

# Medicinske vježbe za bolesnike s kroničnom križoboljom

---

**Grazio, Simeon; Grgurević, Lovorka; Vlak, Tonko; Perić, Porin; Nemčić, Tomislav; Schnurrer-Luke-Vrbanić, Tea; Kadojić, Mira; Gnjidić, Zoja; Grubišić, Frane; Balen, Diana; ...**

*Source / Izvornik:* **Liječnički vjesnik, 2014, 136, 278 - 290**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:201312>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**



*Repository / Repozitorij:*

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



# MEDICINSKE VJEŽBE ZA BOLESNIKE S KRONIČNOM KRIŽOBOLJOM\*

## THERAPEUTIC EXERCISE FOR PATIENTS WITH CHRONIC LOW-BACK PAIN\*

SIMEON GRAZIO, LOVORKA GRGUREVIĆ, TONKO VLAK, PORIN PERIĆ, TOMISLAV NEMČIĆ,  
TEA SCHNURRER LUKE VRBANIĆ, MIRA KADOJIĆ, ZOJA GNJIDIĆ, FRANE GRUBIŠIĆ,  
DIANA BALEN, KATARINA LOHMAN VUGA, BOŽIDAR ČURKOVIĆ\*\*

**Deskriptori:** Križobolja – klasifikacija, liječenje, prevencija i kontrola; Kronična bolest; Medicinske vježbe – metode; Lumbalna kralježnica – anatomija i histologija

**Sažetak.** Križobolja je velik medicinski i socio-ekonomski problem u industrijaliziranim zemljama. Medicinske su vježbe temelj konzervativnog liječenja bolesnika s kroničnom križoboljom. Brojne randomizirane studije i smjernice za kliničku praksu podupiru činjenicu da u bolesnika s kroničnom križoboljom vježbe smanjuju nesposobnost i bol, poboljšavaju opću kondiciju, status zaposlenja i smanjuju stopu ponavljanja epizoda križobolje. Međutim, nema važnih dokaza da je jedan tip vježbi jasniji nego drugi. U ovom radu opisno iznosimo pregled različitih tipova vježbi koje rabimo u liječenju bolesnika s kroničnom križoboljom i u svrhu prevencije novih epizoda križobolje. Istraživanja upućuju na to da se najbolji rezultati postižu primjenom individualno osmišljenih vježbi, koje se provode pod stručnim nadzorom. Postoji potreba za visokokvalitetnim istraživanjima s ciljem utvrđivanja učinkovitosti specifičnih intervencija (tip vježbi, vrijeme, intenzitet i druga obilježja) u svakoga pojedinog pacijenta ili specifične grupe pacijenata.

**Descriptors:** Low back pain – classification, therapy, prevention and control; Chronic disease; Exercise therapy – methods; Lumbar vertebrae – anatomy and histology

**Summary.** Low Back Pain (LBP) is a major medical and socio-economical problem in the industrialized countries. Exercise therapy is the keystone of conservative treatment for chronic low back pain (CLBP). Numerous randomized trials and clinical practice guidelines have supported that exercise diminishes disability and pain severity while improving fitness and occupational status in patients with CLBP, as well as decrease its recurrence rate. However, there is no significant evidence that one particular type of exercise is clearly more effective than others. Here we present a descriptive review of different types of exercise for therapeutic or prevention purposes in patients with CLBP. Studies suggest that individually tailored, supervised exercise programs are associated with the best outcomes. High quality clinical trials are needed to determine the effectiveness of specific interventions (type, time, intensity and other characteristics) aimed at individuals and/or specific target groups.

Liječ Vjesn 2014;136:278–290

Križobolja se najčešće definira kao bol između donjega rebrenog luka i donje glutealne brazde sa širenjem boli u nogu ili bez nje. Jedan je od najčešćih medicinskih entiteta i razloga posjeta liječniku obiteljske medicine.<sup>1</sup> Prevalencija križobolje u stalnom je porastu pa je jedan od najvećih zdravstveno-socijalnih problema suvremenog svijeta.<sup>2,3</sup> Teškoće u evaluaciji i liječenju bolesnika s križoboljom proizteču iz njezine heterogenosti, kao i činjenice da unatoč razvoju novih dijagnostičkih mogućnosti, uključivo i visokosofisticirane slikovne metode, u većine bolesnika s križoboljom nije moguće utvrditi točan uzrok tegoba. Situacija postaje još složenija spoznajom da rizik nastupa i prognoza križobolje uključuje ne samo somatske nego i brojne psihosocijalne čimbenike.<sup>3,4</sup> Ipak, iz praktičnih razloga (planiranje obrade, liječenja i prognoze) poželjno je, na temelju kliničkih znakova, odnosno uzroka i patofiziološke osnove, već u ranoj fazi bolesnike klasificirati na: nespecifičnu križobolju (uzrok je nepoznat), križobolju povezanu s radikulopatijom (radikularni sindrom) i križobolju povezanu sa suspektom ili potvrđenom teškom patologijom.<sup>5</sup> Prema trajanju simptoma razlikujemo akutnu (do 1 mjesec), subakutnu (1 do 3 mjeseca) i kroničnu križobolju (duže od 3

mjeseca). Temeljni ciljevi liječenja akutne križobolje jesu suzbijanje boli i mobilizacija bolesnika, odnosno, koliko je god to moguće, što ranije vraćanje svojim uobičajenim dnevnim aktivnostima. U tom se smislu, uz edukaciju i savjete, primjenjuju analgetici, a eventualno dolazi u obzir kratkotrajna primjena ortoza, kao i spinalna manipulacija (samo ako je izvodi educirani stručnjak!).<sup>5</sup> Prognoza akutne križobolje je dobra te se prema nekim podacima čak 90%

**\*\* Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, KBC Sestre milosrdnice (prof. dr. sc. Simeon Grazio, dr. med.; Tomislav Nemčić, dr. med.; dr. sc. Frane Grubišić, dr. med.; Diana Balen, dr. med.), Zavod za anatomiju, Laboratorij za kalcificirana tkiva, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (prof. dr. sc. Lovorka Grgurević, dr. med.), Odjel za fizikalnu medicinu, rehabilitaciju i reumatologiju, Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu, KBC Split (prof. dr. sc. Tonko Vlak, dr. med.), Klinika za reumatske bolesti i rehabilitaciju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, KBC Zagreb (doc. dr. sc. Porin Perić, dr. med.; prof. dr. sc. Božidar Čurković, dr. med.), Centar za fizikalnu medicinu, rehabilitaciju i reumatologiju, Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, KBC Rijeka (doc. dr. sc. Tea Schnurrer Luke Vrbanić, dr. med.), Odjel za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, Medicinski fakultet Sveučilišta u Osijeku, KBC Osijek (Mira Kadojić, dr. med.), Poliklinika za reumatske bolesti, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, Zagreb (prim. mr. sc. Zoja Gnjidić, dr. med.), Laboratorij za izokinetičku dijagnostiku, Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju Varaždinske Toplice (Katarina Lohman Vuga, dr. med.)**

Adresa za dopisivanje: Prof. dr. sc. S. Grazio, Klinika za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, KBC Sestre milosrdnice, Vinogradska 22, 10000 Zagreb

Primljeno 28. veljače 2014., prihvaćeno 2. lipnja 2014.

\* Rad je nastao na temelju izlaganja na simpoziju »Medicinske vježbe u križobolji«, koji je u povodu Svjetskog dana kralježnice održan 15. listopada 2013., u organizaciji Hrvatskoga vertebralnog društva HLZ-a, u suradnji s Klinikom za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju i Klinikom za neurokirurgiju, KBC Sestre milosrdnice, Zagreb.

bolesnika oporavi nakon jednog mjeseca.<sup>6</sup> Ipak recidivi su česti i među najčvršćim su prediktorima za ponovnu pojavu bolesti, uključivo i prijelaz u kronicitet.<sup>7,8,9</sup> Kronična križobolja nema dobru prognozu, a iako ti bolesnici čine svega oko 10% svih bolesnika s križoboljom, na njih se odnosi oko 75% troškova povezanih s tim stanjem.<sup>10,11</sup> Glavni cilj liječenja bolesnika s kroničnom križoboljom jest obnavljanje funkcije, pa i uz perzistiranje boli, jer to utječe na dugoročno bolji ishod, uključujući socijalnu i radnu komponentu. Ključnu ulogu u tome imaju medicinske vježbe. One su dio aktivnog rehabilitacijskog tretmana i jedan su od modaliteta koji ima određeni stupanj i kliničke i istraživačke potpore pa se smatraju standardom u liječenju bolesnika s kroničnom križoboljom.<sup>12-15</sup> Načelno, radi se o programiranoj mišićnoj aktivnosti s pokretima tijela ili bez njih, s ciljem ispravljanja biomehaničkih poremećaja, zatim o redukciji oštećenja ili nesposobnosti te u konačnici o održavanju/poboljšavanju narušene funkcije. Međutim, nejasno je koji je tip vježbi najbolji za kojeg bolesnika. Naime, kako su uzroci križobolje različiti, ne postoji jedinstveni sustav vježbi primjenjiv za svakoga pojedinog bolesnika. Uz ograničenja da je u studijama često nedovoljno informacija o intenzitetu, frekvenciji i opterećenju, općenito nema dokaza da je jedan tip vježbi učinkovitiji od drugoga niti je utvrđena optimalna doza vježbanja.<sup>16-19</sup>

Stoga, u ovom će deskriptivnom pregledu, nakon uvodnoga kratkog pregleda funkcionalne anatomije, važnog za razumijevanje ostatka teksta, biti sveobuhvatno obrađena kompleksna problematika pojedinih vrsta medicinskih vježbi za bolesnike s kroničnom križoboljom, kao i vježbe radi prevencije epizoda križobolje, i to njihova teoretska osnova/razlog provođenja i rezultati istraživanja. Vjerujemo da će dobivanje uvida o medicinskim vježbama na jednome mjestu biti korisno kao pomoć u njihovu odabiru i osmišljavanju u svakodnevnoj kliničkoj praksi.

Tekst je nastao na temelju izlaganja na stručnom simpoziju »Medicinske vježbe u križbolji«, koje je 15. listopada 2013., u povodu obilježavanja Svjetskog dana kralježnice, organiziralo Hrvatsko vertebralno društvo Hrvatskoga liječničkog zbora, u suradnji s Klinikom za reumatologiju, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju i Klinikom za neurokirurgiju KBC-a Sestre milosrdnice u Zagrebu.

### Funkcionalna anatomija slabinske kralježnice

Najveći dio opterećenja kralježnice prenosi se putem zglobova između trupova kralježaka, a oblik i položaj zglobnih površina kralježaka uvjetuju smjer i opseg pokreta u pojedinim dijelovima kralježnice. Zglobne ploštine na gornjim zglobnim nastavcima slabinske kralježnice, usmjerene prema medijalno, postavljene su približno okomito s malim (L1) ili jasno naznačenim (L5) dorzalnim nagibom. Donji zglobni nastavci postavljeni su gotovo jedan pokraj drugoga.<sup>20</sup> Posebno se građom ističe posljednji, peti slabinski kralježak koji ostvaruje pregeb kralježnice s kutom od približno 130°, omogućujući uspravan hod, jedinstven za čovjeka. Slabinsko-križni zglob sukladan je ostalim zigapofizealnim zglobovima, no posebno važnost daje mu činjenica da se preko njega i intervertebralnog (i.v.) diska na zdjelici obuhvaća cjelokupna težina gornjeg dijela tijela, uz povećano opterećenje zbog zakosnosti gornje intervertebralne površine križne kosti.<sup>21</sup> Pokreti u kralježnici zbivaju se u vertebralnim dinamičkim segmentima (VDS) kralježnice, i to u zigapofizealnim zglobovima i elastičnim pulpozim jezgama i.v. diska. Opseg pokreta ovisi o dva osnovna mehanizma: zglobnim strukturama, što uključuju

geometriju zglobova i kapsulo-ligamentarne strukture koje ga okružuju i mišićima. Serija malih pokreta u VDS-u rezultira relativno velikim opsegom pokreta, što je tipično za slabinski dio kralježnice. Naime, slabinski je dio kralježnice nakon vratnog dijela njezin najpokretljiviji dio. S obzirom na položaj ploha zigapofizealnih zglobova najveći pokreti mogući su oko poprečne osi, tj. kralježnica se pregiba unaprijed i unatrag (antefleksija i retrofleksija), što je i najvažniji aspekt u njezinoj biomehanici.<sup>22</sup> Pokreti oko sagitalne osi (laterofleksija) znatno su manji, dok je rotacija vrlo ograničena.<sup>20,23</sup> Jedni od glavnih razloga za proučavanje biomehanike slabinske kralježnice jesu identificiranje i analiza promjena koje se javljaju u određenim patološkim stanjima. Povećani pomaci u slabinskoj kralježnici povezani su sa sindromom bolnih leđa. U dijagnozi nestabilnosti u području leđa odlučujući je čimbenik upravo mjera pomaka slabinske kralježnice. Iako je u tom području provedeno više istraživanja, dosadašnja literatura sugerira da su za područje slabinske kralježnice 2 mm pomaka normalna, dok pomaci iznad 4 mm imaju oznaku kliničke nestabilnosti.<sup>22</sup> Za aktivnu i pasivnu napetost odgovorni su mišići. Pasivna napetost povezana je sa strukturnim potencijalom mišića i okolne fascije, dok dinamička mišićna kontrakcija određuje aktivnu napetost.<sup>21</sup> Ispitujući biomehaniku slabinske kralježnice, a s obzirom na kontrolu stabilnosti i prijenos snage između prsnog koša i zdjelice, Bergmark je uveo funkcionalnu klasifikaciju mišića na lokalne i globalne.<sup>24</sup> Lokalni mišići uključuju sve one koji imaju polazište ili hvatište na slabinskoj kralježnici izuzev m. psoas. Oni su uključeni u posturu slabinske kralježnice, kontroliraju zakrivljenost i pružaju sagitalnu i lateralnu krutost kako bi zadržali njezinu mehaničku stabilnost, imaju funkciju spinalne segmentalne kontrole, prilagodbe malim posturalnim pomacima i kretanjima te ulogu u respiraciji. Ti mišići imaju tendenciju hipotonije, atrofije i inhibicije te se sporije aktiviraju u obrascima kretanja, osobito u stanjima boli, ozljede, umora, stresa i emocionalnog šoka. Globalni mišići imaju polazište na zdjelici, a hvatište na prsnom košu. Njihova je glavna uloga stvaranje ravnoteže vanjskih sila, tako da preostala sila koja djeluje na slabinsku kralježnicu može biti pod kontrolom lokalnih mišića. Globalni mišići odgovorni su za kretanje većih amplituda, za opterećenja veće snage i brže kretanje. Oni imaju tendenciju brze aktivacije, tendenciju čvrstoće, skraćivanja, dok im se aktivnost povećava u stanjima boli, umora, stresa te kompleksnih obrazaca kretanja. Na taj način velike varijacije distribucije vanjskog opterećenja dovode do malih varijacija opterećenja slabinske kralježnice, čime su lokalni mišići uvelike ovisni o veličini vanjskog opterećenja i zakrivljenosti kralježnice. Mišići zdjelice bazično osiguravaju osnovni antigravitacijski oslonac, adaptiraju posturalno ponašanje ovisno o kretanjima trupa, imaju respiratornu i posturalnu ulogu pri mehanizmima disanja, stvaraju intraabdominalni tlak za potporu kralježnici, kontroliraju snagu od nogu prema zdjelici te od prsnog koša prema zdjelici, prenose opterećenje po zdjelici, započinju kretanju od zdjelice prema natkoljenici i povezuju funkcioniranje gornjeg i donjeg dijela tijela. Postoji bliska veza između nagiba zdjelice, stupnja lumbalne lordoze i pozicije zgloba kuka. U dinamičkoj kontroli sagitalnog i frontalnoga zdjelice nagiba važnu ulogu imaju duboki intrinzički mišići – m. iliopsoas i m. obturator (uz mišiće stražnje strane natkoljenice – tzv. hamstringsi) te koncentrična, tj. ekscentrična mišićna aktivnost.<sup>25</sup> Sumarno, anatomski odnosi i usklađena aktivnost koštano, vezivnog i mišićnog sustava u području trupa i zdjelice uvjetuju biomehaničke osobine u području slabinskog dijela kra-

