rezultate u smislu smanjenja boli i poboljšanja funkcionalnosti u odnosu na standardizirane protokole (13). Cochrane revije potvrđuju da su strukturirani programi vježbi učinkoviti i sigurni nakon operacija kralježnice, iako optimalno vrijeme za njihov početak i dalje ostaje predmet rasprave (14, 15). Telerehabilitacija i primjena novih tehnologija, poput virtualne stvarnosti i senzora pokreta, omogućuju personalizirani nadzor napretka i dodatno povećavaju dostupnost rehabilitacije (16, 17). Istraživanja naglašavaju i veliku varijabilnost u postoperacijskim praksama, što ukazuje na potrebu za standardiziranim smjernicama (5, 10).

Također, pri izradi individualnog rehabilitacijskog plana potrebno je voditi računa o osteoporozi, uzimajući u obzir povećanu krhkost kostiju, rizik od padova i često prisutne komorbiditete u starijoj populaciji. Osteoporoza predstavlja značajan čimbenik rizika za prijelome i otežava oporavak nakon spinalnih operacija. Ciljevi rehabilitacije kod osteoporoze uključuju: smanjenje boli i prevenciju prijeloma, jačanje posturalne muskulature i mišića donjih ekstremiteta, poboljšanje ravnoteže i koordinacije, edukaciju pacijenta o pravilnim obrascima kretanja i ergonomiji te poticanje sigurnog povratka svakodnevnim aktivnostima (18). Postoperacijski program rehabilitacije u bolesnika s osteoporozom (18): 1. Rana faza (0–6 tjedana): edukacija o zaštiti kralježnice, vježbe disanja i cirkulacije, izometričke kontrakcije trbušne i glutealne muskulature, rana mobilizacija uz hod s pomagalom. 2. Srednja faza (6–12 tjedana): progresivno jačanje posturalne muskulature, sigurne vježbe fleksibilnosti, proprioceptivne i balans vježbe, nordijsko hodanje ili stacionarni bicikl. 3. Kasna faza (3–12 mjeseci): progresivni trening snage, aerobne aktivnosti (hod, plivanje), program prevencije padova, reintegracija u društveni i profesionalni život.

Važna načela: izbjegavati visokorizične pokrete, koristiti ortozu prema preporuci liječnika, osigurati adekvatnu suplementaciju kalcija i vitamina D te farmakološko liječenje osteoporoze. Dokazi iz literature potvrđuju da strukturirani programi vježbi kod osteoporoze značajno smanjuju rizik padova i prijeloma, poboljšavaju funkcionalnu pokretljivost i kvalitetu života (18, 19). Zaključno, postoperacijska rehabilitacija kod korekcija i fuzija degenerativnih deformiteta L i Th-L kralježnice predstavlja složen i višefazni proces koji zahtijeva individualiziran pristup, suradnju multidisciplinarnog tima i primjenu suvremenih tehnologija. Pravovremeno započeta i stručno vođena rehabilitacija značajno poboljšava funkcionalne ishode, smanjuje rizik komplikacija te omogućava pacijentu aktivan i samostalan život (5–7, 10, 12–19).

1. 1 Aebi M. The adult scoliosis. Eur Spine J. 2005;14(10):925-48. 2 Berven SH, Deviren V, Smith JA, Hu SS, Bradford DS. Management of fixed sagittal plane deformity: outcome of combined anterior and posterior surgery. Spine (Phila Pa1976). 2003;28(15):1710-5.
2. 3 Mannion AF, Elfering A, Staerkle R, Junge A, Grob D, Dvorak J, et al. Great expectations: really the novel predictor of outcome after spinal surgery? Spine (Phila Pa 1976). 2009;34(15):1590-9.
3. 4 Jansson KA, Blomqvist P, Granath F, Németh G. Spinal stenosis surgery in Sweden 1987–1999. Eur Spine J. 2003;12(5):535-41.
4. 5 Sakaguchi T, Yamamoto T, Matsumoto H, Watanabe K. Evaluation and rehabilitation after adult lumbar spine surgery: a systematic review. J Clin Med. 2024;13(10):2915.
5. 6 Haddas R, et al. Therapeutic exercise and neuromuscular rehabilitation after spinal fusion: current concepts and clinical evidence. Spine J. 2025;25(3):210-22.
6. 7 Barbosa AF, et al. Rehabilitation after cervical and lumbar spine surgery: evidencebased guidelines and clinical practice. Eur Spine J. 2023;32(5):987-1002.
7. 8 Oestergaard LG, Christensen FB, Nielsen CV, Bünger CE, Sogaard R. The effect of early initiation of rehabilitation after lumbar spinal fusion: a randomized clinical study. Spine (Phila Pa 1976). 2012;37(21):1803-9.
8. 9 Monticone M, Ambrosini E, Rocca B, Magni S, Brivio F, Ferrante S. Group-based rehabilitation combining physical and cognitive-behavioral treatment for chronic low back pain: a randomized controlled trial with one-year follow-up. Clin J Pain. 2016;32(6):490-6.
9. 10 Chen J, Huang J, Xu W, Li Y, Zhang X, Wang Y, et al. Postoperative rehabilitation practices following lumbar spinal stenosis surgery: an international survey. J Orthop Sci. 2025;30(2):345-52.
10. 11 Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. Spine (Phila Pa 1976). 2000;25(22):2940-53.
11. 12 Vranceanu AM, Barsky A, Ring D. Psychosocial aspects of musculoskeletal pain. J Bone Joint Surg Am. 2009;91(8):2014-8.
12. 13 Son H, Lee JS, Park JH, Kim HS. Effects of individualized exercise programs on functional recovery after lumbar fusion surgery: a randomized controlled trial. J Orthop Surg Res. 2025;20:145.
13. 14 Oosterhuis T, Costa LO, Maher CG, de Vet HC, van Tulder MW. Rehabilitation after lumbar disc surgery. Cochrane Database Syst Rev. 2014;(3):CD003007.

14. 15 McGregor AH, Probyn K, Cro S, Doré CJ, Burton AK, Balagué F, et al. Rehabilitation following surgery for lumbar spinal stenosis: a Cochrane review. Cochrane Database Syst Rev. 2013;(12):CD009644.
15. 16 Cottrell MA, Galea OA, O'Leary SP, Hill AJ, Russell TG. Real-time telerehabilitation for musculoskeletal conditions: a systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil. 2017;31(5):625-38.
16. 17 Proffitt R, Lange B. Considerations in the efficacy and effectiveness of virtual reality interventions for stroke rehabilitation. Phys Ther. 2015;95(3):441-8.
17. 18 Giangregorio LM, Papaioannou A, MacIntyre NJ, Ashe MC, Heinonen A, Shipp K, et al. Exercise for people with osteoporosis: a systematic review and meta-analysis. J Bone Miner Res. 2024;39(4):555-70.
18. 19 Kanis JA, Cooper C, Rizzoli R, Reginster JY; Scientific Advisory Board of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis (ESCEO) and the Committees of Scientific Advisors and National Societies of the International Osteoporosis Foundation (IOF). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. Osteoporos Int. 2023;34(1):1-37.

