VAŽNOST INDIVIDUALIZIRANOG KINEZITERAPIJSKOG PRISTUPA BOLI U PODRUČJU LUMBALNE KRALJEŽNICE

Kovačević, Josipa

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:463040

Rights / Prava: Attribution 4.0 International/Imenovanje 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje akademskog naziva:

magistra kineziologije)

Josipa Kovačević

VAŽNOST INDIVIDUALIZIRANOG KINEZITERAPIJSKOG PRISTUPA BOLI U PODRUČJU LUMBALNE KRALJEŽNICE

diplomski rad

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Iris Zavoreo

Zagreb, rujan, 2020.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

_____

izv. prof. dr. sc. Iris Zavoreo

Studentica:

_____

Josipa Kovačević

Zahvala

Ovom prilikom zahvaljujem sljedećim osobama za svaku pomoć, savjet, podršku, lijepu riječ tijekom studiranja te pisanja diplomskog rada:

Izv. prof. dr. sc. **Iris Zavoreo**, mojoj mentorici, zahvaljujem prije svega na suradnji, mentorstvu te maksimalnoj podršci i dostupnosti tijekom pisanja ovog diplomskog rada.

Nadalje, zahvaljujem doc. dr. sc. **Tatjani Trošt Bobić**, što me usmjerila u područje kineziterapije te bila uvijek voljna pomoći svojim neizmjernim znanjem i savjetima.

Posebna zahvala mojim roditeljima, **Sonji** i **Stjepanu**, koji su mi omogućili cijeli proces studiranja i bili uz mene u svakom trenutku. Osobito majka Sonja, koja je proživjela sa mnom sve one najljepše i najuspješnije trenutke, kao i one najteže. Uvijek mi je čuvala leđa.

Na kraju, želim zahvaliti **Ivani Hukman** mag. cin. kolegici i najboljoj prijateljici, koja je bila uz mene od prvog pa sve do posljednjeg dana i pomogla mi da budem snažnija verzija sebe.

VAŽNOST INDIVIDUALIZIRANOG KINEZITERAPIJSKOG PRISTUPA BOLI U PODRUČJU LUMBALNE KRALJEŽNICE

Sažetak:

Bol u lumbalnom dijelu kralježnice je jedan od najučestalijih zdravstvenih problema modernog društva, uzrok je znatnim troškovima bolničkog liječenja i bolovanja. Tome uvelike pridonosi sedentarni način života kojemu sve češće pribjegavamo iz mnogobrojnih razloga, od modernizacije poslova do stvorene iluzije da čovječanstvo više nema toliku potrebu za kretanjem, ali i sve učestalijim prometnim traumatizmom uz posljedične ozljede kralježnice. Cilj ovog diplomskog rada je prikazati detaljan opis uzroka koji su doveli i pridonose boli u lumbalnom području kralježnice i njihovih simptoma na jednom specifičnom slučaju te dati primjer individualiziranog kineziterapijskog plana i programa. Posljedično, nakon pojave boli u lumbalnom dijelu kralježnice, u nekim slučajevima dolazi i do upale ishijadičnog živca (*nervus ishijadicus*), što će također biti opisano u radu. Nadalje, bit će navedeni rizični čimbenici koji dovode do bolova u lumbalnom dijelu kralježnice i upale ishijadičnog živca te važnost tjelesne aktivnosti. Opisat će se anatomska specifičnost lumbalne kralježnice, organizacija živčanog sustava ljudskog tijela, testovi koji se primjenjuju u kineziterapiji i uvelike pomažu pri postavljanju dijagnoze te klinička slika pacijentice, kao i planiranja daljnjeg individualiziranog terapijskog pristupa.