lježnice, te posljedično tumačenje patofizioloških promjena, što treba imati na umu prilikom osmišljavanja i odabira tipa vježbi. Pri tome posebnu pozornost treba obratiti na često prisutne skraćene lumbalne ekstenzore i smanjenu pokretljivost zigoapofizealnih zglobova.

Slijedi opis najvažnijih tipova vježbi za bolesnike s kroničnom križoboljom i vježbe s ciljem prevencije epizoda križobolje.

### Vježbe općeg kondicioniranja

Programi vježbanja i fizičkih aktivnosti koji nisu usmjereni direktno na slabinsku kralježnicu uključuju generičke vježbe, kao što su plivanje, trčanje ili vožnja bicikla. Radi se o aerobnom treningu, vježbama opće snage, izdržljivosti i koordinacije, što može poboljšati stanje kronične križobolje preko multiplih mehanizama. To su poboljšano kondicioniranje i samopouzdanje u obavljanju svakodnevnih aktivnosti, poboljšanje socijalne interakcije, smanjenje izbjegavanja pokreta zbog straha i općeg smanjenja anksioznosti te otpuštanje endorfina i promjene neuroplastičnosti središnjega živčanog sustava, što rezultira smanjenjem osjeta boli.<sup>26,27</sup> Obično se kombiniraju s edukacijskim programima i savjetima da se ostane aktivan. Postoje umjereni dokazi da je opći aerobni trening i trening snaženja uključivo i vježbanje u vodi (tzv. *aquafitness*) učinkovitiji glede dugoročne redukcije nesposobnosti u usporedbi s osobama koje ne provode takve aktivnosti. Također, postoje ograničeni dokazi da je provođenje vježbi u smislu kućnog aerobika učinkovitije nego u kontrolnih ispitanika glede poboljšanja boli, smanjenog uzimanja lijekova, radnog statusa i raspoloženja.<sup>28</sup> Stoga se, načelno, opće kondicijske vježbe mogu preporučiti bolesnicima s kroničnom križoboljom ili osobama u kojih postoji rizik od rekurentnih epizoda križobolje.

### Fleksijske vježbe

Dr. Paul Williams publicirao je svoj program fleksijskih vježbi 1937., za bolesnike s kroničnom križoboljom i degenerativnim promjenama kralježnice (i.v. diska). Vježbe su namijenjene bolesnicima do 50 godina života i bolesnicima do 40 godina života s pojačanom slabinskom lordozom i s radiološki vidljivim suženjem intervertebralnog prostora (L1–S1), čiji su simptomi kronični i ne jakog intenziteta. Williamsove fleksijske vježbe bile su desetljećima stožerne vježbe u liječenju križobolje bez obzira na uzrok. Cilj je vježbi smanjiti boli i povećati stabilnost donjeg dijela kralježnice jačanjem abdominalnih i glutealnih mišića te mišića stražnje lože natkoljenice, uz istezanje fleksora kuka i sakrospinalnih mišića kako bi se osigurao balans ekstenzornih i fleksornih posturalnih mišića.<sup>29,30</sup> Williamsove fleksijske vježbe minimiziraju aktivnost mjerenu elektromiografski (EMG) u slabinskoj i sakralnoj regiji uz pripomoć produženja tih mišića tijekom stražnjeg nagiba zdjelice, a posebno vježbe izravnjanja lordoze, sklupčanja, prislanjanja koljena na prsa i istezanja stražnje lože, što je pokazano u ispitivanju uzorka i veličine EMG aktivnosti paraspinalnih mišića u 16 dobrovoljaca. U većini slučajeva EMG aktivnost bila je veća pri izvođenju vježbi s prednjim nagibom zdjelice, što podupire koncept da vježbe treba izvoditi sa stražnjim nagibom zdjelice u supinatnoj poziciji i stabiliziranim gornjim dijelom tijela. Ipak, ostaje nepoznato vrijedi li ovo istraživanje i za bolesnike s križoboljom. Naime, oni mogu drugačije odgovoriti pri fleksiji trupa, jer se njihovi erectori spine ne relaksiraju pri punoj fleksiji, štiteći se od moguće ozljede.<sup>31</sup> Fleksijskim vježbama otvaraju se inter-

vertebralni forameni, istežu ligamentarne strukture i distrahiraju zigoapofizealni zglobovi. To postaju pogodnima za bolesnike u kojih je disfunkcija zigoapofizealnih zglobova primarni izvor boli, ali rade se i s idejom oslobađanja od pritiska na živčane strukture kod iritacije spinalnih korjenova. Na anatomskome modelu (kadaverima) pokazano je da se fleksijom može povećati prostor spinalnog kanala, srednji sagitalni dijаметar, subartikularni sagitalni dijаметar i sve foraminalne dimenzije.<sup>32</sup> S druge strane fleksijskim se vježbama može povisiti intradiskalni tlak.<sup>33</sup> U usporedbi s ekstenzijskim vježbama fleksijske znatnije povećavaju sagitalnu gibljivost.<sup>34</sup> Međutim, mora se imati na umu da zakočenost u donjem dijelu leđa može biti simptom križobolje, a ne njezin uzrok pa i povećanje mobilnosti ne mora neminovno voditi smanjenju boli.<sup>35</sup>

### Ekstenzijske vježbe

Za razliku od fleksijskih vježbi ekstenzijske vježbe imaju veći učinak na prednji dio VDS-a, pomičući ispučeni i.v. disk, posredstvom stražnjeg uzdužnog ligamenta, natrag na njegovo fiziološko mjesto. Pri tome ekstenzijske vježbe koje se provode u neutralnom položaju jačaju mišiće leđa, dok hiperekstenzijske vježbe povećavaju pokretljivost slabinskog segmenta.<sup>26</sup> Dakle, ekstenzijske i hiperekstenzijske vježbe rabe se kao vježbe izbora u posturalnoj slabosti, onda kada je smanjena snaga leđnih mišića, ali i kod protruzije i.v. diska, jer omogućavaju pomicanje nukleusa pulpozusa prema naprijed, a mogu utjecati i na pozicioniranje zglobnih tijela zigoapofizealnih zglobova.<sup>26</sup> Pretražujući pojedinačnu literaturu, nalazimo dokaze o učincima ekstenzijskih vježbi na malim uzorcima ispitanika (14–28), kod treniranih sportaša i zdravih osoba, dok pretraživanje u velikim bazama podataka (npr. Cochraneovoj) ne daje podatke s velikom snagom dokaza o njihovoj učinkovitosti. Poglavitito nema podataka o uspoređivanju s drugim vrstama vježbi za slabinsku kralježnicu. Ekstenzijske vježbe nedvojbeno utječu na povećanje snage ekstenzora trupa i drugih praćenih parametara koji govore o promjenama na mišićnim skupinama tijekom vježbanja, ali se ta istraživanja ne referiraju na praktično značenje navedenih promjena u prevenciji ili liječenju križobolje.<sup>36–40</sup> U terapijskom smislu najčešće se spominju u sklopu koncepta McKenziejevih vježbi. Prema McKenzieju bolesnici koji najbolje reagiraju na primjenu ekstenzijskih vježbe jesu bolesnici s akutnom, subakutnom i kroničnom križoboljom, koja je započela ili naglo ili postupno s oštrom boli s iradijacijom u noge ili bez nje, uz popratno ograničenje kretanja (molim v. dalje).<sup>41</sup> U praksi se često kombiniraju fleksijski i ekstenzijski tipovi vježbi, što je važno radi uspostavljanja ravnoteže ekstenzora i fleksora trupa, s tim da su ekstenzori odgovorni za uspravni stav pa su i snažniji dio tog dueta. Nema studija usporedbe fleksijskih i/ili ekstenzijskih vježbi s nekim aktivnim ili inaktivnim tretmanom u bolesnika s kroničnom križoboljom. Usporedba fleksijskih i ekstenzijskih vježbi u toj indikaciji provedena je u tri male studije: u dvije bez razlike u smanjenju boli, a u jednoj je pokazan bolji učinak fleksijskih vježbi.<sup>42</sup> Ekstenzijske su vježbe kontraindicirane kod spinalne stenozе i spondilolisteze, kod jako izraženih degenerativnih promjena malih zglobova (mogućnost znatne redukcije i.v. otvora pri vježbanju) te akutnog prolapsa i.v. diska.<sup>26</sup> Fleksijske i ekstenzijske vježbe kontraindicirane su neposredno nakon kirurških zahvata na kralježnici, s posljedičnim stvaranjem ožiljnog tkiva.

### McKenziejev koncept u dijagnostici i liječenju križobolje

Krajem 50-ih godina prošloga stoljeća novozelandski fizioterapeut Robin McKenzie razvio je poseban sustav vježbi sa svrhom liječenja i prevencije budućih epizoda križobolje, koji je tada bio prilično revolucionaran i drugačiji od tadašnjih načina liječenja. Prema McKenzieju velika većina bolesnika s križoboljom tvrdi da im se bol pojačava pri sjedenju ili prilikom ustajanja iz sjedećeg položaja te stoga on drži da se gotovo sve križobolje pogoršavaju ako već nisu uzrokovane lošom postavom. Pri tome je bitno u terapiju uključiti bolesnike koji imaju intermitentne ishialgije, a bez neuroloških deficita. To znači da mora postojati dio dana kada bolesnik ne osjeća ni boli ni parestezije u nogama.<sup>43</sup> Bolesnici s bolima koje se ne mogu smanjiti ili centralizirati (povlačenje simptoma s udaljenih dijelova ekstremiteta prema kralježnici) ni pojedinim pokretima ni u određenoj poziciji, kao i bolesnici koji trajno imaju jake boli u nogama s neurološkim deficitom nisu prikladni za mehaničke procedure koje su sastavni dio McKenziejeva pristupa liječenju križobolje.

McKenziejev pristup bolesniku s križoboljom dijagnostički je i terapijski. Medicinske vježbe, kao terapijski dio, dominantno su ekstenzijskog tipa, iako se nakon posebno provedenog testiranja provode i određene fleksijske vježbe, ovisno o tipu problema koji je utvrđen. Prema McKenziejevu sustavu (engl. *The Mechanical Diagnosis and Therapy system*) bolesnici se mogu podijeliti u tri osnovne kategorije: posturalni sindrom, disfunkcijski sindrom i *derangement* sindrom ili sindrom raspada (engl. *derangement* = rastrojstvo), a svaka od tih pojedinih grupa ima specifičan način liječenja. Također, postoje potklasifikacije unutar svake grupe.<sup>44,45</sup>

Posturalni sindrom nastaje kao rezultat dugotrajnih položaja ili pozicija tijela koje mogu zahvatiti zglobne površine, mišiće i tetive. Bol je obično lokalizirana i izaziva se u krajnjim položajima normalnog opsega kretanja, npr. u antefleksijskom položaju trupa. Ponavljani pokreti po McKenziejevu konceptu ne mijenjaju simptome, a odgovor bolesnika na primjenu takvih pokreta vrlo je brz (npr. odmah dolazi do smanjenja boli).

Disfunkcija znači da postoji određeno adaptivno skraćivanje, ožiljna promjena ili adhezija niti u području vezivnog tkiva koja uzrokuje nelagodu. Disfunkcija može biti intermitentna ili kronična, ali je njezina glavna značajka konzistentno smanjen pokret i pojava boli u krajnjim položajima normalnog opsega pokreta.

*Derangement* sindrom najčešće je prisutan sindrom u kliničkoj praksi. Njegova glavna obilježja jesu osjetljivost za točno određene pokrete i preferiranje djelomičnih obraza pokreta. Tako, pri izvođenju određenih pokreta poput antefleksije i/ili retrofleksije boli se centraliziraju ili su manjeg intenziteta. Ovaj sindrom može biti reducibilan i nereducibilan. U nereducibilnom obliku prisutni su svi znakovi *derangement* sindroma, a nijedan postupak ne dovodi do promjene simptoma, dok u reducibilnom *derangement* sindromu postoji obično jedan pokret pri testiranju ponavljanim pokretima koji centralizira bol ili smanjuje njezin intenzitet, a suprotan pokret pogoršava simptome ili periferizira bol u distalniji dio ekstremiteta.