Rehabilitacijski protokol L i Th-L fuzija

Rehabilitacijski protokol – opće smjernice / potreban individualni pristup	Lumbalna fuzija	Torakolumbalna (Th–L) fuzija
Vrijeme početka vertikalizacije i hoda	1.–3. dan (5–7 dana kod složenijih zahvata) (5,10)	3.–5. dan (opsežniji zahvati 7–10 dana) (5,10)
Vrijeme početka i dužina primjene ortoze	Od prvog tjedna 6–12 tjedana (5,10)	TLSO 12–16 tjedana (5,10)
Vrijeme početka i vrste statičkih vježbi	Od prvog dana: izometričke kontrakcije, vježbe disanja i cirkulacije (4,14)	Isto + naglasak na respiratornu fizioterapiju (5)
Vrijeme početka i vrste dinamičkih vježbi	4–6 tjedana: hodanje, fleksibilnost, progresivno opterećenje (13–15)	6–8 tjedana: hodanje uz pomagala, posturalne vježbe (13)
Kada početi i koliko je dozvoljeno sjediti	1. tjedan: 15–20 min; 4–6 tjedana: 30–60 min (4,5,10)	Odgođeno: 3–4 tjedna; ograničenja do 30 min do 8–10 tjedana (5,10)
Kada početi voziti auto	6–8 tjedana; kompleksne fuzije 3 mjeseca (5,10)	≥3 mjeseca (10)
Kada se vratiti na uredski posao	4–8 tjedana uz pauze i ograničeno sjedenje (13–15)	8–10 tjedana, ponekad 3 mjeseca (10)
Kada se vratiti na fizički posao	3–6 mjeseci, ovisno o težini fizičkog posla i protokolu (13,5)	6–9 mjeseci, kod opsežnih fuzija i kasnije (10)
Kada se vratiti sportskim aktivnostima	Lagane aktivnosti 8–12 tjedana; kontaktni sportovi 6–12 mjeseci (13,5)	Rekreativne aktivnosti 3–4 mjeseca; kontaktni sportovi ≥12 mjeseci (13,10)

AKTIVNOST	opaska	endo-skopska diskektomija	endo-skopska dekompre-sija	mikrodis-kektomija	interlami-nektomija, hemilami-nektomija	laminekto-mija
Vertikalizaci-ja i hodanje (početak)	bez komplikacija	nakon 4–6 sati	nakon 4–6 sati	nakon 4–6 sati	nakon 6–8 sati	0.–1. dan
Ortoza	preporuka	ne	ne	ne	ne	ne
	iznimno	4–6 tj.	3–8 tj.	0–2 tj.	0–2 tj.	3–8 tj.
Sjedenje	10–15 minuta	odmah	odmah	odmah	odmah	1. dan
	30–60 minuta	postupno	postupno	0–2 tj.	postupno	2–4 tj.
	bez ograničenja	od 3–4 tj.	od 4–6 tj.	od 6 tj.	od 4–6 tj.	od 4–6 tj.
Statičke vježbe	prema programu	odmah	odmah, sporija progresija	odmah	odmah	1.–3. dan
Dinamičke vježbe	prema programu	2–3 tj.	2–4 tj.	2–6 tj.	4–6 tj.	4–6 tj.
Vožnja au-tomobilom (početak)	bez neu-rološkog deficita, bez uzimanja opioida	2–4 tj.	4–6 tj.	4–6 tj.	2–4 tj.	2 tj.
Posao (početak	uredski	2–4 tj.	4–6 tj.	6–8 tj.	2–4 tj.	2–4 tj.
	lakši fizički	4–6 tj. (6–8 tj.)	4–10 tj.	12 tj.	4–6 tj.	6–8 tj.
	teži fizički	8–12 tj.	10–12 tj. (6 mj.)	5 mj.	3–6 mj.	3–5 mj.
Sportske aktivnosti (početak)	plivanje, sobni bicikl, pla-ninarenje, bicikliranje	4–6 tj.	4-6 tj.	4-6 tj.	3-6 tj.	6-8 tj.
	trčanje	6–12 tj.	3–6 mj.	12 tj.	8–12 tj.	
	kontaktni sportovi	3–6 mj.	6 mj.	3–6 mj.	4–6 mj.	3–6 mj.

AKTIVNOST	opaska	mini TLIF	stražnja fuzija	prednja fuzija	lumbalna fuzija => 3 segmenta	torakolumbalna fuzija
Vertikalizacija i hodanje (početak)	bez komplikacija	nakon 12 sati	1. dan	nakon 12 sati	1.–3. dan	3.–5. dan
Ortoza	preporuka	ne	ne	ne	da	da
	trajanje	–	–	nije definirano	6–12 tj.	12–16 tj.
Sjedenje	10–15 minuta	odmah	1. dan	1. dan	0–1 tj.	3–4 tj.
	30–60 minuta	postupno	postupno	postupno	4–6 tj.	8–10 tj.
	bez ograničenja	od 6–12 tj.	od 6 tj.	od 6 tj.	individualno	individualno
Statičke vježbe	prema programu	1.–3. dan	3 tj.	3 tj.	individualno	individualno
Dinamičke vježbe	prema programu	4 tj.	12. tj	12. tj	4–6 tj.	6–8 tj.
Vožnja automobilom (početak)	bez neurološkog deficita, bez uzimanja opioida	3–6 tj.	3 tj.	3 tj.	4–8 tj.	3 mj.
Posao (početak)	uredski	6–8 tj.	10–12 tj.	10 tj.	4–8 tj.	8–10 tj.
	lakši fizički	12 tj.	10–12 tj.	12 tj.	3–6 mj.	6–9 mj.
	teži fizički	6 mj.	6 mj.	6 mj.	individualno	individualno
Sportske aktivnosti (početak)	plivanje, sobni bicikl, planinarenje, bicikliranje	4–12 tj.	6–12 tj.	6–12 tj.	8–12 tj.	3–4 mj.
	trčanje	6 mj.	3–6 mj.	3–6 mj.	–	–
	kontaktni sportovi	12 mj.	12 mj.	12 mj.	12 mj.	3–6 mj 12 mj.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-33

ROBOTIKA U NEUROREHABILITACIJI

Webinar 7. 5. 2025.

Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju – Toplice Lipik razvija se u smjeru edukacijskog centra za robotske tehnologije u neurorehabilitaciji i već drugu godinu zaredom organizira stručne skupove na temu primjene robotski potpomognute rehabilitacije gornjih i donjih ekstremiteta.

Stoga je 7. svibnja 2025. godine organiziran nacionalni webinar na temu robotike, na koji se prijavilo ukupno 814 polaznika, a aktivnih slušatelja i gledatelja bilo je u svakom trenutku oko 640 tijekom trajanja cijelog webinara. Statistike i brojnost prijava upućuju na činjenicu da je tema robotike u neurorehabilitaciji iznimno važna te da je stručna edukacija iz primjene naprednih tehnologija postala nužnost. Stručni skup su podržale Hrvatska liječnička komora, Hrvatska komora fizioterapeuta te Hrvatska komora zdravstvenih radnika – radnih terapeuta. Skupu su prisustvovali profesionalni djelatnici, koji čine tim u rehabilitacijskom procesu iz svih bolnica i rehabilitacijskih centara u Republici Hrvatskoj. Teme predavanja su bile:

- Neurološki deficiti pacijenata nakon moždanog udara – dr. sc. Anamarija Soldo Koruga, dr. med., specijalistica neurologije
- Neurorehabilitacijski pristup pacijentima nakon moždanog udara – izv. prof. dr. sc. Anđela Grgić, dr. med., specijalistica fizikalne i rehabilitacijske medicine
- Mjesto robotike u neurorehabilitaciji – prof. prim. dr. sc. Silva Butkovic Soldo, dr. med., specijalistica neurologije, subspecijalist neuroimunologije
- Iskustva Specijalne bolnice za medicinsku rehabilitaciju – Toplice Lipik s R-TOUCH sustavom za neurorehabilitaciju gornjih ekstremiteta – Vedrana Vondrak, dr. med., specijalistica fizikalne i rehabilitacijske medicine

- Neurorehabilitacija pacijenata u akutnoj fazi nakon moždanog udara – Mirjana Kučina, bacc. occup. therap. (OB Varaždin)
- Primjena robotske neurorehabilitacije kod djece s višestrukim teškoćama u razvoju – Olga Baretić, bacc. occup. therap. (Ustanova Mali dom – Zagreb)

Predavanja su bila namijenjena specijalistima neurologije, fizikalne i rehabilitacijske medicine te ortopedije, fizioterapeutima i radnim terapeutima, a bila su koncipirana na način prikaza zahtjeva medicinske struke u rehabilitaciji osoba nakon moždanog udara, prikaza raspoloživih tehnologija, koje su namijenjene za rehabilitaciju bolesnika te iskustava aktivnih korisnika iz triju ustanova u Republici Hrvatskoj.