Ključne riječi: lumbalna bol, ishijadični živac, kineziterapija, sedentarni način života, tjelesna aktivnost

THE IMPORTANCE OF AN INDIVIDUALIZED KINESITHERAPY APPROACH TO PAIN IN THE LUMBAR SPINE AREA

Abstract:

Pain in the lumbar spine is one of the most common health problems of modern society. It plays a major role in the significant costs of hospital treatment and sick leave. This is largely due to the sedentary lifestyle that we are increasingly resorting to for many reasons. Some of these include the modernization of jobs and the created illusion that humanity no longer has such necessity to move. Not to mention, the increase in traffic injuries with consequent spinal injuries. The aim of this thesis is to present a detailed description of the causes that led to and contribute to pain in the lumbar spine, their symptoms in a specific case, and to provide an example of an individualized kinesitherapy plan and program. In some cases, after the onset of pain in the lumbar spine there is inflammation of the sciatic nerve (*nervus ishijadicus*), which will be further explained in the paper. Furthermore, risk factors leading to lumbar spine pain and sciatica will be discussed, along with the importance of physical activity. The anatomical specificity of the lumbar spine, the organization of the nervous system of the human body, various tests used in kinesitherapy, which greatly helps with the diagnosis and clinical picture of the patient, and planning individualized therapeutic approaches will all be described throughout the paper.

Key words: lumbar pain, ischyadic nerve, kinesitherapy, sedentary lifestyle, physical activity

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. POVIJESNI PREGLED 6
1.2. OPIS OZLJEDE 8
1.3. FIZIKALNA TERAPIJA 12
2. ANATOMIJA KRALJEŽNICE 20
2.1. MEĐUKRALJEŠNIČNI DISK 24
2.2. SPECIFIČNOST I BIOMEHANIKA LUMBALNE KRALJEŽNICE 28
3. ŽIVČANI SUSTAV 34
3.1. BOL 38
4. VAŽNOST PROPRIOCEPTIVNOG TRENINGA 45
5. BOL U PODRUČJU LUMBALNE KRALJEŽNICE 48
6. KINEZITERAPIJA 51
6.1. PRIMJER INDIVIDUALIZIRANOG KINEZITERAPIJSKOG PLANA I PROGRAMA 54
7. ZAKLJUČAK 101
8. LITERATURA 102
9. PRILOZI 105

1. UVOD

Bolovi u leđima vjerojatno postoje od kada su ljudi odlučili stati na dvije noge. Problemi s leđima prevladavaju na radnom mjestu otkad je netko počeo obraćati pažnju i voditi evidenciju (Morris, 2006). Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji mišićno-koštana stanja obuhvaćaju više od 150 dijagnoza koje utječu na lokomotorni sustav; tj. mišiće, kosti, zglobove i povezana tkiva poput tetiva i ligamenata, kako je navedeno u Međunarodnoj klasifikaciji bolesti. Oni se kreću u rasponu od onih koji se pojavljuju iznenada i koji su kratkotrajni, poput prijeloma, uganuća te istegnuća, do cjeloživotnih stanja povezanih s neprekidnom boli i invalidnošću. Mišićno-koštana stanja obično karakteriziraju bol (često trajna) i ograničenja u pokretljivosti, spretnosti i funkcionalnim sposobnostima, smanjujući sposobnost ljudi da rade i sudjeluju u društvenim ulogama s povezanim utjecajima na mentalno blagostanje, a na široj razini utjecajima na prosperitet zajednica. Najčešća i onesposobljavajuća stanja mišićno-koštanog sustava su osteoartritis, bol u leđima i vratu, prijelomi povezani s krhkošću kostiju, ozljede i sistemska upalna stanja poput reumatoidnog artritisa. Mišićno-koštana stanja prevladavaju tokom cijelog života i najčešće pogađaju ljude od adolescencije, pa sve do starije životne dobi u svim regijama svijeta. Predviđa se da će prevalencija i utjecaj mišićno-koštanih stanja rasti s porastom dobi globalne populacije i učestalosti čimbenika rizika za nezarazne bolesti, osobito u sredinama niskog i srednjeg dohotka. Mišićno-koštana stanja javljaju se obično kod drugih nezaraznih bolesti u zdravstvenim stanjima s multimorbiditetom. Mišićno-koštana stanja su vodeći uzrok invaliditeta u četiri od šest regija WHO-a u 2017. godini (drugo je mjesto u regiji Istočno Sredozemlje i treće u afričkoj regiji). Iako se prevalencija mišićno-koštanih stanja povećava s godinama, također su pogođeni i mlađi ljudi, često tijekom razdoblja života kada ostvaruju vrhunski dohodak. Studija Globalnog Opterećenja Bolesti (GBD) pruža dokaze o utjecaju mišićno-koštanih stanja, ističući značajan teret invaliditeta povezan s tim stanjima. U studiji o GBD-u za 2017. godinu mišićno-koštana stanja najviše su doprinijela globalnom invaliditetu (čineći 16% svih godina života s invaliditetom), a bol u donjem dijelu leđa ostao je glavni vodeći uzrok invaliditeta od kada je prvi put izmjerena 1990. godine. Iako se prevalencija mišićno-koštanih stanja razlikuje, ovisno o dobi i dijagnozi, između 20% - 33% ljudi širom svijeta živi s bolnim mišićno-koštanim stanjem. Nedavno izvješće Sjedinjenih Američkih Država sugerira da jedan od dvoje odraslih Amerikanaca živi s mišićno-koštanim stanjem - isti je broj kao i onih s