Kao i kod drugih sustava vježbanja još nema dovoljno čvrstih dokaza o učinkovitosti McKenziejeva koncepta u bolesnika s križoboljom. Cherkin i sur. našli su da je program temeljen na McKenziejevu konceptu smanjio sveukupnu smetnju zbog simptoma od 0,8 bodova na ljestvici od 0

do 10, nakon 4 tjedna u usporedbi s edukacijskim priručnicima ( $P = 0,06$ ).<sup>46</sup> Kao dodatak standardnom liječenju (prve linije) dovodi do statistički značajnog, iako malog smanjenja boli, kao i smanjene provedbe zdravstvene skrbi ( $P = 0,002$ ), ali ne i drugih promatranih parametara (globalni učinak, nesposobnost, funkcija i rizik od perzistiranja simptoma), i to u kratkotrajnom praćenju.<sup>47</sup>

### Vježbe istezanja

Postura i gibljivost, optimalan balans između snage i fleksibilnosti važni su čimbenici za pojavu funkcionalnih i strukturnih poremećaja koji mogu dovesti do križobolje. Gipkost (fleksibilnost) jedna je od osnovnih mjera tjelesne kondicije. Definira se kao sposobnost izvođenja punog opsega pokreta u jednom ili više zglobova bez boli, a specifična je za svaki pojedini zglob.<sup>48–50</sup> Gipkost je povezana s nasljednim osobinama, fizičkom aktivnošću, zglobnim strukturalama, kvalitetom kože, prethodnim ozljedama tkiva, kao i s dobi i spolom, a za njezino postizanje odgovorni su biomehanički, neurološki i molekularni mehanizmi. Istezanje (engl. *stretching*) tehnika je svrhovitoga, postupnog i kontroliranog istezanja/razvlačenja tetivno-mišićnih jedinica preko njihove fiziološke duljine koju imaju u stanju mirovanja.<sup>51</sup> Primjena vježbi istezanja često je dio rehabilitacijskog programa bolesnika s kroničnom križoboljom. Različite teorije pokušavaju objasniti mehanizme mišićne rastezljivosti i učinak istezanja na mišićno-tetivnu jedinicu. Tijekom istezanja mišića tenzija se prenosi i na druge strukture, kao što su zglobna čahura i fascija, koje su građene od druge vrste tkiva i s drugačijim biomehaničkim mogućnostima u odnosu na mišiće.<sup>51</sup> Duljina mišića pri istezanju, između ostaloga, ovisi o broju istegnutih mišićnih vlakana, tj. što je veći broj istegnutih mišićnih vlakana, to je i veća duljina mišića.<sup>49,52</sup> Nakon što mišić postigne svoju maksimalnu duljinu, daljnje istezanje opterećuje ligamente i tetive. Tetiva osigurava oko 10% ukupnog otpora u zglobu. Smatra se da stres istezanja od 4% odgovara granici reverzibilnosti, odnosno elastičnosti tetiva. U praksi granica istezanja treba biti osjećaj nelagode i napetosti, bez boli, dok prekomjerno istezanje može oslabiti integritet zgloba i dovodi do njegove nestabilnosti, što povećava rizik od ozljede. Promjene u napetosti uključuju i inverzni miotaktički refleks ili reakciju na produljenje mišića, s ciljem zaštite mišića i drugih struktura od ozljede i pucanja. Postoji nekoliko vrsta elastičnosti: dinamička (kinetička) fleksibilnost – sposobnost izvođenja dinamičkih pokreta mišića kroz puni opseg pokreta u određenom zglobu; statička – aktivna fleksibilnost (aktivna fleksibilnost) – sposobnost postizanja i zadržavanja ispružene pozicije u zglobu ili više njih, koristeći se samo napetošću agonista i sinergista, dok je mišićna skupina antagonista istegnuta; statička – pasivna fleksibilnost (pasivna fleksibilnost) – sposobnost postizanja i zadržavanja ispružene pozicije u određenom zglobu, koristeći se samo vlastitom težinom tijela, vlastitih ekstremiteta ili nekom spravom.<sup>53–55</sup> Balističko istezanje jest istezanje velikom brzinom i intenzitetom, a pri tome pokret prelazi njegov normalan opseg. Primjenom ove metode istegnuti se mišić ne prilagođava na produljenje, jer naglo istezanje uključuje refleks istezanja, što dovodi do mišićne kontrakcije i stvaranja napetosti. Ono se, zbog mogućnosti ozljeda, ne preporučuje kod starijih osoba.<sup>54</sup> Proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (PNF) metoda je kojom se facilitira ili inhibira aktivacija mišića. Pri tome su nužne normalna inervacija i očuvana voljna kontrola. Tom se metodom kombiniraju izometričke, koncentrične i ekscentrične

ne kontrakcije sa statičkim i dinamičkim istezanjem mišića. Njima se poboljšava balans, odnos agonista i antagonista, stabilnost zgloba te pozitivno utječe i na mišićnu izdržljivost i ostvaruje bolja gipkost.<sup>54-57</sup> Načelno, životna dob nije kontraindikacija za primjenu medicinskih vježbi istezanja. Općenito, starije osobe imaju slabiju pokretljivost i manju elastičnost tkiva te trebaju više vremena za postizanje bolje fleksibilnosti. Tako je u radu Einkaufa i sur. u žena dobi od 20 do 84 godine mobilnost kralježnice bila smanjena s višom životnom dobi i to 20% u pokretu antefleksije, 33% u lateralnoj fleksiji i 50% u retrofleksiji.<sup>58</sup> Za sada nema jasnih smjernica kako neki aspekti statičkog istezanja (npr. trajanje) mogu utjecati na različite fizičke mjere učinka (npr. koncentričnih sila, ekscentrična sila, izometričke sile, snaga, brzina).<sup>55</sup> Prema lokalizaciji najčešće se rabe vježbe istezanja lumbalnih ekstenzora i mišića psoasa, kao i stražnje lože mišića natkoljenice. U analizi dvadeset i osam randomiziranih, kontroliranih studija u kojima je istražen učinak specifičnih vježbi za križobolju, uključujući i vježbe istezanja, zaključeno je da u kroničnoj križobolji te vježbe smanjuju bol i povećavaju opseg pokreta u križima, ali ostavlja se i mogućnost da vježbe istezanja imaju i psihosocijalne učinke.<sup>59</sup> Iako su za povećanje opsega pokreta učinkovite sve vrste vježbi istezanja, čini se da je PNF tip istezanja bolji za brže postizanje rezultata.

Trenutačno postoje oprečna mišljenja o primjeni statičkog istezanja prije vježbanja. Stručnjaci sportske medicine načelno preporučuju statičko istezanje prije vježbanja kao dio zagrijavanja kako bi se postigla bolja ravnoteža i spremnost za fizičku aktivnost.<sup>60</sup> Međutim, novija su istraživanja pokazala da statičko istezanje može imati negativne učinke ako se provodi prije vježbanja.<sup>55,61,62</sup> Prije vježbi istezanja preporučuje se primjena toplinskih procedura. U metaanalizi Nakana i sur. primjena ultrazvuka, kratkog vala ili toplih obloga na zdravoj populaciji znatno je povećala opseg pokreta nakon vježbi istezanja.<sup>63</sup>

### Stabilizacijske vježbe

Stabilizacijske vježbe u liječenju križobolje u literaturi se prvi put spominju 1996. godine, kada je skupina istraživača sa Sveučilišta Queensland (Australija) objavila prvi članak o toj temi.<sup>64</sup> Od tada se znatno povećao broj relevantnih istraživanja, a vježbe su postale popularne i sve se češće primjenjuju u kliničkoj praksi. Prema konceptu spinalne segmentalne stabilizacije ključ stabilnosti slabinske kralježnice nije snaga, već koordinacija motoričke kontrole kako bi se postigao neutralni položaj zglobova kralježnice. Stoga, vježbe lumbalne stabilizacije imaju za cilj poboljšanje neuromuskularne kontrole, snage i izdržljivosti mišića te održavanje dinamičke stabilnosti kralježnice i trupa.<sup>26</sup> Mozak osoba koje nemaju anamnezu križobolje koristi se dvjema odvojenim strategijama za programiranje koordinacije pokreta tijekom svakodnevnih aktivnosti. Jedna je strategija za blago opterećenje kralježnice s naglaskom na jačanju tzv. »unutarnje jedinice« leđnih i trbušnih mišića, a druga strategija za veće opterećenje kralježnice koja uključuje uporabu mišića tzv. »vanjske jedinice«. Slabom, spororastućom, kontinuiranom i toničkom kontrakcijom dubokih stabilizirajućih mišića osigurava se kontinuirana zaštita pojedinih segmenata od niskog opterećenja kralježnice i to je naša »prva obrana« od stresa i naprezanja. Nakon ozljede ili zbog degenerativnih promjena kralježnice dolazi do oštećenja dubokih stabilizirajućih mišića i oni gube tonus ili se uopće ne kontrahiraju. U tim uvjetima mozak je prisiljen promijeniti strategiju motoričkog programiranja, i to tako

da pojačano aktivira mišiće vanjske jedinice u svrhu stabilizacije kralježnice. Nažalost, ti vanjski leđni i trbušni mišići nisu sposobni za segmentalnu stabilizaciju, što se pri kliničkom pregledu uočava kao spazam mišića, koji već pri aktivnostima niskog intenziteta prelazi u zakočenost. Zbog svega toga potrebno je ponovo osposobiti duboke stabilizirajuće mišiće, i to provođenjem specifičnih stabilizacijskih vježbi.<sup>65-67</sup> Više je mehanizama predloženo za objašnjenje analgetskog učinka stabilizacijskih vježbi, a najčešće se spominje smanjenje opterećenja kao rezultat poboljšane koordinacije mišića trupa, na koju utječu i neuroplastične promjene u motoričkom korteksu.<sup>68</sup> Specifično, stabilizacijske vježbe uključuju snaženje m. multifidusa i m. transversusa abdominis, uz dodatne vježbe za mišiće male zdjelice, kontrolu disanja i kontrolu spinalne posture i pokreta.<sup>9</sup> Za optimalno snaženje dubokih mišića trupa važna je postupnost u vježbanju.<sup>67</sup> Vježbe se temelje na progresiji, a izvode se iz četiri osnovna položaja: neutralnoga ležećeg položaja na leđima, položaja »mosta«, četveronožnog i klečećeg položaja. Prilikom vježbanja možemo se koristiti vizualnim *biofeedback* (biološka povratna spregra) s pomoću *real-time* ultrazvuka, površinske elektromiografije ili taktilnom *biofeedback* palpacijom mišića vanjske jedinice.<sup>67</sup>

Jedan od indikatora motoričke kontrole u križobolji jest *timing*, odnosno početak aktivacije dubokih mišića trupa pri narušavanju spinalne stabilnosti destabilizirajućim silama.<sup>69</sup> U bolesnika s kroničnom i rekurentnom križoboljom zapažena je zakasnjela aktivacija dubokih mišića trupa kao odgovor na posturalne smetnje inducirane brzom fleksijom u ramenu.<sup>64,68,70</sup> Iako bi stabilizacijske vježbe to trebale ispraviti, podaci iz literature nisu potvrdili korelaciju poboljšanja aktivacije dubokih trbušnih mišića u odnosu na bol i funkciju.<sup>71</sup> Inače, publicirano je više studija koje su pokazale učinkovitost stabilizirajućih vježbi u bolesnika s križoboljom<sup>72-74</sup> premda ima i onih koje to nisu uspjele dokazati.<sup>75-79</sup> Primjerice, u randomiziranom istraživanju kontroliranom placebom Coste i suradnika na uzorku od 154 bolesnika s kroničnom križoboljom stabilizacijske vježbe za slabinsku kralježnicu (12 polusatnih dnevni tretmana, tijekom 8 tjedana) dovele su do kratkoročnog i dugoročnog poboljšanja općeg dojm oporavka i aktivnosti te do dugoročnog (ne i kratkoročnog) smanjenja boli.<sup>73</sup> U trogodišnjem praćenju bolesnika s kroničnom nespecifičnom rekurentnom križoboljom dokazana je veća učinkovitost stabilizirajućih vježbi glede poboljšanja nesposobnosti, ali ne i smanjenja boli i straha od ponovne atake križobolje u odnosu na manualnu terapiju.<sup>80</sup> U usporednom istraživanju stabilizacijskih vježbi i vježbi snaženja mišića trbuha i trupa na uzorku od 30 bolesnika s kroničnom križoboljom, Franca i sur.<sup>81</sup> zaključili su da su stabilizacijske vježbe superiorne u svim ispitivanim varijablama (bol, funkcijska nesposobnost i kapacitet aktivacije m. transversusa abdominis). Nasuprot tomu, mjerenjem mišićne aktivnosti (m. rectus abdominis, m. externus obliquus abdominis i m. erector spinae) tijekom provođenja različitih vrsta vježbi i mjerenjem opsega pokreta u slabinskoj kralježnici u bolesnika s kroničnom nespecifičnom križoboljom i zdravih osoba Marshall i sur. pokazali su da sve vježbe imaju terapijski učinak i da nema opravdanja za tako široku primjenu stabilizacijskih vježbi u kliničkoj praksi, osim u slučajevima kada se radi o nestabilnosti kralježnice.<sup>82</sup> Prema rezultatima dvaju recentnih sustavnih pregleda<sup>83,84</sup> stabilizacijske su vježbe u kroničnoj križobolji kratkoročno i dugoročno učinkovitije u smanjenju boli i nesposobnosti nego liječenje kod obiteljskog

liječnika, ali su jednako učinkovite kao i drugi fizioterapijski modaliteti liječenja.<sup>85</sup> Unatoč nekonzistentnim literaturnim podatcima većina se autora slaže da su stabilizacijske vježbe korisne u liječenju bolesnika s kroničnom i rekurentnom nespecifičnom križoboljom, dok se u akutnom i subakutnom stadiju ne bi trebale primjenjivati.<sup>5,9,18</sup>