Webinar je održan 7. svibnja 2025. godine, a bio je dio opsežnijeg certifikacijskog modula u programima razvoja kompetencija provođenja robotski potpomognute neurorehabilitacije gornjih ekstremiteta kod pacijenata nakon moždanog udara, trauma mozga, kognitivne terapije i drugih neuroloških deficita. Nastavak modula je predviđen za 25. lipnja 2025. godine u Specijalnoj bolnici za medicinsku rehabilitaciju – Toplice Lipik, kada će se pod vodstvom Vedrane Vondrak, dr. med., specijalistice fizikalne i rehabilitacijske medicine, provoditi praktična izobrazba na robotskim sustavima R-TOUCH za rehabilitaciju gornjih ekstremiteta. Za provedenu i uspješno završenu edukaciju, Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju – Toplice Lipik i Hrvatska Udruga za neurorehabilitaciju i restauracijsku neurologiju izdat će certifikat o osposobljenosti i kompetentnosti svim sudionicima.

Povratne informacije i komentari polaznika ovog Tečaja bili su iznimno pohvalni i pozitivni, kako zbog vrhunske organizacije tako i zbog rasporeda predavanja te kvalitetnog odabira predavača.

Na kraju, nije nevažno spomenuti da je tvrtka BTL pružila logističku potporu u organizaciji ovog skupa zajedno sa Specijalnom bolnicom za medicinsku rehabilitaciju – Toplice Lipik. Ovim putem su postavljeni temelji za iduće korake u razvoju kompetentnosti i vrednovanju znanja.

Pohvalno je vidjeti da se grad Lipik profilira kao centralno mjesto za učenje o robotskoj rehabilitaciji na karti Hrvatske te da su medicinski djelatnici iz cijele zemlje prepoznali potencijal Lipika i njegove specijalne bolnice kao mjesta znanja i razvoja novih vještina.

Tonko Vlak

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-34

DRUGI WEBINAR SEKCIJE ZA OSTEOARTRITIS HRVATSKOG DRUŠTVA ZA FIZIKALNU I REHABILITACIJSKU MEDICINU PRI HLZ-U

Dana 2. 7. 2025. u 20 sati održan je drugi u nizu planiranih webinara Sekcije za osteoartritis Hrvatskog društva za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu pri HLZ-u, pod naslovom „Utjecaj fenotipa OA koljena na izbor ortobiološkog liječenja". Nakon uvodnih riječi predsjednice Sekcije prof. dr. sc. D. Bobek predavanje je održao prof. dr. sc. Damir Hudetz, dr. med., predstojnik Klinike za ortopediju i traumatologiju, KB Dubrava, koji je odgovarao i na postavljena pitanja sudionika.

Webinar je zaključen time što je najavljen novi Tečaj Sekcije, koji će se održati dana 10. 10. 2025. pod nazivom „Novosti u dijagnostici i liječenju osteoartritisa koljena". Navedeni tečaj, organiziran po treći puta u KB Dubrava, kategoriziran je i bodovan od Hrvatske liječničke komore.

Tečaj će se održati pod Pokroviteljstvom Hrvatskog društva za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu, HLZ-a.

U Zagrebu, 1. 8. 2025. Prof. dr. sc. Dubravka Bobek, dr. med.

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-35

16. MEDITERANSKI KONGRES FIZIKALNE I REHABILITACIJSKE MEDICINE

18. – 21. rujna 2025., Šibenik, Hrvatska

Put ili proces (ovisno o perspektivi sagledavanja) prijave, prihvaćanja i konačno dobivanja domaćinstva organizacije ovog kongresa trajao je skoro desetak godina. Ali, vjerujem da će se većina naših kolegica i kolega složiti, vrijedio je truda.

Petstotinjak sudionika iz 41 zemlje, 12 paralelnih kongresnih sekcija s pozvanim predavanjima i usmenim izlaganjima prihvaćenih sažetaka (po temama), tri radionice, nekoliko satelitskih simpozija, ukupno 300 prihvaćenih sažetaka, više od 150 poster prezentacija, sekcija mlade rehabilitacije…

Slika 1. Zbog opravdanog izostanka prof. Frane Grubišića, svim sudionicima je, u ime domaćina, dobrodošlicu zaželio prof. Tonko Vlak

Slika 2. Svečanom otvaranju Mediteranskog kongresa u Solarisu je nazočio veliki broj sudionika

Brojčani su to podatci, koji su potvrdili predanost organizacijskog i znanstvenog odbora da se stručna i znanstvena izvrsnost i kvaliteta kongresa podigne za još jednu razinu, u odnosu na ranije mediteranske kongrese.

Vođeni krilaticom ovogodišnjeg kongresa, „Korijeni u prošlosti – krila za budućnost", te činjenicom da smo kao djelatnost i specijalizacija uistinu široki te kako mjesta za timski rad ima u svim kliničkim granama, izbor kongresnih sekcija pao je na naša najzastupljenija područja (ali i neka u kojima ima prostora za poboljšanja u budućnosti): neurološka rehabilitacija, onkološka rehabilitacija, koštano-mišićna rehabilitacija (uključujući i upalne reumatske bolesti), rehabilitacija i liječenje boli, rehabilitacija sportskih ozljeda, postoperativna rehabilitacija, kardio-pulmonalna rehabilitacija, dječja rehabilitacija, intervencijski ultrazvuk u fizikalnoj i rehabilitacijskoj medicini, urološko-ginekološka rehabilitacija, budućnost u rehabilitacijskoj medicini – precizna medicina i nutritivna potpora u fizikalnoj i rehabilitacijskoj medicini.

Ove potonje tri sekcije neka su od krila za budućnost naše specijalizacije i u tom pravcu bi trebalo usmjeriti naše mlađe kolegice i kolege.

Na ovogodišnjem je kongresu po prvi put predstavljena i zasebna sekcija posvećena mladoj rehabilitaciji, u sklopu koje su predstavljene određene teme, dileme i izazovi i mogućnosti suradnje unutar mediteranskog bazena.

Plenarno predavanje naslova „The Role of Rehabilitation in Promoting Neuroplasticity Post-Stroke", tijekom svečanog otvorenja kongresa, održao je Giorgio Ferriero (glavni i odgovorni urednik časopisa *European Journal of Physical and Rehabilitation* – EJPRM). Uručena je i posebna nagrada prof. Francu Cirillu te je predstavljen i domaćin sljedećeg kongresa 2027. godine (otok Kos, Grčka).

Posebna zahvala ide i moderatorima svih kongresnih sekcija i panela, koji su imali odgovorne zadatke, ponajprije izbor predavača i njihovih tema, ali su isto tako poticali i interaktivnu argumentiranu raspravu i na taj način dodatno omogućili izmjenu kliničkih i znanstvenih iskustava.

Kao predsjednik kongresa i predsjednik stručnog društva koje je bilo domaćinom, iskrenu bih zahvalu poslao i svim recenzentima, partnerskim kompanijama i svim sudionicima koji su sudjelovali na kongresu.

Frane Grubišić

https://doi.org/10.21751/FRM-39-4-36

TEČAJ TRAJNOG USAVRŠAVANJA 1. KATEGORIJE

NOVOSTI U DIJAGNOSTICI I LIJEČENJU OSTEOARTRITISA KOLJENA

Zagreb, KB Dubrava, 10. 10. 2025.

Nakon uspješne organizacije prethodna dva održan je treći u nizu tečaj: „Novosti u dijagnostici i liječenju osteoartritisa koljena". Tečaj je održan u organizaciji Zavoda za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu s reumatologijom KB Dubrava, pod pokroviteljstvom Sekcije za osteoartritis Hrvatskog društva za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu pri HLZ-u.