kardiovaskularnom ili kroničnom respiratornom bolesti u kombinaciji. Bol i ograničena mobilnost objedinjuju osobine raspona mišićno-koštanih stanja. Bol je obično uvijek prisutna za dugotrajna stanja. Mišično-koštana stanja dijele neke slične čimbenike rizika s drugim nezaraznim bolestima, poput nedovoljne tjelesne aktivnosti, pretilosti, pušenja i loše prehrane. Iako upravljanje nekim mišićno-koštanim stanjima može zahtijevati specijalističku i / ili kiruršku njegu, mnogim se mišićno-koštanim stanjima može upravljati u primarnoj njezi kombinacijom temeljnih nefarmakoloških intervencija kao što su vježbanje, upravljanje težinom, psihološka terapija i farmakološka terapija. Zdravstveni i širi društveni troškovi mišićno-koštanih stanja su značajni. Trošak za mišićno-koštana stanja teško je izmjeriti zbog velikog broja mišićno-koštanih stanja i ograničenja u sustavima zdravstvenog nadzora. Mišićno-koštana stanja odgovorna su za najveći udio izgubljene produktivnosti na radnom mjestu. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) prepoznaje da zdravstveno stanje mišićno-koštanog sustava u velikoj mjeri doprinosi invalidnosti tijekom životnog vijeka u svim regijama svijeta. Konkretno, Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) prepoznaje da stanja mišićno-koštanog sustava značajno utječu na funkcionalnu sposobnost. U tom kontekstu, Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) reagira kroz integrirani pristup skrbi za starije osobe (ICOPE), koji identificira potrebu za poboljšanjem funkcije mišićno-koštanog sustava kroz niz intervencija, uz multimodalno vježbanje kao ključnu komponentu (https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions). Mišićno-koštana stanja vodeći su uzroci obolijevanja i invaliditeta, što dovodi do ogromnih izdataka za zdravstvo i gubitka posla. Oko 80–85% epizoda pojave boli u leđima nema poznat uzrok. Bol u donjem dijelu leđa najčešći je poremećaj kralježnice, utječe na više od 80% osoba u nekom trenutku njihovog života, te na 4–33% populacije u bilo kojem trenutku. Bol u leđima je najčešći uzrok invaliditeta među mladima. Mnogi čimbenici, fizički, psihološki i profesionalni, doprinose nastanku bolova u leđima (https://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/).

Bol u donjem dijelu leđa najveći je uzrok godina proživljenih s invaliditetom širom svijeta i glavni je izazov međunarodnim zdravstvenim sustavima. U 2018. godini, radna skupina za bolove u donjem dijelu leđa, *Lancet* identificirala je globalni problem lošeg upravljanja bolovima u donjem dijelu leđa. Skupina *Lancet* je dokumentirala fenomen nepotrebne njege u okruženjima visokog i niskog dohotka, pri čemu pacijenti primaju zdravstvene usluge koje nisu u skladu s međunarodnim smjernicama. Članci su saželi snažne dokaze da je nepotrebna njega, uključujući složene lijekove protiv bolova, kralježnične slikovne testove, injekcije kralježnice,