### Edukacija posture, vježbe s loptom, Pilatesova metoda i joga

U bolesnika s križoboljom uočava se tendencija sličnih obrazaca ponašanja, koji se svrstavaju u generalnu paradigmu disfunkcije. Kinematički obrasci kretanja adaptiraju se nakon ponavljanja aktivnosti svakodnevnog života i rezultiraju promijenjenom kontrolom kretanja i posture te dovode do ponavljane mikrotraume i ozljede.<sup>25</sup> Pravilna postura, tj. optimalan položaj tijela u sagitalnoj ravnini podrazumijeva prolaz gravitacijske linije kroz processus mastoideus temporalne kosti, blago ispred ramena, kroz trupove lumbalnih kralježaka, kroz centar zdjelice do drugoga sakralnog kralješka, malo iza zgloba kuka i malo ispred koljena i nožnog zgloba. U frontalnoj ravnini linija gravitacije prolazi kroz središte glave, trupa i zdjelice te između oba stopala i na taj način imaginarno tijelo dijeli u dvije simetrične, istovrsne polovice. Svako odstupanje od tog neutralnog položaja može se smatrati nepravilnom posturom. Ispravljanje nepravilne posture i loše kontrole kretanja koje dovodi do križobolje postiže se modificiranjem uobičajenog držanja, jednostavnom prilagodbom dnevnih aktivnosti i medicinskim vježbama.<sup>86</sup> Nekoliko dobro svladanih pasivnih i aktivnih posturalnih aktivnosti kao što su pravilno sjedenje, stajanje, ležanje na leđima s ukriženim nogama i jastukom ispod slabinskog dijela leđa, uz nekoliko osnovnih vježbi motoričke kontrole tipa »Allah« istežanja ili ležanja na leđima s oba koljena u fleksiji i stopalima na podu i naizmjeničnom rotacijom zdjelice često donosi bolji rezultat nego provođenje niza općenitih vježbi. Medicinske vježbe za poboljšanje posture trebale bi biti specifične u odnosu na problem, a s ciljem ispravljanja disfunkcije segmentalne motoričke kontrole. Njihovim ponavljanjem izvođenjem motorički se obrasci »ucrtavaju« u središnji živčani sustav. Ključna sastavnica u postizanju cilja jest dobra kontrola pravilnog izvođenja vježbi. Čest je problem, međutim, nepopravljivost motoričke kontrole, jer bolesnik ima slabu opažajnu osjetljivost i kontrolu idealnog pokreta te postoji rizik da bolesnik nauči i provodi nepoželjne pokrete, zbog čega je važno izvoditi ih (barem dok se dobro ne nauče) pod nadzorom stručnjaka.

Lopta se u rehabilitaciji počela rabiti 60-ih godina prošlog stoljeća u Švicarskoj, sa svrhom liječenja različitih tegoba u okviru ortopedске, pedijatrijske i neurološke problematike. Specifičnost vježbi s loptom jest u tome što se tijelo bolesnika istodobno nalazi na dvije podloge, na stabilnom podu i pokretljivoj lopti. To bolesniku omogućava veću mobilnost, trening održavanja ravnoteže i proprioceptivnu kontrolu. Vježbe s loptom mogu biti nepromjenjive lokacije (jedna ili više kontaktnih točaka ostaje na podu tijekom vježbe) ili promjenjive lokacije (osoba i lopta mijenjaju lokacijske točke tijekom vježbe). Promjer lopte koja se rabi tijekom vježbanja ovisi o visini bolesnika (primjerice za osobu visine 145 – 160 cm rabi se lopta promjera 55 cm, tj. srednja veličina – M). Ne postoji protokolarni set vježbi na lopti za bolesnike s križoboljom. Vježbe ne bi smjele pojačavati bol, a za cilj imaju stabilizirati hipermobilne segmente kralježnice, mobilizirati hipomobilne segmente kralježnice, postići dobar posturalni status, smanjiti bol i poboljšati

funkciju. Načelno, u rehabilitacijskom programu kombiniraju se vježbe stabilizacije trupa, ekstenzijske, fleksijske vježbe i vježbe istežanja sa svrhom uvođenja raznovrsnosti vježbanja i bolje bolesnikove adherencije, uz individualni pristup pacijentu. Vježbe s loptom ne preporučuju se bolesnicima s križoboljom jakog intenziteta boli, bolesnicima s oštećenjem kralježnice praćenim nestabilnošću, u slučajevima kad vježbom dolazi do egzacerbacije tegoba te za bolesnike koji se boje pada s lopte ili se ne osjećaju ugodno na njoj. U pregledu dostupne literature u pojedinim afirmativnim studijama, uglavnom na manjem broju bolesnika s križoboljom, pokazano je da vježbe na lopti smanjuju bol i poboljšavaju funkciju<sup>87</sup> te povećavaju stabilnost kralježnice,<sup>88</sup> a također mogu smanjiti bol i poboljšati izvođenje aktivnosti svakodnevnog života u trudnica s križoboljom.<sup>89</sup> Pojedine vježbe na lopti tipa trbušnjaka na lopti ili vježbi »rolanja« lopte (*roll out*) ili podizanje zdjelice ležeći na leđima s flektiranim koljenima i stopalima na lopti (*pike*) osnažuju trbušne mišiće (poglavito m. rectus i m. obliquus abdominis) u većoj mjeri nego izvođenje uobičajenih vježbi za trbušne mišiće<sup>90</sup> ili izvođenje vježbi za trbušne mišiće na spravama.<sup>91</sup>

Vježbe na lopti mogu se provoditi i kao Pilatesove vježbe, no one nisu samo vježbe na lopti. Joseph H. Pilates osmislio je tijekom I. svjetskog rata niz vježbi koje bi mogle pomoći pri raznim vrstama ozljeda te kod ljudi »lošeg držanja«. Pri izvođenju vježbi koristio se improviziranim pomoćnim sredstvima čije moderne verzije i danas služe u provođenju tih vježbi. Tijekom godina bile su prihvaćene diljem gotovo cijelog svijeta te se tako razvila Pilatesova metoda, kao cjelovit i detaljan program mentalnog i fizičkog treninga sa širokim opsegom potencijalnih vježbi koje su namijenjene različitim dobnim skupinama, različite kondicijske spreme. Iako postoje malobrojni dokazi o pozitivnom učinku provođenja Pilatesovih vježbi kod bolesnika s križoboljom, poglavito u smislu kratkoročnog smanjenja boli i globalne ocjene zdravlja,<sup>92</sup> nema definitivne usuglašenosti o njihovoj preporuci za provođenje. U sistematskom pregledu La Touchea i sur. koji je (tri kliničke studije) pokazao da te vježbe smanjuju bol i funkcionalnu onesposobljenost u bolesnika s križoboljom,<sup>93</sup> dok su u sistematskom pregledu Posadskog i sur. (četiri randomizirane kontrolirane studije – RCT) autori zaključili da ne postoje uvjerljivi dokazi o pozitivnim učincima Pilates vježbi u bolesnika s križoboljom.<sup>94</sup> Što se tiče usporedbe Pilatesovih vježbi sa »standardnim« vježbama za križobolju zaključci studija su također kontradiktorni. Aladro-Gonzalvo i sur., analizirajući 9 RCT-a, naveli su da su Pilatesove vježbe blaže superiorne u odnosu na druge vježbe u smanjenju funkcijske nesposobnosti, no ne i u smanjenju boli,<sup>95</sup> dok je Lim u sistematskom pregledu s metaanalizom koji je uključio 7 RCT-a, zaključio da Pilatesove vježbe više smanjuju bol u odnosu na minimalne intervencije, no nisu uspješnije u smanjenju boli i funkcijske nesposobnosti u odnosu na terapijske vježbe.<sup>96</sup> Konačno, u recentnome sistematskom pregledu (10 primarnih studija na 5 sistematskih pregleda) Wells i sur. naglašavaju da ne postoje uvjerljivi dokazi da Pilatesove vježbe smanjuju bol i onesposobljenost u bolesnika s križoboljom.<sup>97</sup>

Joga se može opisati kao sustav tjelesnih i duhovnih vježbi ili, jednostavnije, oblik vježbi za »tijelo i um«. Počeci njezina prakticiranja u Indiji datiraju još otprilike 4000 godina, dok se danas izvodi gotovo u cijelom svijetu, i to najčešće u Sjedinjenim Američkim Državama (SAD) kao Hatha yoga.<sup>98</sup> Joga se sastoji od tri integrirane sastavnice

koje uključuju *asane* (položaje), *pranayame* (vježbe disanja) i meditaciju ili relaksaciju. Većinom se prakticira radi »zdravstvenog blagostanja«, a prema anketi provedenoj u SAD-u na uzorku od 2055 ispitanika čak 21% odraslih vježba jogu zbog vratobolje ili križobolje.<sup>99</sup> Položaji u jogi osmišljeni su sa svrhom povećanja fleksibilnosti i snage tijela te poboljšanja ravnoteže, a retrofleksija, antefleksija, rotacija trupa ili položaji održavanja ravnoteže izvode se u stojećem, sjedećem ili ležećem položaju. Vježbe disanja pomažu održavanju pravilne posture i smislenom fokusiranju na izvođenje položaja. U Hatha jogi vježba u trajanju između 60 i 90 minuta završava kratkim periodom meditacije ili relaksacije. Postoje i drugi oblici joge kao što su Iyengar joga, Viniyoga, Ashtanga joga ili Bikram joga, svaki sa svojim specifičnostima. Precizan mehanizam terapijskog učinka joge je nejasan, no smatra se da djeluje na smanjenje utjecaja fizičkih i mentalnih uzročnih čimbenika nespecifične kronične križobolje.<sup>94</sup> U pregledu literature nalaze se studije u kojima se navodi smanjenje boli, funkcionalne nesposobnosti i depresije u bolesnika s križoboljom koji su provodili jogu,<sup>100</sup> bolji učinak nego u bolesnika u kojih je provedena samo edukacija, ali bez statistički značajnog poboljšanja u odnosu na »standardne« terapijske vježbe.<sup>101</sup> U sistematskoj preglednoj studiji Posadskog i sur. u pet RCT-a pokazano je da joga statistički značajnije smanjuje bol nego edukacija i provođenje terapijskih vježbi, dok u dvije studije nije bilo značajne razlike.<sup>102</sup> Glede poboljšanja kvalitete života u bolesnika s križoboljom, ona je veća u bolesnika koji su provodili jogu nego u onih koji su provodili terapijske vježbe.<sup>103</sup> U recentnome sistematskom pregledu i metaanalizi Cramer i sur. izdvojili su 10 visokokvalitetnih studija u kojima je sudjelovalo 967 bolesnika te zaključili da postoje snažni dokazi o kratkoročnom i dugoročnom smanjenju boli, snažni dokazi o kratkoročnom smanjenju funkcionalne nesposobnosti i globalnom poboljšanju zdravlja u bolesnika s križoboljom koji su provodili jogu,<sup>104</sup> dok u sistematskom pregledu Hilla i sur. u kojem su autori usporedili jogu s drugim terapijskim modalitetima (terapijske vježbe) unatoč »obećavajućim rezultatima« nisu mogli donijeti čvrsti zaključak o superiornosti joge.<sup>105</sup>

#### Programi specifičnih vježbi za križobolju uvjetovani statusom bolesnika (klasifikacijski i individualno temeljena terapija)

Najnoviji trendovi u biomedicinskoj literaturi promoviraju primjenu klasifikacijskih kriterija križobolja po podgrupama, prema kojima bi se određivala vrsta vježbi, pratila uspješnost terapije te bi se prepoznali dobri i loši prognostički čimbenici.<sup>106</sup> Klasifikacijski modeli rabe se za bolesnike s križoboljom u svim fazama bolesti (akutnoj, subakutnoj i kroničnoj), s prisutnom radikulopatijom ili bez nje<sup>107-109</sup> te uzimajući u obzir komorbiditet.<sup>110</sup> Jedna od najpoznatijih klasifikacija križobolje koja bolesnika svrstava u podgrupe prema anamnezi, položajima u kojima se javljaju/pojačavaju simptomi križobolje i prema prisutnim kliničkim znakovima za osnovni cilj ima provođenje specifičnih vježbi, individualno prilagođenih samom bolesniku jest ona Delitta i sur. (tablica 1.).<sup>111</sup>

Jednostavan klasifikacijski model Flynna i sur. temelji se na ovim kriterijima: bolesnik ima križobolju u trajanju kraćem od 16 dana, rezultat upitnika »strah od pokreta« (engl. *Fear-avoidance belief*, kr. FAB) manji je od 19, unutarja rotacija u kuku veća je od 35° opsega pokreta, smanjena je mobilnost lumbalne kralježnice i simptomi nisu prisutni ispod koljena. Prema toj klasifikaciji u bolesnika

Tablica 1. Klasifikacijski model križobolje ovisan o ključnim simptomima i znakovima po kojem se određuje terapija (Delitto i sur., 1995) (prema referenciji br. 111).

Table 1. Classification model of low back pain dependent on key symptoms and signs determining the treatment (Delitto et al., 1995) (according to reference no. 111).