Ovaj puta, kao i tijekom proteklih godina, tečaj je okupio brojne ugledne stručnjake iz cijele Hrvatske, ukupno 25 predavača. Predavači su bili specijalisti fizikalne i rehabilitacijske medicine, predstojnici Klinika i pročelnici Zavoda, voditelji Odjela za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu iz KBC-a Osijek, Rijeka, Split i Zagreb, koji su predstavili najnovije spoznaje o dijagnostici i liječenju osteoartritisa koljena.

Slika 1. Sudionici i moderatori prvog panela

Slika 2. Sudionici drugog panela

Osim fizijatara, na skupu su predavanja održali i internisti, radiolozi, ortopedi te specijalist medicinske biokemije, čime je dodatno naglašena multidisciplinarnost pristupa u dijagnostici i liječenju osteoartritisa koljena. Posebna gošća skupa bila je izv. prof. dr. sc. Trošt Bobić, prodekanica za znanost i projekte Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, koja je govorila o učincima različitih tipova vježbi na simptome osteoartritisa koljena te o važnosti pravilnog doziranja tjelesne aktivnosti.

Tečaj je bio koncipiran u tri tematski različite grupe predavanja (panel diskusije) i sedam radionica koje su omogućile aktivno sudjelovanje i usvajanje praktičnih znanja.

U 1. panelu osim novosti u UZV i MR dijagnostici osteoartritisa koljena prikazan je pristup čimbenicima rizika koji su ključni u sekundarnoj prevenciji OA, uključujući pretilost, traumu i oslabljenu funkciju mišića. Poseban naglasak, osim na postraumatskom OA, bio je na principu liječenja debljine u OA bolesnika koji osigurava ravnotežu između gubitka kilograma i očuvanja mišića s osvrtom na sarkopenijsku pretilost.

Fokus 2. panela bio je rani OA i mogućnost OA prevencije te je bila prikazana spiroergometrija kao alat u ruci fizijatra za izradu i praćenje individualiziranog plana rehabilitacije. Novost ovom tečaju bilo je predavanje kineziologa koji je

Slika 3. Sudionici praktičnog dijela

prikazao specifičnosti svoje struke u rehabilitacijskom timu. Nadalje, bile su prikazane smjernice za primjenu sistemskih lijekova, farmakološko liječenje debljine te primjena novih tehnologija u liječenju OA.

Treći panel je među novostima u invazivnom i kirurškom liječenju osteoartritisa koljena osim transplantacije meniska koljena te rekonstrukcije hrskavice u ranom OA prikazao princip endovaskularne embolizacije arterija u terapiji boli kod OA koljena. Jedno predavanje bilo je posvećeno ulozi fizijatra u postoperativnoj rehabilitaciji.

Održano je sedam praktičnih radionica u kojima su polaznici usvojili konkretna znanja primjenjiva u svakodnevnoj praksi – od intraartikularne infiltracije lijekova pod kontrolom ultrazvuka, preko primjene flosinga, proprioceptivnih traka, izokinetike i stabilometrije do uporabe spiroergometrije u planiranju rehabilitacijskih protokola te primjene visokih tehnologija u liječenju OA koljena.

Skup je privukao velik broj polaznika iz cijele Hrvatske potvrđujući važnost edukacije u liječenju ove sve češće bolesti. Zaključak skupa bio je da osteoartritis koljena ne smijemo prihvatiti kao neizbježnu posljedicu starenja već da se ova bolest analogno drugim kroničnim bolestima može prevenirati, rano dijagnosticirati i liječiti.

Slika 4. Sudionici praktičnog dijela

Ukratko, ovaj tečaj, kao i prethodna dva, imao je isti cilj – osnaživanje stručne zajednice i primjena suvremenih znanja o osteoartritisu koljena u svakodnevnoj kliničkoj praksi.

Prof. dr. sc. Dubravka Bobek, dr. med.

UPUTE AUTORIMA

CILJ I SVRHA

Fizikalna i rehabilitacijska medicina službeni je recenzirani časopis Hrvatskog društva za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu Hrvatskoga liječničkog zbora. Časopis objavljuje pregledne članke, originalne radove, preliminarna izvješća i prikaze slučajeva koji izvještavaju o važnim trendovima u fizikalnoj medicini i rehabilitaciji, interdisciplinarnim područjima rehabilitacije i njihovu razvoju te o novostima u kliničkom i nekliničkom djelokrugu rada. Čitatelju pruža bitne informacije u svezi s terapijskom primjenom fizikalnih i farmakoloških čimbenika u pružanju sveobuhvatne skrbi osobama s oštećenjima i kroničnim bolestima. Također, u časopisu se periodično objavljuju dodatci sa sažetcima ili cjelovitim tekstom izloženim na kongresu ili simpoziju, te informacije o Hrvatskom društvu za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu, njihovim članovima u Hrvatskoj i u inozemstvu, kao i aktivnostima Europskog društva za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu, te Sekcije i Odbora za Fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu Europske unije medicinskih specijalista. Časopis je dio europske mreže časopisa iz fizikalne i rehabilitacijske medicine.

PREDAJA RADA/OBJAVA RUKOPISA

Objavljuju se članci na hrvatskom jeziku (sa sažetkom, ključnim riječima, naslovom i legendom tablica i slika na engleskom) ili na engleskom jeziku (sa sažetkom, ključnim riječima, naslovom i legendom tablica i slika na hrvatskom).

Časopis *Fizikalna i rehabilitacijska medicina* pridržava se i upućuje autore na preporuke za pripremu rukopisa objavljene u tekstu Međunarodnog odbora urednika medicinskih časopisa (*International Committee of Medical Journal Editors* – ICMJE; http://icmje.org/icmje-recommendations.pdf) i Svjetske udruge medicinskih urednika (*World Association of Medical Editors* – WAME http://www.wame.org), a etički standardi sukladni su onima Odbora publicističke etike (*Committee on Publication Ethics* – COPE; https://publicationethics.org/resources) i Vijeća znanstvenih urednika (*Council of Science Editors* – CSE; https://www.csescienceeditor.org/ ovi se dostavljaju, uključujući sve priloge, u jednom tiskanom primjerku na adresu: Uredništvo Časopisa, Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Klinički bolnički centar „Sestre milosrdnice", 10000 Zagreb, Vinogradska cesta 29, Hrvatska i obavezno na mail: tonkovlak@gmail.com

Mora se rabiti dvostruki prored, veličine slova 11 točaka, na jednoj strani lista. Svaki dio rukopisa treba započeti na novoj stranici. Uz rukopis je obavezno priložiti popratne dokumente, koje možete naći na web stranici https://

1. Izjava o prenošenju autorskih prava
2. Izjava o sukobu interesa
3. Izjava o autorstvu

AUTORSTVO

Sve osobe određene kao autori trebaju se kvalificirati za autorstvo. Sukladno preporukama Međunarodnog odbora urednika medicinskih časopisa (*International Committee of Medical Journal Editors* – ICMJE) uz rukopis autori trebaju priložiti pisanu izjavu da su znatno sudjelovali u koncepciji ili nacrtu rada ili u prikupljanju, analizi i interpretaciji podataka i

napisali prvu verziju rada ili su ga kritički revidirali u znatnom dijelu intelektualnog sadržaja i odobrili završnu verziju rada te su se složili da su odgovorni za sve značajke rada i jamče da će se pitanja koja se odnose na točnost i integritet bilo kojeg dijela rada prikladno istražiti i riješiti. (engl. *Substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work; AND Drafting the work or revising it critically for important intellectual content; AND Final approval of the version to be published; AND Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved*). Osobe koje nisu zadovoljile kriterije za autorstvo, poput osoba koje su pružile intelektualnu pomoć (engl. *intellectual assistance*), tehničku pomoć (engl. *technical help*) ili osigurale specijalnu opremu i materijale (engl. *provided special equipment or materials*) treba navesti u dijelu Zahvale. Uz rad treba priložiti pismo koje potpisuju svi autori i izjave da rad nije prethodno bio objavljen ili ponuđen/prihvaćen za objavu u nekom drugom časopisu, da su ga pročitali i odobrili svi autori, te izjavom da ne postoji financijski ili bilo kakav drugi sukob interesa. Također, uz rad treba priložiti i izjavu o prijenosu autorskih prava na časopis.