hospitalizaciju i kirurške zahvate, opasna za većinu bolesnika s bolovima u leđima. Iako nismo mogli pronaći sustavne procjene svjetske rasprostranjenosti nepotrebne njege zbog bolova u donjem dijelu leđa, *CareTrack* studije daju neke naznake razmjera. Na temelju podataka *CareTrack* studija procijenjeno je da je 28% (95% intervala pouzdanosti, CI: 19,7–38,6) zdravstvene zaštite za bol u donjem dijelu leđa u Australiji (temeljeno na 164 pacijenta koji su primali 6488 postupaka skrbi) i 32% (95% CI: 29,5–33,6) zdravstvene zaštite za bol u donjem dijelu leđa u Sjedinjenim Američkim Državama (na temelju 489 pacijenata koji su primali 4950 postupaka skrbi) bilo je u ne skladu s kliničkim smjernicama. Podaci su vjerojatno podcijenjeni jer nisu uključivali dijagnostičke slikovne testove. Trend porasta nepotrebne njege za bolove u donjem dijelu leđa još više zabrinjava. Jedna metaanaliza iz 2018. godine utvrdila je da su u jednoj četvrtini konzultacija zbog bolova u leđima zatraženi jednostavni slikovni testovi (415 579 od 1 675 720 konzultacija), a stope složenog snimanja (npr. snimanje magnetskom rezonancom) povećane su tijekom 21 godine.

Nema čvrstih dokaza o dobrobiti operacije fuzije kralježnice u usporedbi s nekirurškom skrbi za osobe s bolovima u donjem dijelu leđa povezanima s degeneracijom kralježnice. Međutim, tijekom godina 2004–2015., elektivna operacija fuzije kralježnice u Sjedinjenim Državama povećala se za 62,3% (sa 60,4 na 100 000 na 79,8 na 100 000), uz troškove bolnice za ovaj postupak veći od 10 milijardi američkih dolara u 2015. godini. U 2014. godini, 3–4% odraslog stanovništva Sjedinjenih Država (9,6 milijuna do 11,5 milijuna ljudi od 318,6 milijuna) bilo je propisano dugoročno liječenje opioidnim lijekovima, u mnogim slučajevi zbog kronične boli u donjem dijelu leđa. Radna skupina *Lancet* pozvala je Svjetsku zdravstvenu organizaciju da poveća pozornost na teret bolova u donjem dijelu leđa i „potrebu za izbjegavanjem pretjeranih medicinskih rješenja."

Pomak od medicinskog liječenja bolova u donjem dijelu leđa odražava se u nedavnim kliničkim smjernicama. Svih šest glavnih međunarodnih kliničkih smjernica objavljenih od 2016. godine prioritetno daju prednost ne medicinskom pristupu pacijentima sa bolovim u donjem dijelu leđa. Liječnici primarne njege slijedeći ove smjernice upravljali bi ne kompliciranim slučajevima putem davanja savjeta, edukacijom i uvjeravanjem pružajući sigurnost. Za pacijente kojima prijeti razvoj kroničnih bolova i invaliditeta, liječnici bi, ovisno o smjernicama koje slijede, razmotrili mogućnost liječenja kao što su manipulacija kralježnicom, masaža, akupunktura, joga, samosvjesnost stanja u kojem se pacijent nalazi, psihološka terapija ili multidisciplinarna

rehabilitacija. Većina zdravstvenih sustava nije dobro opremljen da podrži ovaj pristup (Traeger, Buchbinder, Elshaug, Croft i Maher, 2019).

Box 1. **Key messages from six international clinical guidelines for management of low back pain**