Klasifikacija u podgrupe Classification into subgroups	Simptomi i znakovi Symptoms and signs	Primijenjena terapija Applied treatment
Mobilizacija / Mobilization	Positivan obrazac otvarača i zatvarača / Positive opening and closing pattern	Mobilizacija po tipu otvarača ili zatvarača; manipulacija / Mobilization by type of opening and closing; manipulation
Imobilizacija / Immobilization	Učestale epizode križobolje / Stajanje pogoršava simptome	Vježbe snaženja mišića stabilizatora kralježnice / Exercises for strengthening muscles that support the spine
Laterofleksija / Lateral flexion	Antalgicna skolioza / Antalgic scoliosis	Vježbe zdjelice / Pelvic exercises Istezanje / Extension
Ekstenzija / Extension	Fleksija pogoršava simptome / Flexion worsens symptoms	Ekstenzijske vježbe / Extension exercises Restrikcija fleksije / Restriction of flexion
Fleksija / Flexion	Ekstenzija pogoršava simptome / Extension worsens symptoms	Fleksijske vježbe / Flexion exercises Restrikcija ekstenzije / Restriction of extension
Trakcija / Traction	Radikalni simptomi / Radicular symptoms	Mehanička trakcija / Mechanical traction Autotrakcija / Autotraction

koji zadovoljavaju najmanje 4 od 5 navedenih kriterija poboljšanje terapijskom manipulacijom postignuto je u 95% slučajeva.<sup>106</sup> No, postavlja se pitanje što sa bolesnicima koji ne zadovoljavaju kriterije određenih podgrupa. Naime, nađeno je da se 26% bolesnika sa subakutnom i kroničnom križoboljom i 50% onih s akutnom križoboljom ne može klasificirati. Također, uvidjelo se da križobolje nejasne klasifikacije u pravilu traju duže, nesposobnost je manja, a manji je i strah od pokreta. Učinkovitost klasifikacijskog algoritma u takvih bolesnika s križoboljom ne daje željene rezultate pa bi onda oni bili kandidati za opći program vježbi.<sup>112</sup>

U slučaju križobolje s parestezijama u nogama, ali bez izraženih kliničkih znakova radikulopatije neki autori zagovaraju primjenu tehnike neurodinamike.<sup>108,113</sup> Ona se temelji na dobrom poznavanju biomehanike međudjelovanja trodijelnog sustava: mišićno-koštanog okvira lumbalne kralježnice, pripadajućih živčanih korjenova i spinalnog živca te inerviranih mišića kao efektor. Princip tehnike je testiranje (pronalaženje položaja koji olakšavaju simptome) – ponavljano testiranje kao vježba – te retestiranje, a potom izbor težine neurodinamičke tehnike vježbanja.<sup>113</sup> Osnova navedene tehnike jest uporaba četiriju modula. To su tzv. moduli otvarača, klizača, zatezača i zatvarača. Kako nastupa regresija simptoma, progresijom se prelazi od manje zahtjevnog modula prema zahtjevnijemu. Kod modula otvarača lumbalna se kralježnica postavlja u položaj kod kojeg se otvaraju intervertebralni otvori kroz koje prolazi spinalni živac te se na taj način smanjuje pritisak na neuralne strukture povećavajući prostor oko njih. Naime, zbog upalne reakcije i edema razvije se tlak i do 30 – 50 mmHg u i.v. prostoru koji smanjuje venski protok kroz živac, što uzro-



kuje ishemiju živca i pojavu simptoma. Modulom otvarača povećava se prostor oko živca te postupno dolazi do regresije simptoma. Otvaranje može biti statičko i dinamičko. Sljedeći je modul modul klizača, koji iskorištava klizanje neuralnih struktura u mišićno-koštanom okviru lumbalne kralježnice i pripadajućeg ekstremiteta. Kao primjer se može uzeti ponavljano izvođenje djelomičnog Slumpova testa (npr. u sjedećem položaju izvodi se naizmjenično ispružanje nogu u koljenima s retrofleksijom glave i obratno, savijanje nogu u koljenima uz antefleksiju glave).<sup>113</sup> U modulu zatezača izvodi se istežanje živca i leđne moždine u cijelosti (npr. Slumpov test). Temelji se na prirodnoj viskoelastičnosti živca, jer istežanje povećava napetost u živcu i izvodi se do granice elastičnosti, odnosno malo prije pojave parestezija. Naime, istežanje živca do 8% smanjuje intraneuralni venski protok kroz krvne žile živca te nastaju parestezije, istežanje do 15% blokira venski protok, a istežanje do 20% izaziva oštećenje ili rupturu živca. Oprez je potreban primjerice u bolesnika s dijabetičkom polineuropatijom, u kojih je zbog hipoestezije povišen rizik od štetnog preistezanja.<sup>110</sup> Četvrti modul, onaj zatvarača rabi se kada su se perineuralna upala i edem smanjili i kada se protok kroz krvne žile živca normalizirao. Modul zatvarača izvodi se u položajima suprotno od modula otvarača.<sup>113</sup>

Klasifikacijski sistemi križobolje s podjelom u podgrupe nakon kojih slijedi primjena odgovarajuće vrste vježbi, kao i neurodinamičke tehnike intervencije su koje se široko rabe u svakodnevnoj praksi. Iskustveno, kliničari registriraju poboljšanje kliničkog nalaza u bolesnika, no istraživanja iz ovog područja ograničena su i pretežito se odnose samo na simptom boli.<sup>108,111,114,115</sup> Postoje studije, istina malobrojne, koje dokazuju pozitivan učinak navedenih tehnika na križobolju s radikulopatijom.<sup>107,109,116</sup>

U svim rehabilitacijskim programima bolesnika s križoboljom ističe se individualni pristup.<sup>117-119</sup> Stoga, s obzirom na neke ključne varijable kao što su segmentalna lumbalna pokretljivost; dužina, tonus i jačina mišića stabilizatora u području slabinske kralježnice, zdjelice i nogu te osvrta na stanje pripadajućih živčanih korjenova i spinalnog živca može se osmisliti program koji se, međutim, ne treba ograničiti samo na jednu vrstu vježbi, već se nakon testiranja – retestiranja može uključiti više njih.

### Medicinske vježbe u vodi

Voda se kao medij rabi u liječenju mišićno-koštanih bolesti dugi niz godina, a sustavno od početka dvadesetog stoljeća. Primjena hidroterapije u tretmanu križobolje podrazumijeva prije svega uporabu imerzijskog oblika hidroterapije u terapijskim bazenima. Pri tome se učinak postiže kombinacijom fizikalnih svojstava vode: sile uzgona, hidrostatskog tlaka i gustoće vode, termalnim i mehaničkim djelovanjem u kombinaciji s medicinskim vježbama.<sup>120</sup> Toplina i trenje vode mehaničkim podražajem termoreceptora i mehanoceptora u koži dovode do vazodilatacije, analgetskog i sedativnog učinka. Vježbanjem u vodi može se postići smanjenje opterećenja lokomotornog sustava, poboljšava se pokretljivost i smanjuje rizik od ozljeda u odnosu na vježbanje na suhome.<sup>121</sup> Vježbe u vodi u bolesnika s križoboljom treba primijeniti u onih koji ne mogu podnijeti aksijalno i gravitacijsko opterećenje vježbi na tlu, trebaju veću potporu zbog manjka snage ili proprioceptivnog deficita i u slučajevima gdje postoji rizik od kompresivne frakture zbog osteoporoze.<sup>122</sup> U dostupnoj literaturi gotovo da nema očekivanih preporuka o tipovima vježbi u vodi vezano specifično za indikaciju križobolje, ali se navodi da se prin-

cipi stabilizacijskih vježbi, koje se provode na tlu mogu provoditi i u vodi.<sup>123</sup> Najveći broj do sada objavljenih istraživanja vezanih za problematiku vježbanja u vodi u bolesnika s križoboljom bavio se usporedbom njihova učinka u odnosu na vježbanje na tlu ili pak u odnosu na druge terapijske postupke. Rezultati kliničkih studija pokazuju da vježbe u vodi imaju sličan, a tek rijetko bolje učinke u usporedbi s vježbanjem na suhome.<sup>124-128</sup> Sistematski pregledi RCT-a uglavnom navode pozitivne učinke vježbanja u vodi u bolesnika s kroničnom križoboljom i bolesnici ih rado prihvaćaju, ali uz napomenu da postoje brojni nedostaci u metodologiji provedenih studija (načinu praćenja, izostanku potrebnih detalja o tijeku terapijskog postupka, njegovu trajanju i učestalosti, podrijetlu boli itd.).<sup>122,129</sup> Stoga, uz nedvojbenu učinkovitost vježbanja u vodi u smislu smanjenja boli, poboljšanja pokretljivosti, općega dobrog osjećanja u bolesnika s kroničnom križoboljom, potrebno je više visokokvalitetnih istraživanja koja bi dala jasne smjernice u pogledu specifičnih kategorija bolesnika, preporučenih doza i trajanja programa za bolesnike s križoboljom.<sup>130-132</sup> Nije na odmet naglasiti da nijedna studija nije zabilježila negativan učinak hidroterapije na bol u leđima, ali se u kliničkoj praksi mora uzeti u obzir činjenica da se u vodi pacijent osjeća slobodnijim, lakše izvodi pokrete pa je terapijske vježbe potrebno provoditi uz upute i stručni nadzor, da se ne bi nekim nepravilnim pokretom čak pogoršalo stanje bolesnika.<sup>121</sup>

### Medicinske vježbe u sklopu biopsihosocijalnog pristupa

Biopsihosocijalni pristup bolesniku s križoboljom uključuje ne samo tjelesnu sastavnicu bolesti, već i onu psihosocijalnu. Poznato je da je kronična križobolja povezana s brojnim nesomatskim problemima, što dovodi do nesposobnosti funkcioniranja u svakodnevnom životu.<sup>133</sup> Prema hijerarhiji to bi se pojednostavnjeno moglo prikazati ovako: nocicepcijska razina, neuropatska razina, kognitivno-bihevioralna i socijalno-okolinska razina. U kroničnoj križbolji kliničar se mora usmjeriti na pacijentovo funkcioniranje, a ne na bol. Multidisciplinarna, biopsihosocijalna funkcionalna rehabilitacija može se definirati kao minimum potrebne tjelesne dimenzije zajedno s nekom od drugih dimenzija (psihološka, socijalna) uključenih u rehabilitacijski protokol. Takvim sveobuhvatnim pristupom najbolje se postiže povratak bolesnika aktivnostima svakodnevnog života, a njihova je učinkovitost dokazana u smislu smanjenja boli i poboljšanja funkcionalne nesposobnosti u kratkoročnom praćenju.<sup>9,134</sup> Dvije osnovne kategorije terapijskog pristupa koje se najčešće kombiniraju jesu kognitivno-bihevioralno liječenje i liječenje usmjereno na mišićno rekondicioniranje putem medicinskih vježbi. Bihevioralna medicinska rehabilitacija (engl. *Bibehavioral medical rehabilitation*, kr. BMR) program je intenzivne multidisciplinarnе rehabilitacije temeljen na biopsihosocijalnome modelu, razvijen u Njemačkoj i usmjeren je na bolesnike s rizičnim psihosocijalnim čimbenicima povezanim s kronifikacijom koštano-mišićnih bolesti.<sup>135</sup> Rezultati RCT-a pokazuju povoljan kratkoročni učinak na depresiju i održavajući učinak na toleriranje boli.<sup>136</sup> Metaanalize u kojima se uspoređivala učinkovitost BMR-a sa standardnim rehabilitacijskim programima pokazale su superiornost BMR koncepta.<sup>137</sup> Njegova je sastavnica i tzv. SET (*standardized physical therapy*), usmjeren na poboljšanje tjelesne spremnosti, što smanjuje bol i poboljšava funkciju.<sup>18,138</sup> Bihevioralna terapija vježbama (engl. *Behavioural exercise therapy*, kr. BET) kombinacija je

vježbanja, edukacije i bihevioralnih elemenata čime se potiče pozitivan doživljaj i iskustvo vježbi.<sup>139</sup> Terapijski protokoli mišićnog rekondicioniranja mogu uključivati vježbe jačanja i stabilizacije mišića, vježbe opuštanja, proprioceptivni trening, hidrokineziterapiju i radnu terapiju usmjerenu na bolesnikove specifične aktivnosti (sjedenje, ustajanje, vožnja itd.).<sup>140</sup> Kombiniranjem se sinergistički povoljno djeluje na ukupni funkcionalni kapacitet.<sup>26,141,142</sup> U okviru takvih programa posebno se ističe vježbanje prema prethodno utvrđenom protokolu, a bez obzira na stupanj boli, što je u skladu s dokazima da postupno povećanje aktivnosti može smanjiti odsutnost s posla u bolesnika s križoboljom.<sup>26,143</sup>

U sistematskom pregledu iz 2001. god. Guzman i sur. naveli su da multidisciplinarna biopsihosocijalna rehabilitacija značajno poboljšava funkciju i umjereno smanjuje bol u usporedbi s nemultidisciplinarnim liječenjem.<sup>144</sup> Metaanaliza Norlunda i suradnika pokazala je pozitivan učinak programa rehabilitacije u smislu povratka na radno mjesto odraslih osoba s križoboljom (subakutna ili kronična).<sup>145</sup> S druge strane, Ravenek i sur. upozoravaju da još postoje oprečni dokazi o učinkovitosti multidisciplinarnih programa u pogledu određenih ishoda u liječenju križobolje, kao što je poboljšanje zaposlenosti.<sup>146</sup>

Multidisciplinarni rehabilitacijski programi mogu biti naporni i dugotrajni i zahtijevaju kvalitetnu suradnju između bolesnika i rehabilitacijskog tima te suradnika na radnome mjestu, a povezani su i s visokim troškovima. Stoga je važno utvrditi koji bi bolesnici s kroničnom križoboljom bili pogodni za taj oblik intervencija, a ponajprije bi bili oni s visokim stupnjem onesposobljenosti i koji nisu odgovarajuće reagirali na jednostavnije oblike liječenja.<sup>5</sup>

### Izokinetika u dijagnostici i liječenju bolesnika s kroničnom križoboljom

Izokinetika je dijagnostičko-terapijska metoda u kojoj se segment tijela kreće kroz određeni opseg pokreta pri unaprijed određenoj stalnoj brzini za razliku od izotoničkog pokreta gdje se uz stalni otpor i promjenjivu brzinu mišić ili grupa mišića ne opterećuju ravnomjerno. Naime, kod izotoničkog pokreta na mjestu gdje je poluga najefikasnija mišić nije maksimalno opterećen, a ako se primijeni prevelik otpor, može doći do prenaprezanja i ozljede mišića. Stoga je važna prednost izokinetičkoga gibanja da se takvom konstantnom brzinom kretanja i promjenjivim otporom smanjuje mogućnost ozljede mišića i zglobova, dok je glavni nedostatak da se pri tome rabi aparatura koja je relativno skupa. Prije testiranja i provođenja izokinetičkih vježbi svakako je potreban klinički pregled, koji je bitan za daljnje procedure.<sup>147</sup> Testiranja i vježbe za kralježnicu provode se u tri ravnine, sagitalnoj (antefleksija i retrofleksija), frontalnoj (lateralna fleksija) i transverzalnoj (rotacija). Najveću kliničku važnost imaju deficiti u sagitalnoj ravnini. Testiranja i vježbe mogu se provoditi u stojećem i sjedećem položaju, ovisno o aparaturi. Prije testiranja pacijentu treba pažljivo objasniti proceduru i dati razumljive upute. Testiranje se preporučuje izvršiti brzinama od 60 i 120 stupnjeva (eventualno i 180 stupnjeva) u sekundi, a poželjno je držati se uputa proizvođača o pozicioniranju i fiksiranju, broju ponavljanja, kako bi se dobivene vrijednosti mogle usporediti s normativima, koji su specifični za svaki tip aparata, što je jedan od nedostataka izokinetike.<sup>148</sup>