PLAGIRANJE I POVLAČENJE RADA

Svi se radovi provjeravaju na originalnost i plagiranje, umnažanje, dupliciranje i prekomjernu prijavu/publikacije i teksta i slikovnih prikaza iz drugih izvora (s pomoću, na primjer, programa Duplichecker, Plagiarism Checker, Plagium, PlagScan). Plagirani ili na bilo koji drugi neetički način objavljeni radovi bit će povučeni u skladu s COPE-ovim Uputama o povlačenju radova (COPE – RetractionGuidelines; https://publicationethics.org/guidance/guideline/retraction-guidelines).

Uredništvo preporučuje autorima da se registriraju kod ORCID-a (https://orcid.org) i prilikom prijave rada dostave ORCID-ov identifikacijski broj (ID), koji će radi bolje vidljivosti autorstva i publiciranja biti naveden prije Literature.

Svi koji su sudjelovali u radu, a nisu autori, trebaju biti spomenuti u Zahvali.

KATEGORIZACIJA, FORMAT I OPSEG RADOVA

Fizikalna i rehabilitacijska medicina objavljuje ove vrste radova kod kojih je potrebna recenzija (engl. *peer-reviewed articles*): uvodnike, originalne znanstvene radove, stručne radove, kratka priopćenja, preliminarna izvješća, pregledne radove i dobro dokumentirane prikaze bolesnika.

Uvodnik (*Editorial*): maksimalno 1200 riječi; do 1 slike ili tablice; do 20 referencija; 3 – 6 ključnih riječi; nestrukturirani sažetak do 300 riječi (ako je primjenjivo).

Originalni rad (*Original Research Article*): maksimalno 6000 riječi; do 6 slika i 6 tablica; neograničeni broj referencija; 3 – 6 ključnih riječi; strukturirani sažetak do 300 riječi (izuzetak su radovi iz povijesti medicine koji mogu imati nestrukturirani sažetak).

Stručni rad (*Professional Article*): maksimalno 5000 riječi; do 5 slika i 5 tablica; neograničeni broj referencija; 3 – 6 ključnih riječi; strukturirani sažetak do 300 riječi (izuzetak su radovi iz povijesti medicine koji mogu imati nestrukturirani sažetak).

Pregledni rad *(Review)*: maksimalno 10 000 riječi; do 8 slika i 8 tablica, oblik znanstvenog rada, to je znanstveni rad što sadrži izvoran, sažet i kritički prikaz jednog područja ili njegova dijela u kojemu autor aktivno djeluje. Mora biti istaknuta uloga autorova izvornog doprinosa u tom području s obzirom na već publicirane radove te pregled tih radova. Pregledni rad

sadrži i najnovije informacije o trenutačnom stanju razvoja i usmjerenja (tzv. *state-of–the-art reviews*). Može ih pisati jedan ili skupina autora i obično se pišu na zamolbu urednika. Obavezna je recenzija informacije o trenutačnom stanju razvoja i usmjerenja (tzv. *state-of–the-art reviews*).

Kratko priopćenje (*Short Communication, Brief Report*): maksimalno 1200 riječi; do 3 slike ili tablice; do 15 referencija; 3 – 6 ključnih riječi; strukturirani sažetak do 300 riječi.

Prethodno priopćenje (*Preliminary Communication*): maksimalno 1200 riječi; do 3 slike ili tablice; do 15 referencija; 3 – 6 ključnih riječi; strukturirani sažetak do 300 riječi.

Prikaz bolesnika (s pregledom literature) (*Case Report (with Review of the Literature)*) treba biti pisan prema smjernicama za prikaz bolesnika CARE case report guidelines: https://www.care-statement.org/: maksimalno 5000 riječi; do 5 slika ili tablica; neograničeni broj referencija; 3 – 6 ključnih riječi; nestrukturirani sažetak do 300 riječi.

Pismo uredniku (*Letter to the Editor*): maksimalno 1000 riječi; do 7 referencija.

Ispravak (*Erratum*): omogućuje korekciju pogrješaka koje su se pojavile kod pisanja, printanja ili u procesu publikacije članaka.

Šalje se na adresu: *Fizikalna i rehabilitacijska medicina*, Uredništvo Časopisa, Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Klinički bolnički centar „Sestre milosrdnice", 10000 Zagreb, Vinogradska cesta 29, Hrvatska ili elektroničkom poštom na: tonkovlak@gmail.com

PRIPREMA RADA/RUKOPISA

Rukopis mora imati ovaj sadržaj:

Naslovnu stranicu s naslovom na hrvatskom i engleskom jeziku te imenima i prezimenima autora. Ispod toga treba navesti ustanove u kojima autori rade i nazive ustanova u kojima je rad napravljen te ponoviti ime i prezime svakog autora s akademskim stupnjem uz naziv ustanove u kojoj radi. Potrebno je posebno navesti adresu autora s kojime se Urednički odbor može dopisivati. Na dnu stranice potrebno je predložiti skraćeni naslov članka koji će se tiskati kao tekući naslov.

Sažetak i ključne riječi

Druga stranica treba sadržavati strukturirani sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku (do 300 riječi) u kojem su navedeni cilj studije/istraživanja, materijal (ispitanici) i metode, rezultati i zaključci.

Sažetak mora biti pisan u skladu s preporukama ICMJE Recommendations.

U sažetku valja naglasiti nove i važne aspekte studije ili opservacije. Ispod sažetka autori trebaju navesti četiri do šest ključnih riječi ili kratkih pojmova na hrvatskom i engleskom jeziku koji će pomoći pri indeksiranju članka i mogu se objaviti uz sažetak. Za ključne riječi treba se koristiti pojmovima iz popisa Medical Subject Headings (MeSH) Indexa Medicusa. Općenite, pluralne i mnogostruke koncepte (primjerice uz uporabu „i", „ili") treba izbjegavati. Sažetak ne smije sadržavati navode referencija.

Uvod

Navedite svrhu članka i razlog provođenja studije ili opservacije. Navedite samo relevantne reference, bez podataka ili zaključaka iz rada koji predstavljate.

Postupci (metode)

Opišite odabir i jasno navedite sve važne karakteristike ispitanika koji su studirani ili opservirani ili laboratorijskih životinja. Pažljivo specificirajte značenje deskriptora te objasnite kako su prikupljeni podatci. Identificirajte metode, aparate (s nazivom proizvođača, u zagradi), te postupke s dovoljno detalja kako bi se rezultati mogli reproducirati. Navedite reference za metode i statističku obradu. Opišite nove ili one metode koje su značajnije modificirane, navedite razlog njihova korištenja i procijenite njihova ograničenja. Navedite generičke nazive svih korištenih lijekova i sve kemikalije. Sva mjerenja trebaju biti izražena u SI jedinicama.. Statističke postupke potrebno je objasniti dovoljno detaljno da bi čitatelj iz izvornih rezultata mogao sam izračunati navedene vjerojatnosti. Ako je korištena računalna obrada podataka, mora se navesti statistički program koji je korišten. Za istraživanje na ljudima potrebno je navesti sukladnost s etičkim načelima Deklaracije iz Helsinkija iz 2000. godine i njenim dopunama iz 2002. i 2004. godine. Isto tako treba navesti je li i koje etičko povjerenstvo dalo pristanak za provođenje istraživanja. Ne smiju se navoditi imena, inicijali ili matični brojevi bolesnika.