- Adopt a stepped or stratified approach to care of low back pain, guided by the patient's response to previous care or the results of risk prediction tools. Recommended by 4 out of 6 guidelines.[11–14]
- First step care for low back pain, which will be sufficient for many patients, is to provide advice to remain active, education on the benign nature of low back pain and reassurance about the absence of serious pathology. Recommended by all guidelines.[11–16]
- Second step options for acute low back pain include physical therapies (massage, spinal manipulation, heat-wrap therapy), psychological therapies (psychologically informed physiotherapy) or complementary therapies (acupuncture[a]). At least one recommended by all guidelines.[11–16]
- Second step options for chronic low back pain comprise physical therapies (exercise, massage, spinal manipulation), psychological therapies (cognitive behavioural therapy), complementary therapies (mindfulness-based stress reduction, yoga, acupuncture,[a] tai chi). Recommended by 4 out of 6 guidelines.[11–13,15]
- Third step in chronic low back pain care is multidisciplinary pain management (targets physical, psychological and social aspects of low back pain and involves a team of clinicians). Recommended by 5 out of 6 guidelines.[11–15]
- Care of low back pain care without medication is preferred. Recommended by all guidelines.[11–16]
- If pain medication is needed, begin with a nonsteroidal anti-inflammatory drug at the lowest effective dose for the shortest time. Recommended by all guidelines.[11–16]
- Avoid prescribing opioid drugs for low back pain where possible. Recommended by 3 out of 6 guidelines.[11,14,16]
- Do not offer injectable steroid drugs to patients with chronic non-specific low back pain. Recommended by 3 out of 6 guidelines.[11,13,14]
- Do not offer surgery for patients with non-specific low back pain outside of a randomized trial. Recommended by 3 out of 6 guidelines.[11,13,14]

Slika 1. Ključne poruke iz šest međunarodnih kliničkih smjernica za upravljanje bolovima u donjem dijelu leđa

- *Usvojit postupni ili stratificirani pristup u liječenju bolova u donjem dijelu leđa, vođen reakcijom pacijenta na prethodnu njegu ili rezultatima alata predviđanja rizika. Preporučuju 4 od 6 smjernica.*
- *Prvi korak brige za bolove u donjem dijelu leđa, koji će biti dovoljan mnogim pacijentima, je pružanje savjeta za nastavak aktivnog života, edukacija o dobroćudnoj prirodi bolova u donjem dijelu leđa i uvjeravanje o odsutnosti ozbiljne patologije. Preporučuju sve smjernice.*
- *Opcije drugog koraka za akutnu bol u donjem dijelu leđa uključuju fizikalne terapije (masaža, manipulacija kralježnicom, terapija toplinskom oblogom), psihološke terapije (psihološki informirana fizioterapija) ili komplementarne terapije (akupunktura). Barem jedna opcija je preporučena u svim smjernicama.*

- *Opcije drugog koraka za kroničnu bol u donjem dijelu leđa uključuju fizikalne terapije (vježbanje, masaža, manipulacija kralježnicom), psihološke terapije (kognitivna bihevioralna terapija), komplementarne terapije (smanjenje stresa zasnovano na svjesnosti, joga, akupunktura, tai chi). Preporučeno prema 4 od 6 smjernica.*
- *Treći korak u skrbi o kroničnoj boli u donjem dijelu leđa je multidisciplinarno upravljanje bolom (cilja fizičke, psihološke i socijalne aspekte bolova u donjem dijelu leđa i uključuje tim kliničara). Preporučuje 5 od 6 smjernica.*
- *Poželjnija je skrb o bolovima u donjem dijelu leđa bez lijekova. Preporučuju sve smjernice.*
- *Ako su potrebni lijekovi protiv bolova, počnite s nesteroidnim protuupalnim lijekom s najnižom učinkovitom dozom za najkraće vrijeme. Preporučeno po svim smjernicama.*
- *Izbjegavajte propisivanje opioidnih lijekova za bol u donjem dijelu leđa ako je to moguće. Preporučuje 3 od 6 smjernica.*
- *Ne nudite pacijentima s kroničnom nespecifičnom boli u donjem dijelu leđa injekcije steroidnih lijekova. Preporučuje 3 od 6 smjernica.*
- *Ne nudite operaciju pacijentima s nespecifičnom boli u donjem dijelu leđa izvan randomiziranog ispitivanja. Preporučuje 3 od 6 smjernica.*

Preuzeto od Traeger, A. C., Buchbinder, R., Elshaug, A. G., Croft, P. R. i Maher, C. G. (2019). Care for low back pain: can health systems deliver? Bull World Health Organ, 97, 423-433. doi: http://dx.doi.org/10.2471/BLT.18.226050.