Obilježje bolesnika s kroničnom križoboljom jest snižena snaga muskulature trupa u odnosu na zdravu populaciju, što je obično izraženije u mišićima ekstenzorima trupa. Tako je

u zdravoj populaciji omjer fleksora i ekstenzora trupa manji od 1 (F/E ratio < 1), dok je u bolesnika s kroničnom križoboljom on veći od 1 (F/E ratio > 1).<sup>149</sup> Ovisno o rezultatu testiranja individualno se izrađuje program vježbi. Cilj je vježbi povećati snagu muskulature te smanjiti disbalans između agonista i antagonista. Vježbe se mogu provoditi u koncentričnom i ekscentričnom načinu, pri intenzitetu od 60 do 80% od maksimuma i opsegu pokreta ovisno o mogućnostima pacijenta. Iako su izokinetičke vježbe sigurne (manja snaga – manji otpor), ako se primijene neodgovarajuće kutne brzine, intenzitet, opseg pokreta i/ili broj ponavljanja, može doći do ozljeđivanja.<sup>148</sup>

Načelno, izokinetičke vježbe za kralježnicu mogu se primijeniti nakon konzervativno ili operativno zbrinutih ozljeda i/ili degenerativnih promjena u području kostiju, hrskavice, tetiva i vezivnih struktura, uključivo hernije i.v. diska s lumbosialgijom, spondilolistezom, kao i kod skolioze. Kontraindicirane su kod akutnih ozljeda, nedovoljno izliječenih ozljeda, svježih i nesanimiranih prijeloma, jakih boli, izrazito ograničene pokretljivosti, nemogućnosti aktivnog pokreta, izrazite nestabilnosti zglobova, jake osteoporoze, kao i kod neregularne hipertenzije. Istraživanja su pokazala neke prednosti izokinetičkih vježbi u odnosu na izotoničke vježbe (povećanje snage, brzina postizanja rezultata), iako se u nekim studijama koje su promatrale razne funkcionalne indekse izokinetičke vježbe za kralježnicu nisu pokazale uspješnijima.<sup>150</sup> Stoga su potrebna daljnja istraživanja da bi se točnije utvrdile indikacije i ocijenila vrijednost izokinetike u rehabilitaciji osoba s križoboljom.

### Prevenција križobolje primjenom medicinskih vježbi

Temelj prevencije križobolje, bilo prvih ili rekurentnih epizoda jest edukacija. To obično uključuje informacije o bolesti, poticanje korisnih oblika aktivnosti, a izbjegavanje težih i nepravilnih statičkih i dinamičkih opterećenja, pomoć bolesniku da se »nosi s bolešću« (bol, anksioznost itd.) i prilagodbu radnog mjesta.<sup>151</sup>

Održana postura i snaga, kao i fleksibilnost mogu prevenirati mehaničku križobolju, direktnim učinkom na krivine kralježnice, smanjenjem pritiska na intervertebralni disk i poboljšanjem spinalne stabilnosti. Prema McKenzieju u etiologiji križobolje postoje tri važna predisponirajuća činitelja: sjedeći položaj, gubitak lumbalne lordoze (uz ograničenost lumbalne ekstenzije) i učestalost fleksijskog položaja. Razmotrimo li ove činitelje, važno je pravilno sjedenje i izbjegavanje dugotrajnog sjedenja (povremeno razgibavanje), pravilno stajanje, s općom težnjom održavanja tijela, tj. linije gravitacije u neutralnom položaju (bilo da se radi o statičkoj ili dinamičkoj posturi), kao i izbjegavanje savijanja trupa u jutarnjim satima te izbjegavanje prisilnih fleksijskih i torzijskih položaja.<sup>152–154</sup> Treba imati na umu da asimetrično opterećenje odnosno biomehaničke nepravilnosti drugih zglobova i regija (ponajprije zdjelice i nogu) mogu negativno djelovati na kralježnicu pa su u tom smislu potrebne korekcije (npr. ortopedski ulošci i sl.).

Složeni biopsihosocijalni čimbenici uvelike određuju nastup i recidive križobolje, odnosno njezin eventualni prelazak u kronicitet. U tom su smislu razvijeni upitnici za kategorizaciju bolesnika s obzirom na prijelaz u kroničnu križobolju kao što je primjerice *The STarTBack Screening Tool*. To je jednostavan prognostički alat/upitnik, koji je specifično osmišljen za pomoć kliničarima u inicijalnoj stratifikaciji bolesnika prema riziku od lošijeg ishoda u tri kategorije (niski, srednji i visoki rizik), što nas usmjerava

na potrebni stupanj edukacije i intervencija.<sup>155</sup> Preporučeni je i u recentnim smjernicama Hrvatskoga vertebralnog društva.<sup>5</sup>

U promjeni disfunkcionalnog ponašanja važnu ulogu imaju medicinske vježbe. Najčešće spominjane vježbe u tom kontekstu jesu vježbe istezanja.<sup>156,157,158</sup> Naravno, korisne mogu biti i druge prije navedene vježbe (npr. stabilizacijske vježbe, vježbe na lopti). U Cochrane Collaboration sistematskom pregledu o prevenciji recidiva križbolje na ukupnom uzorku od 1520 ispitanika nađeni su dokazi umjerenе kvalitete koji pokazuju da su vježbe nakon liječenja epizode križbolje učinkovite u smanjenju ponovne pojave križbolje tijekom jedne godine (Rate Ratio 0,50; 95% CI 0,34 do 0,73).<sup>159</sup> Također, naglašena je potreba za kvalitetnim istraživanjima u smislu validacije mjera recidiva i učinkovitosti medicinskih vježba nakon liječenja.

### Rasprava i zaključak

Križbolja može imati različite uzroke. Najčešće nastaje zbog degenerativnih promjena na intervertebralnom (i.v.) disku i zigoapofizealnim zglobovima, zbog zadebljanja žutih sveza, ali i zbog spazma mišića. Pri tome ulogu imaju mehaničko podraživanje i biokemijske promjene u smislu upale. U kroničnoj križbolji stalna iritacija živčanih struktura rezultira perifernom i centralnom senzitivacijom, pojačanjem i proširenjem boli, s brojnim drugim implikacijama.<sup>5,160,161</sup>

Medicinske su vježbe temelj liječenja kronične križbolje ili prevencije epizoda križbolje. One su dio ciljanog multimodalnog liječenja. Prilikom propisivanja medicinskih vježbi, uz odabir odgovarajućeg tipa vježbi prema pretpostavljenom mehanizmu nastanka boli, u obzir se mora uzeti i trajanje prethodne neaktivnosti (dekondicioniranost) i razlika prema ciljnoj razini aktivnosti mišića. Kvaliteta njihova provođenja, odnosno provjere tehnike vježbi od izuzetnog je značenja. Naime, katkad se ne radi o tome da su vježbe neučinkovite, već je uzrok nepoboljšanja stanja njihovo nepravilno izvođenje, što se napose događa kada je bolesnik dobio samo pisane materijale, a nije bio praktički educiran i nadziran.<sup>151</sup> Danas prevladava mišljenje da je za bolesnike s kroničnom ili recidivirajućom križboljom najkorisniji aktivan, individualan terapijski program, i to onaj koji nadzire stručna osoba.<sup>26</sup>

U svakodnevnoj praksi najčešće se provodi kombinacija pojedinih tipova vježbi. Teškoće u donošenju čvrstih zaključaka o djelotvornosti vježbi najviše su uvjetovane relativno malim brojem visokokvalitetnih studija, manjkom dostatnih mjera ishoda i neklasificiranja, odnosno relativno slabim definiranjem pojedinih podgrupa bolesnika.<sup>134</sup>

Iako rezultati više studija dokazuju da medicinske vježbe u bolesnika s kroničnom križboljom smanjuju intenzitet boli i stupanj nesposobnosti u odnosu na minimalnu skrb ili taktiku »čekaj i vidi«, veličina tog učinka uglavnom je mala.<sup>12</sup> Tako je u sistematski pregled učinka vježbi u odnosu na ne-liječenje ili na neko drugo konzervativno liječenje u odraslih bolesnika s nespecifičnom akutnom (11 studija), subakutnom (6 studija) i kroničnom križboljom (43 studije), s ukupno 6390 bolesnika, utvrđena blaga djelotvornost vježbi na smanjenje boli i poboljšanje funkcije u bolesnika s kroničnom križboljom (bol 7,3 boda; 95% CI, 3,7 do 10,9, na ljestvici od 0 do 100, funkcija 2,5 boda; 95% CI 1,0 do 3,9, na ljestvici od 0 – 100) u ranom praćenju.<sup>143</sup> Sličan relativno malen učinak na smanjenje boli pokazan je i u drugim pregledima.<sup>162</sup> To se najčešće objašnjava nesuglasjem između heterogenosti problematike i uniformnosti

pristupa terapijskim vježbama. Osim toga odnos boli, fizičkih performansa i funkcije složen je i nekonzistentan.<sup>36,163</sup> Stoga su predložena neka druga tumačenja mehanizma učinka medicinskih vježbi. Jedno od njih sugerira da se najvažnije promjene kod vježbanja događaju u središnjem živčanom sustavu, a ne u mišićno-vezivno-koštanim strukturama.<sup>164</sup> Promjene središnjega živčanog sustava (npr. smanjenje gustoće sive tvari, promjene na funkcijskom MR-u), koje se nađu u bolesnika s kroničnom križboljom i koje su razmjerne težini i trajanju tegoba podupiru teoriju o kortikalnoj reorganizaciji.<sup>164–166,168</sup> U skladu s tim programi koji uključuju medicinske vježbe djeluju povoljno i na neuroplastičnost središnjega živčanog sustava, odnosno dovode do promjena kortikalne organizacije.<sup>27,169</sup> Dakle, poboljšanje u samoizvještavanju boli i nesposobnosti može biti rezultat promjene motoričkih uzoraka kontrole kao posljedica preraspodjele osjetnog *inputa*,<sup>170</sup> poboljšanja samo-efektivnosti glede kontrole boli, strategija nošenja s bolešću, smanjenja uvjerenja o strahu – izbjegavanju i katastrofiraju,<sup>171,172</sup> kao i jednostavne interakcije/odnosa fizioterapeut – bolesnik.<sup>173</sup>

Valja svakako napomenuti da su, osim učinkovitosti, medicinske vježbe i financijski isplative u usporedbi s drugim intervencijama.<sup>15</sup>

Zaključno, medicinske su vježbe kamen temeljac u prevenciji recidiva i liječenju kronične križbolje. Nakon iscrpne anamneze, kliničkog pregleda i po potrebi dodatnih pretraga, a u skladu s patofiziologijom i pretpostavljenim mehanizmom, vježbe treba osmisliti i provoditi individualno i, barem u početku, pod stručnim nadzorom. Potrebna su visokokvalitetna istraživanja s ciljem utvrđivanja učinkovitosti pojedinog tipa vježbi, vremena, intenziteta i drugih obilježja u pojedinog pacijenta ili specifične grupe pacijenata, čime bi se postigao njihov optimalni učinak.

### LITERATURA

- Hoy D, Bain C, Williams G i sur. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum* 2012;64:2028–37.
- Freburger JK, Holmes GM, Agans RP i sur. The rising prevalence of chronic low back pain. *Arch Intern Med* 2009;169:251–8.
- Grazio S. Epidemiologija, rizični čimbenici i prognoza križbolje. U: Grazio S, Buljan D, ur. *Križbolja*. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2009, str. 25–40.
- Hoogendoorn WE, Bongers PM, de Vet HC i sur. Psychosocial work characteristics and psychological strain in relation to low-back pain. *Scand J Work Environ Health* 2001;27:258–67.
- Grazio S, Curković B, Vlasković T i sur. Dijagnostika i konzervativno liječenje križbolje: pregled i smjernice Hrvatskoga vertebralnog društva. *Acta Med Croat* 2012;66:259–94.
- Hayden JA, Dunn KM, van der Windt DA, Shaw WS. What is the prognosis of backpain? *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010;24:167–79.
- Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Manniche C. Low back pain: what is the long-term course? A review of studies of general patient populations. *Eur Spine J* 2003;12:149–65.
- Quittan M. Management of back pain. *Disabil Rehabil* 2002;24:423–34.
- Airaksinen O, Brox IJ, Cedraschi C i sur. Chapter 4. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *Eur Spine J* 2006;15(suppl2):S192–S300.
- Webb R, Brammah T, Lunt M, Urwin M, Allison T, Symmons D. Prevalence and predictors of intense, chronic, and disabling neck and back pain in the UK general population. *Spine* 2003;28:1195–202.
- Hashemi L, Webster BS, Clancy EA. Trends in disability duration and cost of workers' compensation low back pain claims (1988–1996). *J Occup Environ Med* 1998;40:1110–9.
- Ferreira ML, Smeets RJE, Kampe S J i sur. Can We Explain Heterogeneity Among Randomized Clinical Trials of Exercise for Chronic Back Pain? A Meta-Regression Analysis of Randomized Controlled Trials. *Phys Ther* 2010;90:1383–140.
- Hagen KB, Dagfinrud H, Moe RH i sur. Exercise therapy for bone and muscle health: an overview of systematic reviews. *BMC Medicine* 2012;10:167–77.
- Hayden JA, van Tulder MW, Tomlinson G. Systematic review: Strategies for using exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain. *Ann Intern Med* 2005;142:776–85.