Etika i etički standardi

U radovima koji se bave eksperimentima na ljudima jasno treba navesti da su postupci provedeni sukladno etičkim standardima institucijskog ili regionalnog odbora odgovornog za izvođenje eksperimenata na ljudima, te u skladu s Helsinškom deklaracijom iz 2000. godine, revidiranom 2002. i 2004. godine. Ne smije se navoditi ispitanikovo ime i/ili prezime, osobito u ilustrativnim materijalima. U radovima koji se bave istraživanjima na životinjama treba navesti da je poštovan institucionalni ili nacionalni pravilnik o brizi o laboratorijskim životinjama i njihovu korištenju.

* Etički standardi Odbora publicističke etike (Committee on Publication Ethics - COPE; *https://publicationethics.org/resources*)

U slučaju sumnje na plagijat Urednički odbor će, nakon vlastite procjene problema, materijal uputiti nadležnom etičkom povjerenstvu ili povjerenstvu za akademski integritet.

Statistička obrada

Iscrpno opišite statističke metode kako biste omogućili obrazovanom čitatelju koji ima pristup originalnim podatcima da potvrdi navedene rezultate. Gdje god je to moguće, kvantificirajte zaključke i prezentirajte odgovarajućim indikatorima pogreške ili odstupanja od mjerenja. Specificirajte korišteni računalni program.

Rezultati

Izložite rezultate logičnim slijedom u tekstu, tablicama i ilustracijama. Treba se služiti SI jedinicama. Treba iscrpno opisati statističke metode da bi se educiranom čitatelju koji ima pristup izvornim podatcima dala mogućnost da potvrdi navedene rezultate. Gdje god je to moguće, zaključke treba kvantificirati i prezentirati odgovarajućim indikatorima pogreške ili odstupanja od mjerenja.

Rezultati se izlažu logičnim slijedom u tekstu, tablicama i ilustracijama. U tekstu se ne ponavljaju svi podatci iz tablica ili ilustracija već se naglašavaju ili sažimaju samo bitna opažanja.

Rasprava

Naglasite nove i bitne aspekte studije, te zaključke koji proistječu iz nje. Ne ponavljajte detaljne podatke ni bilo koje druge materijale koji su navedeni u uvodnom ili u dijelu s

rezultatima. U dio za raspravu uključite važnost dobivenih rezultata i njihova ograničenja, uključujući i implikacije vezane uz buduća istraživanja, ali izbjegavajte izjave i zaključke koji nisu potpuno potvrđeni dobivenim podatcima. Povežite zaključke iz svoje studije s ostalim relevantnim studijama. Kad je potrebno, navedite nove hipoteze i jasno naglasite da su nove.

Tablice

Naslovi tablica i tekstualni dio tablica moraju biti dvojezični, na hrvatskom i engleskom jeziku. Tablice se pišu na posebnoj stranici. Ne smiju se slati kao fotografije. Svaka tablica mora imati naslov i redni broj prema redoslijedu pojavljivanja u tekstu. Tablica mora biti pregledna i jednostavna. Legende tablica trebaju biti napisane ispod tablice, uz oznaku u tablici u superskriptu. Tablice ne bi trebale ponavljati rezultate koji su prezentirani bilo gdje drugdje u radu (npr. u slici). Tablice preuzete iz drugih izvora treba popratiti dopuštenjem za objavu njihovih izdavača/autora.

Slike

Opisi slika i tekstualni dio slike moraju biti dvojezični, na hrvatskom i engleskom jeziku.

Slike trebaju biti profesionalno nacrtane ili snimljene. Pazite da slova, brojevi i simboli budu čitljivi i u smanjenom obliku u kojem će se objaviti. Svaka fotografija treba imati broj prema redoslijedu pojavljivanja u tekstu, ime autora i označenu gornju stranu. Fotografije osoba mogu se objavljivati samo uz pisano dopuštenje osobe na fotografiji ili moraju biti neprepoznatljive. Ako se dostavljaju u elektroničkom obliku, slike/ilustracije moraju biti u formatu TIFF ili JPEG visoke kvalitete, najmanje širine 1500 piksela. Slike/ilustracije u ostalim formatima mogu biti prihvaćene samo uz prethodni dogovor s uredništvom. Uredništvo pridržava pravo ne objaviti slike/ilustracije koje ne zadovoljavaju ove uvjete.

- Slike (fotografije, grafove, figure…) autori moraju dostavljati zasebno u što boljoj kvaliteti i što višoj rezoluciji (.tif, .jpg, .png). Svaka slika u tekstu mora imati svoj generički naziv (slika 1...) uz svoj vlastiti naziv. Generički naziv treba sadržavati redni broj zapisan arapskim znamenkama po redu pojavljivanja u tekstu. Naziv slike i opis smatraju se sastavnim dijelom teksta, a ne slike, stoga se navode u tekstu, a ne na slici.

Kratice

Služite se samo standardnim kraticama. Puni pojam za koji se koristi kratica treba biti naveden pri prvom korištenju kratice u tekstu, osim ako se ne radi o standardnim kraticama mjernih jedinica. Izbjegavajte korištenje kratica u naslovu rada.

Zahvale i mogući sukob interesa

Svi izvori financiranja (privatni, javni, komercijalni) radova upućenih za objavljivanje, doprinos autora (koncepcija ili nacrt rada; prikupljanje, analiza i interpretacija podataka; pisanje teksta; kritičko revidiranje u znatnom dijelu intelektualnog sadržaja), kao i mogući sukobi interesa autora (neformalni dogovori s privrednim subjektima, ugovori o konzultantskim angažmanima, izvođenje sponzoriranih predavanja u ime proizvođača ili prodavača predmetnih materijala), trebaju se jasno objaviti na kraju teksta pod naslovom „Zahvale". Pod „Zahvalama" se popisuju ljudi koji su pomogli u ostvarenju studije ili pripremi teksta, a nisu suautori. Za više informacija, posjetite: https://www.icmje.org/

Literatura

Ako se navodi citiranje prema Indexu Medicusu, trebalo bi navesti primjere citiranja. Obično časopisi koriste vancouverski način (International committee of medical journal

editors Uniform requirements for manuscripts submitted biomedical jornals: Sample references http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

Literatura se navodi rednim brojem, prema redoslijedu pojavljivanja u tekstu. Literaturu u tekstu, tablicama i legendi treba navoditi sukladno alfanumeričkom sustavu u zagradama. Literaturu treba navoditi prema Indexu Medicusu. Naslovi časopisa trebaju se skraćivati na način uobičajen za Index Medicus (http://www.nlm.nih.gov). Pri navođenju prihvaćenih, ali još neobjavljenih radova treba ih se navesti kao „u tisku". Autori trebaju dobiti pismeno odobrenje za citiranje takvog rada zajedno s potvrdom da je rad prihvaćen za objavu.

PROCES OCJENE RADA

Svaki će se rukopis tretirati kao strogo povjerljiv materijal, a proces ocjene rada provodi se anonimno. Prispjele rukopise najprije procjenjuje urednički odbor te ih potom šalje najmanje dvojici recenzenata anonimno. Svaki upućeni rad dobiva svoj broj i oznaku (ID), a autori će biti obaviješteni o prijmu rada i njegovu broju. Autori su se dužni tim ID brojem koristiti u svakoj budućoj korespondenciji. Autor kojega su ostali autori imenovali za korespondenciju djeluje u ime ostalih u procesu vezanom za publikaciju rada. Rukopisi i ostali dostavljeni materijali ne vraćaju se pošiljateljima.

Nakon što urednički odbor razmotri pristigle recenzije upućuje ih autoru/ima na uvid i popravak rukopisa. Ovisno o naravi recenzentskih primjedbi popravljeni rukopis se može ponovno uputiti na recenziju istim recenzentima. Prihvaćeni radovi ne moraju se objavljivati onim redom kojim pristižu. Izneseni stavovi predstavljaju mišljenje autora.