Bol u donjem dijelu leđa najčešća je od svih mišićno-koštanih stanja koja pogađa gotovo sve u nekom trenutku njihovog života. Sindromi u donjem dijelu leđa najvažniji su poremećaji povezani s odsutnošću s posla u socijalnim državama. Waddell je konstatirao da je životna prevalencija bolova u leđima između 59% i 84%. Stopa jednogodišnje prevalencije procjenjuje se između 15% i 40%, dok će između 4% i 33% stanovništva osjetiti bol u leđima u bilo kojem trenutku. Treba napomenuti da većina statističkih podataka obično uključuje bolove u donjem dijelu leđa, a ne sve sindrome u donjem dijelu leđa. Prema tome, rasprostranjenost ove skupine poremećaja nije poznata, osim što možemo reći da je veća od same lokalne boli u leđima, od kojih je podvrsta. Industrijalizirane zemlje su posljednjih desetljeća doživjele dramatičan porast

korištenja i troškova povezanih sa sindromima donjeg dijela leđa. Postoje dokazi da pacijenti sa lumbalnim bolnim sindromom koriste sveukupnu medicinsku njegu koja je proporcionalna za stanja koja nisu povezana s lumbalnim bolnim sindromom nego za ona bez lumbalnog bolnog sindroma (Morris, 2006, str. 4).

1.1. POVIJESNI PREGLED

Poremećaji kralježnice dokumentirani su u studijama drevnih kadaveričkih uzoraka. Na primjer, problemi sa kralježnicom koji se sastoje od zaraznih bolesti, degeneracije, malformacije, raka, uz dodatak mogućim posttraumatskim događajima, pronađeni su u skupini od 700 Južnoamerikanaca koji su datirani više od 8000 godina (Morris, 2006, str. 7).

Hipokrat je osmislio liječenje skolioze te liječenje traumatičnih prijeloma u petom stoljeću prije Krista. Dizajnirao je dva uređaja za izvođenje trakcija, naime, Hipokratovu ljestvicu, koja se obično koristi za dislokaciju zglobova, i Hipokratovu ploču ili klupu, koja se obično koristi za zakrivljenost kralježnice i uspostavio protokole liječenja koji su trajali stoljećima. Bio je prvi koji je dao prikaz spinalnih bolesti i opisao tuberkulozni spondilitis. Njegov je rad postavio osnovu za buduće pristupe lumbalnom bolnom sindromu (Morris, 2006, str. 7).

Nadalje, da bismo dali kratki sažetak etiologije epidemije onesposobljavajućeg lumbalnog bolnog sindroma, potrebno je proći kroz parametre klasičnih kliničkih tekstova i istražiti uzročne društvene faktore. Devedeseto stoljeće donijelo je dramatične promjene u zapadnom svijetu, s prijelazom iz ruralnog, agrarno utemeljenog stanovništva u urbano, industrijski temeljeno društvo. Prijelaz u ljudskom socijalnom i fizičkom iskustvu bio je dramatičan. Strojevi su postupno uvedeni za obavljanje fizički zahtjevnih poslova koje su prethodno obavljali ljudi i životinje. Dok su pojedinci ranije obavljali razne fizički zahtjevne poslove na poljima, na primjer, tijekom dana, gradski su radnici sve više bivali u zatvorenim prostorima izvodeći ponavljajuće zadatke koji nisu zahtjevali toliku količinu fizičkog napora te su se izvodili kroz ograničen raspon pokreta. Iako je sjedenje na radnom mjestu u prošlosti bilo manje uobičajeno, industrija motivirana produktivnošću zahtijevala je postupno prelazak na ovu manje fizički