15. Henchoz Y, Kai-Lik So A. Exercise and nonspecific low back pain: a literature review. *Joint Bone Spine* 2008;75:533–9.
16. Manniche C, Ostergaard K, Jordan A. Training of back and neck in the year of 2002. *Ugeskr Laeger* 2002;164:1910–3.
17. Long A, Donelson R, Fung T. Does it matter which exercise? A randomized control trial of exercise for low back pain. *Spine* 2004;29:2593–602.
18. Van Middelkoop M, Rubinstein SM, Verhagen AP, Ostelo RW, Koes BW, van Tulder MW. Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010;24:193–204.
19. Oesch P, Kool J, Hagen KB, Bachmann S. Effectiveness of exercise on work disability in patients with non-acute non-specific low back pain: Systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *J Rehabil Med* 2010;42:193–205.
20. Fanghanel J, Pera F, Anderhuber F, Nitsch R (ur.). *Waldeyerova anatomija čovjeka*. 1. hrvatsko izdanje 17. njemačkog izdanja. Zagreb: Golden marketing – Tehnička knjiga; 2009.
21. Keros P, Pečina M. *Funkcijska anatomija lokomotornog sustava*. Zagreb: Naklada Ljevak; 2007.
22. Pettman E. Manipulative thrust techniques. An evidence-based approach. Abbotsford: Apheria Publishing; 2006.
23. White AA, Panjabi MM. *Clinical Biomechanics of the Spine*. Philadelphia: Lippincott; 1990.
24. Bergmark A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl* 1989;230:1–54.
25. Key J. Back pain: a movement problem. A clinical approach incorporating relevant research and practice. London: Churchill Livingstone, Elsevier; 2010.
26. Nemčić T. *Medicinska gimnastika*. U: Grazio S, Buljan D, ur. *Križobolja*. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2009, str. 333–64.
27. Yau SY, Lau BWM, So KF. Adult hippocampal neurogenesis: a possible way how physical exercise counteract stress. *Cell Transplant* 2011;20:99–111.
28. Wai EK, Rodriguez S, Dagenais S, Hall H. Evidence-informed management of chronic low back pain with physical activity, smoking cessation, and weight loss. *Spine J* 2008;8:195–202.
29. Williams PC. The Lumbosacral Spine. 1965, pp 80–98. cit. prema: Blackburn SE, Portney LG. *Phys Ther* 1981;61:878–85.
30. Williams PC. Lesions of the lumbosacral spine. *J Bone Joint Surg* 1937;29:690–703 cit. prema: Blackburn SE, Portney LG. *Phys Ther* 1981;61:878–85.
31. Blackburn SE, Portney LG. Electromyographic Activity of Back Musculature During Williams' Flexion Exercises. *Phys Ther* 1981;61:878–85.
32. Inufusa, A, An HS, Lim TH i sur. Anatomic Changes of the Spinal Canal and Intervertebral Foramen Associated with Flexion-extension Movement. *Spine* 1996;21:2412–20.
33. Nachemson AL. The influence of spinal movements on the lumbar intradiscal pressure and on the tensile stresses in the annulus fibrosus. *Acta Orthop Scand* 1963;33:183–207.
34. Elnaggar IM, Nordin M, Sheikhzadeh A, Parnianpour M, Kahanovitz N. Effects of spinal flexion and extension exercises on low-back pain and spinal mobility in chronic mechanical low-back pain patients. *Spine* 1991;16:967–72.
35. Johannsen F, Remvig L, Kryger P i sur. Exercises for chronic low back pain: A clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;22:52–9.
36. Renkavitz T, Boluki D, Grifka J. The association of low back pain, neuromuscular imbalance and trunk extension strength in athletes. *Spine J* 2006;6:673–83.
37. Bruce-Low S, Smith D, Burnet S, Fisher J, Bissell G, Webster L. One lumbar extension training session per week is sufficient for strength gains and reductions in pain patients with chronic low back pain ergonomics. *Ergonomics* 2012;55:500–7.
38. McGill SM. Low back exercises: evidence for improving exercise regimens. *Phys Ther* 1998;78:754–65.
39. Stevens VK, Parlevliet TG, Coorevits PL i sur. The effect of increasing resistance on trunk muscle activity during extension and flexion exercises on training devices. *J Electromyogr Kinesiol* 2008;18:434–45.
40. De Ridder EMD, Van Oosterwijk JO, Vleeming A, Vanderstreuten GG, Danneels LA. Posterior muscle chain activity during various extension exercises: an observational study. *BMC Musculoskeletal Disord* 2013;14:204.
41. McKenzie RA. Prophylaxis in recurrent low back pain. *NZ Med J* 1979;89:22.
42. van Tulder M, Malmivaara A, Esmail R, Koes B. Exercise Therapy for Low Back Pain. A Systematic Review Within the Framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group *Spine* 2000;25:2784–96.
43. McKenzie RA. Manual correction of sciatic scoliosis. *NZ Med J* 1972;76:484.
44. Clare HA, Adams R, Maher CG. Reliability of McKenzie classification of patients with cervical or lumbar pain. *J Manipul Physiol Ther* 2005;28:122–7.
45. May S, Ross J. The McKenzie classification system in the extremities: A reliability study using McKenzie assessment forms and experienced clinicians. *J Manipul Physiol Ther* 2009;32:556–63.
46. Cherkin DC, Deyo RA, Battié M, Street J, Barlow W. A comparison of physical therapy, chiropractic manipulation, and provision of an educational booklet for the treatment of patients with low back pain. *N Engl J Med* 1998;339:1021–9.
47. Machado LAC, Maher CG, Herbert RD, Clare H, McAuley JH. The effectiveness of the McKenzie method in addition to first-line care for acute low back pain: a randomized controlled trial. *BMC Medicine* 2010;8:10.
48. Pečina M. *Vježbe istezanja – stretching*. Zagreb: Globus; 1992.
49. Andersen JC. Flexibility in performance: Foundational concepts and practical issue. *Athletic Therapy Today* 2006;11:9–12.
50. Alter MJ. *Science of Flexibility*. 2. izd. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996, str. 373.
51. Tian M, Hoang PD, Gandevia SC, Herbert RD, Bilston LE. Viscous elements have little impact on measured passive length-tension properties of human gastrocnemius muscle-tendon units in vivo. *J Biomech* 2011;44:1334–9.
52. Alter MJ. *Science of Flexibility*. 3. izd. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004, str. 368.
53. Blahnik J. *Full body flexibility*. 2. izd. Champaign IL: Human Kinetics; 2011, str. 272.
54. Bradley PS, Olsen PD, Ports MD. The effect of static, ballistic and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2007;21:223–6.
55. Kay DA, Blazeovich AJ. Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44:154–64.
56. Maddigan ME, Peach AA, Behm DG. A comparison of assisted and unassisted proprioceptive neuromuscular facilitation techniques and TSAT stretching. *J Strength Cond Res* 2012;26:1238–44.
57. Sharman M, Cresswell A, Riek S. *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching: Mechanisms and Clinical Implications*. Sport Med 2006;36:929–39.
58. Einkauff DK i sur. Changes in spinal mobility with increasing age in women. *Phys Therapy* 1987;67:370–75.
59. Waddell G. *The back pain revolution*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1998, str. 140.
60. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF i sur. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:371–8.
61. Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L, McNair P. Stretching and injury prevention. An obscure relationship. *Sports Med* 2004, 34:443–9.
62. Wallmann HW, Player KR, Bugnet M. Acute Effects of Static Stretching on Balance in Young Versus Elderly Adults. *Phys Occup Ther Geriatr* 2012;30:301–15.
63. Nakano J, Yamabayashi C, Scott A, Reid WD. The effect of heat applied with stretch to increase range of motion: A systematic review. *Phys Ther Sport* 2012 ;13:180–8.
64. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 1996;21:2640–50.
65. van Dieen JH, Selen LP, Cholowicki J. Trunk muscle activation in low back pain patients, an analysis of literature. *J Electromyogr Kinesiol* 2003;13:333–51.
66. Arokoski JP, Valta T, Kankaanpää M, Airaksinen O. Activation of lumbar paraspinal and abdominal muscles during therapeutic exercises in chronic low back pain patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:823–32.
67. Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. *Am J Phys Med Rehabil* 2005;34:473–80.
68. MacDonald D, Moseley GL, Hodges PW. Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain* 2009;142:183–8.
69. Radebold A, Cholewicki J, Panjabi MM i sur. Muscle response pattern to sudden trunk loading in healthy individuals and in patients with chronic low back pain. *Spine* 2000;25:947–54.
70. Ferreira PH, Ferreira ML, Maher CG, Refshauge K, Herbert R, Hodges PW. Changes in recruitment of transversus abdominis correlate with disability in people with chronic low back pain. *Br J Sports Med* 2010;44:1166–72.
71. Vasseljen O, Unsgaard-Tøndel M, Westad C, Mork PJ. Effect of core stability exercises on feedforward activation of deep abdominal muscles in chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Spine* 2012;37:1101–8.
72. Ferreira ML, Ferreira PH, Latimer J i sur. Comparison of general exercise, motor control exercise and spinal manipulative therapy for chronic low back pain: A randomized trial. *Pain* 2007;131:31–7.
73. Costa LO, Maher CG, Latimer J i sur. Motor control exercise for chronic low back pain: a randomized placebo-controlled trial. *Phys Ther* 2009;89:1275–86.

74. Kumar SP. Efficacy of segmental stabilization exercise for lumbar segmental instability in patients with mechanical low back pain: A randomized placebo controlled crossover study. *N Am J Med Sci* 2011; 3:456–61.
75. Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA. Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Phys Ther* 2005;85:209–25.
76. Cairns MC, Foster NE, Wright C. Randomized controlled trial of specific spinal stabilization exercises and conventional physiotherapy for recurrent low back pain. *Spine* 2006;31:E670–81.
77. Macedo LG, Maher CG, Latimer J, McAuley JH. Motor control exercise for persistent, nonspecific low back pain: a systematic review. *Phys Ther* 2009;89:9–25.
78. Harts CC, Helmhout PH, de Bie RA, Staal JB. A high-intensity lumbar extensor strengthening program is little better than a low-intensity program or a waiting list control group for chronic low back pain: a randomised clinical trial. *Aust J Physiother* 2008;54:23–31.
79. Unsgaard-Tondel M, Fladmark AM, Salvesen O i sur. Motor control exercises, sling exercises, and general exercises for patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Phys Ther* 2010;90:1426–40.
80. Rasmussen-Barr E, Ang B, Arvidsson I, Nilsson-Wikmar L. Graded exercise for recurrent low-back pain: a randomized, controlled trial with 6-, 12-, and 36-month follow-ups. *Spine* 2009;34:221–8.
81. França FR, Burke TN, Hanada ES, Marques AP. Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: a comparative study. *Clinics* 2010;65:1013–7.
82. Marshall PW, Desai I, Robbins DW. Core stability exercises in individuals with and without chronic nonspecific low back pain. *J Strength Cond Res*. 2011;25:3404–11.
83. Rackwitz B, de Bie R, Limm H, von Garnier K, Ewert T, Stucki G. Segmental stabilizing exercises and low back pain. What is the evidence? A systematic review of randomized controlled trials. *Clin Rehabil* 2006;20:553–67.
84. Kriese M, Clijisen R, Teaymans J, Cabri J. Segmental stabilization in low back pain: a systematic review. *Sportverletz Sportschaden* 2010; 24:17–25.
85. Standaert CJ, Weinstein SM, Rumpeltes J. Evidence-informed management of chronic low back pain with lumbar stabilization exercises. *Spine J* 2008;8:114–20.
86. Scannell J, McGill S. Lumbar posture-should it, and can it, be modified? A study of passive tissue stiffness and lumbar position during activities of daily living. *Phys Ther* 2003;13:907–17.
87. Marshall PW, Murphy BA. Evaluation of functional and neuromuscular changes after exercise rehabilitation for low back pain using a Swiss ball: a pilot study. *J Manipulative Physiol Ther* 2006;29:550–60.
88. Carter JM, Beam WC, McMahan SG, Barr ML, Brown LE. The effects of stability ball training on spinal stability in sedentary individuals. *J Strength Cond Res* 2006;20:429–35.
89. Yan CF, Hung YC, Gau ML, Lin KC. Effects of a stability ball exercise programme on low back pain and daily life interference during pregnancy. *Midwifery* 2013; pii:S0266-6138(13)00132-0. doi:10.1016/j.midw.2013.04.011 [epub ahead of print].
90. Escamilla RF, Lewis C, Bell D, Bramblett G, Daffron J, Lambert S i sur. Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40:265–76.
91. Sundstrup E, Jakobsen MD, Andersen CH, Jay K, Andersen LL. Swiss ball abdominal crunch with added elastic resistance is an effective alternative to training machines. *Int J Sports Phys Ther* 2012;7:372–80.
92. Gladwell V, Head S, Haggart M, Benekeet R. Does a program of pilates improve chronic non-specific low back pain? *J Sport Rehabil* 2006; 15:338–50.
93. La Touche R, Escalante K, Linares MT. Treating non-specific chronic low back pain through the Pilates Method. *J Body Mov Ther* 2008; 12:364–70.
94. Posadzki P, Lizis P, Hagner-Derengowska M. Pilates for low back pain: a systematic review. *Complement Ther Clin Pract* 2011;17:85–9.
95. Aladro-Gonzalvo AR, Araya-Yargas GA, Machado-Diaz M, Salazar-Rojas W. Pilates-based exercise for persistent, non-specific low back pain and associated functional disability: a meta-analysis with meta-regression. *J Body Mov Ther* 2013;17:125–36.
96. Lim EC. Effects of Pilates-based exercises on pain and disability in individuals with persistent nonspecific low back pain: a systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011;41:70–80.
97. Wells C, Kolt GS, Marshall P, Hill B, Bialocerkowski A. Effectiveness of Pilates exercise in treating people with chronic low back pain: a systematic review of systematic reviews. *BMC Med Res Methodol* 2013; 13:7.
98. Sorosky S, Stilp S, Akuthota V. Yoga and pilates in the management of low back pain. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2008;1:39–47.
99. Saper RB. Prevalence and patterns of adult yoga use in the United States: results of a national survey. *Altern Ther Health Med* 2004;10: 44–9.
100. Williams K, Abildso C, Steinberg L i sur. Evaluation of the effectiveness and efficacy of Iyengar yoga therapy on chronic low back pain. *Spine* 2009;34:2066–76.
101. Sherman KJ, Cherkin DC, Erro J, Miglioretti DL, Deyo RA. Comparing yoga, exercise, and a self-care book for chronic low back pain: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2005;143:849–56.
102. Posadzki P, Ernst E. Yoga for low back pain: a systematic review of randomized clinical trials. *Clin Rheumatol* 2011;30:1257–62.
103. Tekur P, Chametcha S, Hongasandra RN, Raghuram N. Effect of yoga on quality of life of CLBP patients: A randomized control study. *Int J Yoga* 2010;3:10–7.
104. Cramer H, Lauche R, Haller H, Dobos G. A systematic review and meta-analysis of yoga for low back pain. *Clin J Pain* 2013;29:450–60.
105. Hill C. Is yoga an effective treatment in the management of patients with chronic low back pain compared with other care modalities – a systematic review. *J Complement Integr Med* 2013;7:10.
106. Hebert JJ, Fritz JM. Clinical decision rules, spinal pain classification and prediction of treatment outcome: A discussion of recent reports in the rehabilitation literature. *Chiropr Man Therap* 2012;20:19.
107. Petersen SM, Scott DR. Application of a classification system and description of a combined manual therapy intervention: a case with low back related leg pain. *J Man Manip Ther* 2010;18:89–96.
108. Nagrale AV, Patil SP, Gandhi RA, Learman K. Effect of slump stretching versus lumbar mobilization with exercise in subjects with non-radicular low back pain: a randomized clinical trial. *J Man Manip Ther* 2012;20:35–42.
109. Talebi GA, Taghipour-Darzi M, Norouzi-Fashkhami A. Treatment of chronic radiculopathy of the first sacral nerve root using neuromobilization techniques: A case study. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2010; 23:151–9.
110. Boyd BS, Wanek L, Gray AT, Topp KS. Mechanosensitivity during lower extremity neurodynamic testing is diminished in individuals with Type 2 Diabetes Mellitus and peripheral neuropathy: a cross sectional study. *BMC Neurol* 2010;10:75.
111. Delitto A, Erhard RE, Bowling RW. A treatment-based classification approach to low back syndrome: identifying and staging patients for conservative treatment. *Phys Ther* 1995;75:470–85; discussion 485–9.
112. Stanton TR, Hancock MJ, Apeldoorn AT, Wand BM, Fritz JM. What characterizes people who have an unclear classification using a treatment-based classification algorithm for low back pain? A cross-sectional study. *Phys Ther* 2013;93:345–55.
113. Shacklock M. Clinical neurodynamics. Philadelphia: Elsevier; 2005.
114. Barr KP, Harrast MA. Low back pain. U: Braddom RL. Physical Medicine and Rehabilitation. Philadelphia: Elsevier; 2007, str. 883–927.
115. Koes BW, van Tulder MW, Thomas S. Diagnosis and treatment of low back pain. *Br Med J* 2006;332:1430–4.
116. Fritz JM. Use of a classification approach to the treatment of 3 patients with low back syndrome. *Phys Ther* 1998;78:766–77. Review.
117. Grazio S, Jelić M, Basić-Kes V i sur. Novosti u patofiziologiji, radiološkoj dijagnostici i konzervativnom liječenju bolnih stanja i deformacija kralježnice. *Liječ Vjesn* 2011;133:116–24.
118. Saner J, Kool J, de Bie RA, Sieben JM, Luomajoki H. Movement control exercise versus general exercise to reduce disability in patients with low back pain and movement control impairment. A randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2011;12:207.
119. Middleton K, Fish DE. Lumbar spondylosis: clinical presentation and treatment approaches. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2009;3:94–104.
120. Grazio S. Hidroterapija. U: Babić-Naglić Đ. ur. Fizikalna i rehabilitacijska medicina. Zagreb: Medicinska naklada; 2013, str. 135–41.
121. Grazio S, Skala H. Imerzijska hidroterapija u liječenju bolesnika s bolestima sustava za kretanje. U: Ivanišević G, ur. Lječilišna medicina, hidroterapija, aromaterapija. Zagreb: Akademija medicinskih znanosti Hrvatske; 2008, str. 93–108.
122. Verhagen AP, Cardoso JR, Bierma-Zeinstra SMA. Aquatic exercise-balneotherapy in musculoskeletal conditions. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2012;26:335–43.
123. De Lisa JA. Rehabilitation Medicine. 2. izdanje. London: J. B. Lippincott; 1988.
124. Dunder U, Solak O, Yigit I, Evcik D, Kavunçu V. Clinical effectiveness of aquatic exercise to treat chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Spine* 2009;34:1436–40.
125. Sjogren T, Long N, Storay J, Smith J. Group hydro-therapy versus group land-based treatment for chronic low back pain. *Physiother Res Int* 1997;2:212–22.
126. Bello AI, Kalu NH, Adegoke OA, Agvepong-Badu S. Hydrotherapy versus land-based exercises in the management of chronic low back pain: a comparative study. *J Musculoskel Res* 2010;13:159–65.
127. Budišin V, Vuger-Kovačić D, Vrabec-Matković D, Nemčić T, Grazio S. Usporedba učinkovitosti terapijskih vježbi na suhom s vježbama u