Rukopisi se ne vraćaju, a svi tiskani prilozi vlasništvo su Hrvatskoga liječničkog zbora i Hrvatskog društva za fizikalnu i rehabilitacijsku medicinu. Sadržaj *Fizikalne i rehabilitacijske medicine* može se reproducirati uz navod „preuzeto iz časopisa Fizikalna i rehabilitacijska medicina".

Svaki objavljeni članak dobiva svoj DOI (Digital Object Identifier), koji je jedinstven za svaki članak objavljen u časopisu *Fizikalna i rehabilitacijska medicina*. Uredništvo će osigurati svakom autoru (ili autoru koji je zadužen za korespondenciju ako je grupa autora prijavila rad) jednu kopiju časopisa.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

AIM AND PURPOSE

Physical and Rehabilitation Medicine is a peer-reviewed journal published by the Croatian Society of Physical and Rehabilitation Medicine of the Croatian Medical Association. The journal publishes reviews, original research articles, preliminary reports and case studies reporting on important trends in physical medicine and rehabilitation, interdisciplinary areas of rehabilitation and their development, and on novelties in the clinical and non-clinical scope of work. It provides the reader with essential information regarding the therapeutic application of physical and pharmacological factors in the provision of comprehensive care to persons with impairments and chronic diseases. Also, the journal periodically publishes supplements with abstracts or full texts presented at a congress or symposium, and information about the Croatian Society of Physical and Rehabilitation Medicine, their members in Croatia and abroad, as well as the activities of the European Society of Physical and Rehabilitation Medicine, including the Section and Board for Physical and Rehabilitation Medicine of the European Union of Medical Specialists. The journal is part of the European network of journals in physical and rehabilitation medicine.

PAPER SUBMISSION/MANUSCRIPT PUBLICATION

Articles are published in Croatian (with abstract, keywords, title and legend of tables and figures in English) or in English (with abstract, keywords, title and legend of tables and figures in Croatian).

The journal Physical and Rehabilitation Medicine acknowledges and directs the authors to the recommendations for manuscript preparation published in the text of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE; http://icmje.org/icmje-recommendations.pdf) and the World Association of Medical Editors (WAME; http://www.wame.org , and the ethical standards are consistent with those of the Committee on Publication Ethics (COPE; https://publicationethics.org/resources) and the Council of Science Editors (CSE; https://www.csescienceeditor.org/ Papers are submitted, including all attachments, in one hard copy to the address: Editorial Office, Clinic for Rheumatology, Physical Medicine and Rehabilitation Clinical Hospital Center „Sestre milosrdnice", 10000 Zagreb, Vinogradska cesta 29, Croatia.

A copy is also submitted by e-mail to the address: tonkovlak@gmail.com

Papers must be double-spaced, 11-point font, on one side of the page. Each section of the manuscript should start on a new page. The manuscript must be accompanied by supporting documents, which can be found on the website https://

1. Copyright Transfer Statement
2. Conflicts of Interest Statement
3. Authorship Statement

AUTHORSHIP

All persons designated as authors should qualify for authorship According to the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), authors should attach a written statement to the manuscript, stating their substantial contributions

to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work; and drafting the work or revising it critically for important intellectual content; and final approval of the version to be published; and agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved. Persons who did not meet the criteria for authorship, such as persons who provided intellectual assistance, technical help, or provided special equipment or materials, should be listed in the Acknowledgements section. The paper should be accompanied by a letter signed by all authors and a statement that the paper has not been previously published or offered/accepted for publication in any other journal, that it has been read and approved by all authors, and a statement that there is no financial or other conflict of interest. The paper should also be accompanied by a statement on the transfer of copyright to the journal.

PLAGIARISM AND PAPER RETRACTION

All papers are checked for originality and plagiarism, copying, duplication and over-submission/publication of both text and images from other sources (using, for example, Duplichecker, Plagiarism Checker, Plagium, PlagScan). Plagiarized or otherwise unethically published papers will be retracted in accordance with COPE's Retraction Guidelines (COPE – RetractionGuidelines; https://publicationethics.org/guidance/guideline/retraction-guidelines).

The editorial board recommends that authors register with ORCID (https://orcid.org) and provide an ORCID identification number (ID) when submitting their work, which will be listed before the References for better visibility of authorship and publication.

All those who participated in the work but are not authors should be mentioned in the Acknowledgements.

ARTICLE CATEGORIZATION, FORMAT AND SCOPE

Physical and Rehabilitation Medicine publishes the following types of peer-reviewed articles: editorials, original research articles, professional articles, short communications, preliminary communications, review papers and well-documented case reports.

Editorial: a maximum of 1,200 words; up to 1 figure or table; up to 20 references; 3-6 keywords; an unstructured abstract of up to 300 words (if applicable).

Original Research Article: a maximum of 6,000 words; up to 6 images and 6 tables; unlimited number of references; 3-6 keywords; a structured abstract of up to 300 words (with the exception of papers from the history of medicine that may have an unstructured abstract).

Professional Article: a maximum of 5,000 words; up to 5 images and 5 tables; unlimited number of references; 3-6 keywords; a structured abstract of up to 300 words (with the exception of papers from the history of medicine that may have an unstructured abstract).

Review: a maximum of 10,000 words; up to 8 images and 8 tables, a form of scientific work, containing an original, concise and critical presentation of an area or part of area in which the author actively works. The role of the author's original contribution in the field must be emphasized, considering the already published works and the review of those works. The review also contains the latest information on the current state of development and direction (so-called state-of-the-art reviews). They can be written by one or a group of authors and are usually written at the request of the editor. A review of information on the current state of development and direction (so-called state-of-the-art reviews) is mandatory.

Short Communication, Brief Report: a maximum of 1,200 words; up to 3 images or tables; up to 15 references; 3-6 keywords; a structured abstract of up to 300 words.

Preliminary Communication: a maximum of 1,200 words; up to 3 images or tables; up to 15 references; 3-6 keywords; a structured abstract of up to 300 words.

Case Report (with Review of the Literature) should be written in accordance with the

CARE case report guidelines: https://www.care-statement.org/ : a maximum of 5,000 words; up to 5 images or tables; unlimited number of references; 3-6 keywords; an unstructured abstract of up to 300 words.

Letter to the Editor: a maximum of 1,000 words; up to 7 references.

Erratum: allows for the correction of errors that occurred during writing, printing or in the process of publishing articles. It is sent to the following address: Physical and Rehabilitation Medicine, Editorial Office, Clinic for Rheumatology, Physical medicine and Rehabilitation Clinical Hospital Center „Sestre milosrdnice", 10000 Zagreb, Vinogradska cesta 29, Croatia or by e-mail to: tonkovlak@gmail.com

PAPER/MANUSCRIPT PREPARATION

The manuscript must contain the following:

Title page with the title in Croatian and English and the names and surnames of the authors.

Below this, the institutions where the authors work and the names of the institutions where the work was done should be listed, and the name and surname of each author with their academic degree should be repeated along with the name of the institution where they work. It is necessary to separately state the address of the author with whom the Editorial Board can correspond. At the bottom of the page, it is necessary to propose an abbreviated title of the article to be printed as the running title.

Abstract and keywords

The second page should contain a structured abstract in Croatian and English (up to 300 words) stating the aim of the study/research, material (subjects) and methods, results, and conclusions.

The abstract must be written in accordance with the ICMJE Recommendations.

The abstract should highlight new and important aspects of the study or observation. Below the abstract, authors should list four to six keywords or short terms in Croatian and English that will help index the article and can be published with the abstract. Keywords should be terms from the Medical Subject Headings (MeSH) list of Index Medicus. General, plural, and multiple concepts (for example, using "and", "or") should be avoided. The abstract must not contain references.

Introduction

State the purpose of the article and the reason for conducting the study or observation. Provide only relevant references, without data or conclusions from the work you are presenting.