zahtjevnu, relativno statičku strategiju. Ta strategija je prikazana uvođenjem proizvodne trake, modela dizajniranog tako da radnici ostanu na mjestu dok se ciljani proizvod prenosi dalje. Općenito, ovaj prijelaz na manje fizički zahtjevan način zarađivanja prihoda smatran je značajnim društvenim napretkom uzrokovanim povećanjem produktivnosti, ali postepeno je mogao povećati rizik od smanjenog fizičkog kretanja. Osim što su radnici morali kontinuirano zadržavati ograničene pozicije na poslu, pojačana interakcija unutar burnog urbanog stanovništva logično je stvorila povećane rizike od emocionalnih stresova usred sve većih zahtjeva za produktivnošću i međuljudskih interakcija. Umjesto zarađivati za život, široko zasnovana strategija koja je zahtijevala od pojedinaca da proizvedu sve što im je potrebno, urbanizam i industrijalizacija iznjedrili su novi koncept „zarade dohotka." Ukratko, industrijska revolucija dovela je do napretka u produktivnosti no paradoksalno, promjene su se dogodile pojedincu u smislu ograničenih fizičkih potreba i povećanih emocionalnih stresova (Morris, 2006, str. 8-9).

Devetnaesto i dvadeseto stoljeće donijele su do sada najdramatičnije promjene u ljudskoj povijesti u pogledu stanovništva, tehnologije, sociologije i ekonomije. Povijest bilježi monumentalni napredak u putovanjima, proizvodnji, komunikacijama i kvaliteti života. Ironično je da su se koristi pokazale kao "mač s dvostrukom oštricom", jer su postojale i nastavile nepredviđene cijene plaćene za ovaj napredak. To je sigurno tako sa sljedećim temama koje pružaju primjere ovih nepredviđenih komplikacija: evolucija masovnog tranzita, socijalni inženjering i socijalna država, naknada radnicima, profil kliničara, napredak zdravstvene njege, rasne/kulturne varijacije. Ti čimbenici nisu bili neovisni jedan o drugom, već su bili sinergistički pomiješani kako bi se uspostavile prepreke u okruženju za oporavak od lumbalnog bolnog sindroma: rast mentalnog stanja s invaliditetom (Morris, 2006, str. 9-10).

Danas je za većinu odraslih osoba tjelesna aktivnost (TA) u svim segmentima svakodnevnog života izrazito smanjena. Povećava se vrijeme provedeno sjedeći pred televizorom, za računalom ili u automobilu. Zahvaljujući tehnologiji smanjuje se čak i potreba za odlaskom u trgovine, banke i slično. Brojne dobro argumentirane studije takav način života povezuju s niskom funkcionalnom sposobnošću organizma već u adolescenata i mladih odraslih ljudi, a napose u odrasloj i starijoj životnoj dobi (Mišigoj-Duraković i sur., 2018, str. 2). Sve je to dovelo do, za lokomotorni sustav čovjeka, nepovoljnog načina života, sedentarnog načina života. Prema Mreži za istraživanje sedentarno ponašanja definira se kao: "sjedeće ponašanje koje uključuje svako

vrijeme kad osoba sjedi ili leži (tj. gleda televiziju, koristi računalo, vozi automobil, čita). Akumuliranje sjedilačkog ponašanja tijekom dana, posebno šest sati ili više i nepoštivanje preporučenih smjernica za tjelesnu aktivnost može dovesti do sjedilačkog načina života" (https://www.goodhousekeeping.com/health/a31448807/what-is-sedentary-lifestyle/). Nadalje, to je: "vrsta načina života gdje pojedinac ne prima redovite količine tjelesne aktivnosti. Ako se tjelesna neaktivnost smatra neispunjavanjem preporuka Centra za kontrolu bolesti (CDC), navodeći da bi pojedinac trebao sudjelovati u najmanje 150 minuta umjerenog vježbanja ili 75 minuta energičnijeg režima. Većina zdravstvenih stručnjaka također se slaže da je hodanje 10 000 koraka dnevno (otprilike 5 milja) idealan cilj za poboljšanje zdravlja i smanjenje zdravstvenih rizika uzrokovanih neaktivnošću. Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO), 60 do 85% stanovništva u svijetu ne bavi se dovoljno tjelesnom aktivnošću. Čineći tjelesnu neaktivnost četvrtim vodećim faktorom rizika za globalnu smrtnost" (https://www.lifespanfitness.com/workplace/resources/articles/health-risks-of-a-sedentary-lifestyle). Također, kako tvrdi Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) procjenjuje se da je gotovo dvije trećine djece također nedovoljno aktivno, što ima ozbiljne posljedice na njihovo buduće zdravlje (https://www.who.int/mediacentre/news/releases/release23/en/).