- vodi na stupanj boli i onesposobljenosti zbog boli u bolesnika s kroničnom križoboljom. *Reumatizam* 2010;57:121.
128. *Cuesta-Vargas AI, Garcia-Romero JC, Arroyo-Morales M, Diego-Acosta AM, Daly DJ.* Exercise, manual therapy and education with or without high-intensity deep-water running for nonspecific chronic low back pain: a pragmatic randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil* 2011;90:526–34.
  129. *Waller B, Lambeck J, Daly D.* Therapeutic aquatic exercise in the treatment of low back pain: a systematic review. *Clin Rehabil* 2009; 23:3–14.
  130. *Becker BE.* Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *Phys Med Rehabil* 2009;1:859–72.
  131. *Kamioka H, Tsutani K, Okuizumi H i sur.* Effectiveness of aquatic exercise and balneotherapy: a summary of systematic reviews based on randomised controlled trials of water immersion therapies. *J Epidemiol* 2010;20:2–12.
  132. *Zameni L, Haghghi M.* The effect of aquatic exercise on pain and postural control in women with low back pain. *Intl J Sport Std* 2011; 1:152–6.
  133. *Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C.* Non-specific low back pain. *Lancet* 2012;379:482–91.
  134. *Van Middelkoop M, Rubinstein SM, Kuijpers T i sur.* A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *Eur Spine J* 2011;20:19–39.
  135. Deutsche Rentenversicherung Bund (German Pension Insurance Association) Positionspapier zum Konzept der verhaltensmedizinisch orthopädischen Rehabilitation (VMO) (Position paper to the concept of the behavioural medical rehabilitation (BMR)) 2012. unpublished paper.
  136. *Mangels M, Schwarz S, Worringer U, Holme M, Rief W.* Evaluation of a behavioral-medical inpatient rehabilitation treatment including booster sessions: a randomized controlled study. *Clin J Pain* 2009;25: 356–64.
  137. *Bethge M, Müller-Fahrnow W.* Wirksamkeit einer intensivierten stationären Rehabilitation bei muskuloskeletalen Erkrankungen: systematischer Review und Meta-Analyse (Efficacy of Intensified Inpatient Rehabilitation in Musculoskeletal Disorders: Systematic Review and Meta-Analysis). *Rehabilitation* 2008;47:200–9.
  138. *Brüggemann S, Sewöster D.* Bewegungstherapeutische Versorgung in der medizinischen Rehabilitation der Rentenversicherung (Exercise therapy in the medical rehabilitation of German Pension Insurance Association). *Bewegungstherapie Gesundheitssport* 2010;26:266–9.
  139. *Hofmann J, Peters S, Geidl W i sur.* Effects of behavioural exercise therapy on the effectiveness of a multidisciplinary rehabilitation for chronic non-specific low back pain: Study protocol for a randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2013;11:14:89.
  140. *Steiner AS, Sartori M, Leal S i sur.* Added value of an intensive multidisciplinary functional rehabilitation programme for chronic low back pain patients. *Swiss Med Wkly* 2013;143:w13763.
  141. *Henchoz Y, de Goumoëns P, So AK i sur.* Functional multidisciplinary rehabilitation versus outpatient physiotherapy for non specific low back pain: randomized controlled trial. *Swiss Med Wkly* 2010;22.
  142. *Grubišić F, Grazio S.* Procjena težine i aktivnosti bolesti i funkcionalna procjena pacijenata sa križoboljom. U: Grazio S, Buljan D, ur. *Križobolja*. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2009, str. 213–28.
  143. *Hayden JA, van Tulder MW, Malmivaara A, Koes BW.* Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2005 Jul 20;(3):CD000335.
  144. *Guzmán J, Esmail R, Karjalainen K, Malmivaara A, Irvin E, Bombardier C.* Multidisciplinary rehabilitation for chronic low back pain: systematic review. *Br Med J* 2001;322:1511–6.
  145. *Norlund A, Ropponen A, Alexanderson K.* Multidisciplinary interventions: review of studies of return to work after rehabilitation for low back pain. *J Rehabil Med* 2009;41:115–21.
  146. *Ravenek MJ, Hughes ID, Ivanovich N i sur.* A systematic review of multidisciplinary outcomes in the management of chronic low back pain. *Work* 2010;35:349–67.
  147. *Orrec HD, Cortin B, Smith C.* Isokinetic exercise. 1978; Oct.31. NASA-CR-151841.
  148. *Morini S, Cicarelli A.* Functional anatomy of trunc flexion-extension in isokinetic exercises, muscle activity in standing and seated positions. *J Sports Med Ohys Fitness* 2008;48:17–23.
  149. *Reid S, Hazard RG, Fenwick JW.* Isokinetic trunk strenght deficits in people with and without low back pain. *J Spine Disord* 1991;4: 68–72.
  150. *Calmes P, Jacob JF, Faydle-Minon I, Charles C.* Use of isokinetic techniques vs standard physiotherapy in patient with chronic low back pain. *Ann Readapt Med Phys* 2004;47:20–7.
  151. *Grazio S.* Prevencija križobolje. U: Grazio S, Buljan D. ur. *Križobolja*. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2009, str. 479–90.
  152. *Mörl F, Bradl I.* Lumbar posture and muscular activity while sitting during office work. *J Electromyogr Kinesiol* 2013;23:362–8.
  153. *Suni J.* Control of the lumbar neutral zone decreases low back pain and improves self-evaluated work ability: a 12-month randomized controlled study. *Spine* 2006;31:611–20.
  154. *Snook SH, Webster BS, McGorry RW, Fogleman MT, McCann KB.* The reduction of chronic nonspecific low back pain through the control of early morning lumbar flexion. A randomized controlled trial. *Spine* 1998;23:2601–7.
  155. *Hill JC, Dunn KM, Main CJ, Hay EM.* Subgrouping low back pain: A comparison of the STarT Back Tool with the Örebro Musculoskeletal Pain Screening Questionnaire. *Eur J Pain* 2010;14:83–9.
  156. *Best TM.* Muscle-tendon injuries in young athletes. *Clin Sport Med* 1995;14:669–86.
  157. *Garrett WE jr.* Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. *Med Sci Sport Exerc* 1990;22:436–43.
  158. *Donohue P.* Stretching may prevent injuries. *South Florida Sun – Sentinel* 2010.
  159. *Choi BKL, Verbeek JH, Tam WWS, Jiang JY.* Exercises for prevention of recurrences of low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2011, Issue 2. Art. No.: CD006555. DOI: 10.1002/14651858.CD006555.pub2.
  160. *Nemčić T, Grazio S.* Diskogena križobolja. U: Grazio S, Buljan D, ur. *Križobolja*. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2009, str. 79–94.
  161. *Grubišić F, Grazio S.* Nediskogena mišićno-koštana križobolja. U: Grazio S, Buljan D, ur. *Križobolja*. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2009, str. 95–130.
  162. *Chou R, Huffman LH.* Nonpharmacologic Therapies for Acute and Chronic Low Back Pain: A Review of the Evidence for an American Pain Society/American College of Physicians Clinical Practice Guideline. *Ann Intern Med* 2007;147:492–504.
  163. *Steiger F, Wirth B, de Bruin ED, Mannion AF.* Is a positive clinical outcome after exercise therapy for chronic non-specific low back pain contingent upon a corresponding improvement in the targeted aspect(s) of performance? A systematic review. *Eur Spine J* 2012;21: 575–98.
  164. *Flor H, Knost B, Birbaumer N.* Processing of pain- and body-related verbal material in chronic pain patients: central and peripheral correlates. *Pain* 1997;73:413–21.
  165. *Siddall PJ, Stanwell P, Woodhouse A i sur.* Magnetic resonance spectroscopy detects biochemical changes in the brain associated with chronic low back pain: a preliminary report. *Anesth Analg* 2006;102: 1164–8.
  166. *Baliki MN, Chialvo DR, Geha PY i sur.* Chronic pain and the emotional brain: specific brain activity associated with spontaneous fluctuations of intensity of chronic back pain. *J Neurosci* 2006;26: 12165–73.
  167. *Schmidt-Wilcke T, Leinisch E, Ganssbauer S i sur.* Affective components and intensity of pain correlate with structural differences in gray matter in chronic back pain patients. *Pain* 2006;125:89–97.
  168. *Apkarian AV, Sosa Y, Sonty S i sur.* Chronic back pain is associated with decreased prefrontal and thalamic gray matter density. *J Neurosci* 2004;24:10410–15.
  169. *Woby SR, Roach NK, Urmston M, Watson PJ.* Outcome following a physiotherapist-led intervention for chronic low back pain: the important role of cognitive processes. *Physiotherapy* 2008;94:115–24.
  170. *Popa T, Bonifazi M, Della Volpe R, Rossi A, Mazzocchio R.* Adaptive changes in postural strategy selection in chronic low back pain. *Exp Brain Res* 2007;177:411–8.
  171. *Mannion AF, Junge A, Taimela S, Muntener M, Lorenzo K, Dvorak J.* Active therapy for chronic low back pain: part 3. Factors influencing self-rated disability and its change following therapy. *Spine* 2001; 26:920–9.
  172. *Smeets RJE, Wade D, Hidding A, Van Leeuwen PJC, Vlaeyen JWS, Knottnerus JA.* The association of physical deconditioning and chronic low back pain: a hypothesis-oriented systematic review. *Disabil Rehabil* 2006;28:673–93.
  173. *Klaber Moffett JA, Richardson PH.* The influence of the physiotherapist-patient relationship on pain and disability. *Physiother Theory Pract* 1997;13:89–96.