Procedures (methods)

Describe the selection and clearly state all important characteristics of the subjects studied or observed, or of the laboratory animals. Carefully specify the meaning of the descriptors

and explain how the data were collected. Identify methods, apparatus (with manufacturer's name, in parentheses), and procedures in sufficient detail so that the results can be reproduced. Provide references for methods and statistical analysis. Describe new methods or those that have been significantly modified, state the reason for their use and assess their limitations. List the generic names of all drugs used and all chemicals. All measurements should be expressed in SI units. Statistical procedures should be explained in sufficient detail to enable the reader to calculate the stated probabilities from the original results. If computer data processing was used, the statistical program that was used must be specified. For human research, compliance with the ethical principles of the Helsinki Declaration from 2000 and its amendments from 2002 and 2004 must be indicated. It should also be stated whether and which ethics committee gave consent for the research. Names, initials or patient identification numbers must not be stated.

Ethics and ethical standards

In papers dealing with experiments on humans, it should be clearly stated that the procedures were carried out in accordance with the ethical standards of the institutional or regional committee responsible for conducting experiments on humans, and in accordance with the Declaration of Helsinki of 2000, revised in 2002 and 2004. The subject's name and/or surname should not be mentioned, especially in illustrative materials. In papers dealing with research on animals, it should be stated that the institutional or national regulations on the care and use of laboratory animals were followed.

* Etički standardi Odbora publicističke etike (Committee on Publication Ethics - COPE; *https://publicationethics.org/resources*)

In case of suspicion of plagiarism, the Editorial Board, after its own assessment of the problem, will refer the material to the competent ethics committee or academic integrity committee.

Statistical processing

Thoroughly describe the statistical methods to allow an educated reader with access to the original data to confirm the results stated. Wherever possible, quantify the conclusions and present them with appropriate indicators of error or deviation from measurement. Specify the computer program used.

Results

Present the results in a logical sequence in the text, tables, and illustrations. SI units should be used. The statistical methods should be described in detail to enable an educated reader with access to the original data to verify the results. Wherever possible, conclusions should be quantified and presented with appropriate indicators of error or deviation from measurement.

The results are presented in a logical sequence in the text, tables and illustrations. The text does not repeat all the data from the tables or illustrations, but only highlights or summarizes the important observations.

Discussion

Emphasize the new and important aspects of the study, and the conclusions that arise from it. Do not repeat detailed data or any other material that is provided in the introduction or in the results section. In the discussion section, include the importance of the obtained results and their limitations, including implications for future research, but avoid statements

and conclusions that are not fully supported by the obtained data. Relate the conclusions of your study to other relevant studies. When necessary, state new hypotheses and clearly state that they are new.

Tables

Table titles and the textual part of the tables must be bilingual, in Croatian and English. Tables must be written on a separate page. They must not be sent as photographs. Each table must have a title and a table number according to the order of appearance in the text. The table must be clear and simple. Table legends should be written below the table, using superscript symbols in the table. Tables should not repeat results that are presented elsewhere in the paper (e.g., in a figure). Tables taken from other sources should be accompanied by permission for publication from their publishers/authors.

Images

Image descriptions and the textual part of the image must be bilingual, in Croatian and English.

Images must be professionally drawn or photographed. Make sure that letters, numbers and symbols are legible even in the reduced form in which they will be published. Each photograph should be numbered according to the order of appearance in the text, the author's name and the top side marked. Photographs of persons may only be published with the written permission of the person in the photograph or they must be unrecognizable. If submitted electronically, images/illustrations must be in high-quality TIFF or JPEG format, at least 1500 pixels wide. Images/illustrations in other formats may only be accepted with prior agreement with the editorial board. The editorial board reserves the right not to publish images/illustrations that do not meet these requirements.

- Images (photographs, graphs, figures, etc.) must be submitted separately by authors in the best possible quality and resolution (.tif, .png). Each image in the text must have its own generic name (figure 1...) in addition to its own title. The generic name should contain a serial number written in Arabic numerals in the order of appearance in the text. The image title and description are considered an integral part of the text, not the image, and are therefore listed in the text, not on the image itself.

Abbreviations

Use only standard abbreviations. The full term for which the abbreviation is used should be indicated the first time the abbreviation is used in the text, unless it is a standard abbreviation of measurement units. Avoid using abbreviations in the title of the paper.

Acknowledgements and possible conflict of interest

All sources of funding (private, public, commercial) of works submitted for publication, author contribution (concept or draft of the work; collection, analysis and interpretation of data; writing the text; critical revision in a significant part of the intellectual content) as well as possible conflicts of interest of the author (informal agreements with business entities, contracts on consulting engagements, doing sponsored lectures on behalf of the manufacturer or seller of the subject materials), should be clearly announced at the end of the text under the heading "Acknowledgments." Under "Acknowledgements" are listed people who helped in the realization of the study or preparation of the text, but are not co-authors. For more information, visit: https://www.icmje.org/

References

If citations follow the Index Medicus format, examples of citations should be provided. Journals usually use the Vancouver method (International committee of medical journal editors Uniform requirements for manuscripts submitted biomedical journals: Sample references http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

References are listed by number, according to the order of appearance in the text. References in the text, tables, and legends should be listed in parentheses using the alphanumeric system. References should be listed using Index Medicus. Journal titles should be abbreviated in the manner customary for Index Medicus (http://www.nlm.nih.gov). When citing accepted but not yet published works, they should be listed as "in press." Authors should obtain written permission to cite such work, along with confirmation that the work has been accepted for publication.

PAPER EVALUATION PROCESS

Each manuscript will be treated as strictly confidential material, and the evaluation process will be conducted anonymously. Received manuscripts are first evaluated by the editorial board and then sent to at least two anonymous reviewers. Each submitted paper receives its own number and identification (ID), and the authors will be notified of the receipt of the paper and its number. Authors are obliged to use this ID number in all future correspondence. The author appointed by the other authors for correspondence acts on behalf of the others in the process related to the publication of the work. Manuscripts and other submitted materials will not be returned to the senders.

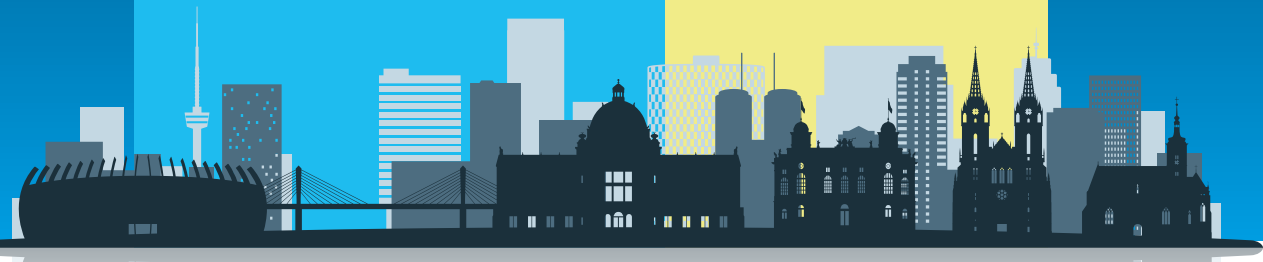
After the editorial board has considered the received reviews, it refers them to the author(s) for review and correction of the manuscript. Depending on the nature of the reviewer's remarks, the revised manuscript can be sent again for review by the same reviewers. Accepted papers do not have to be published in the order in which they are received. The views presented represent the opinion of the author(s).

Manuscripts will not be returned, and all printed contributions are the property of the Croatian Medical Association and the Croatian Society for Physical and Rehabilitation Medicine. The content of Physical and Rehabilitation Medicine may be reproduced with the citation "taken from the journal Physical and Rehabilitation Medicine."

Each published article receives its own DOI (Digital Object Identifier), which is unique for each article published in the journal Physical and Rehabilitation Medicine. The editorial office will provide each author (or the author in charge of correspondence if a group of authors has submitted a paper) one copy of the journal.

11.
HRVATSKI
KONGRES

FIZIKALNE I REHABILITACIJSKE MEDICINE

06.-08. 03. 2026.
Hotel Sheraton
Zagreb

SAVE THE DATE