1.2. OPIS OZLJEDE

Cilj ovog diplomskog rada je prikazati kineziterapijski plan i program u liječenju lumbalne boli na jednom specifičnom slučaju. Plan i program proveden je na pacijentici (studentici Kineziološkog fakulteta u Zagrebu) u dobi od 18 godina koja je doživjela veći broj uzastopnih judo bacanja *(nage waza)* u vremenskom trajanju od tjedan dana, uz sva ostala tjelesna opterećenja koja je zahtijevao tadašnji plan i program na prvoj godini Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Uz ne znanje izvođenja judo padova *(ukemi waza)* došlo je do preopterećenja lokomotornog sustava te naposlijetku i do ozljede. Također sveprisutan umor, tjelesni i mentalni, naravno pridonio je stvaranju ozljede. Akumulirano nakupljanje mikrotrauma dovelo je do degenerativnih promjena na međukralješničnom disku u visini segmenta L5-S1 te dorzomedijalni prolaps diska (4 milimetra) u istom segment koji reducira prednji epiduralni

prostor, imprimira duralnu vreću, te sa desne strane skraćuje lateralni recesus i sužava neuralni foramen i do incipijentne protruzije diska u visini L4-L5 segmenta. Sve navedeno se manifestiralo iradiranom boli iz lumbosakralne kralježnice u stražnju stranu desne i lijeve noge te otežanom kontrolom desnog stopala, oslabljena dorzalna fleksija i plantarna ekstenzija.

Kao što tvrde Marković i Bradić (2008, str. 50) zabrinjava podatak kako je kod mladih nogometaša zabilježen relativno visok postotak ozljeda leđa - gotovo 10% svih ozljeda jesu ozljede leđa. Također Morris (2006, str. 95) tvrdi kako je degeneracija diska i zigapofizealnih zglobova relativno češća kod nekih sportaša, to uključuje dizače utega, hrvače, nogometaše, tenisače i gimnastičare. Pacijentica je prije upisa na fakultet trenirala nogomet šest godina. Dakle, organizam je bio u trenažnom procesu. Također prisutna je bila i početna spuštenost stopala pri uzdužnim i poprečnim svodovima. Detaljnija obrada, nakon zadobivene ozljede, provedena je u Poliklinici za neurologiju i fizikalnu medicinu i rehabilitaciju "Ligament", baropodografskom analizom u static i dinamici utvrđen je valgus obrazac kretnji te je vidljiv nesrazmjer u pritiscima stopala. Desno stopalo vrši jači pritisak od 30 kg odnosno 52% ono je i voluminoznije, 113 cm^2 dok lijevo stopalo vrši pritisak od 28 kg odnosno 48%, a voluminoznost mu je 99 cm^2. Vidljive su i zone jačeg pritiska na obje petne kosti (*os calcaneus*). Baropodografija ili pedobarografija je analiza distribucije pritiska (*eng. Pressure Analysis*), biomehanička metoda koja daje detaljan uvid u anatomsku i funkcionalnu strukturu stopala dok je ono u interakciji s podlogom u dinamičkim ili statičkim uvjetima. U kliničkim istraživanjima to znači proučavanje opterećenja stopala i mišićno-koštanog sustava povezanog s ortopedskim, neurološkim, intermedicinskim (dijabetes itd.) bolestima i poremećajima kako tijekom rasta i razvoja tako i u dubokoj starosti. Metoda omogućava opisivanje morfologije i funkcije stopala, ali i dinamičku disfunkcije te daje detaljan opis patologije stopala (https://www.yumpu.com/xx/document/read/23309349/kinetika-2-2012-2013-kinezioloski-fakultet-sveuciliste-u-zagrebu).

Dijagnoza

Lumboischialgia bill praec.I.dex M 54.4

Hernia disc i.v. L5 et S1

Radiculopathia L5 et S1 bilat. M54,1

Sy thoracale M54.54

Iz anamneze i statusa

Bolesnica od studenog 2012.g. osjeća bolove u LS kralježnici s irdiranjem prema desnom gluteusu te duž stražnjeg dijela desne natkoljenice i potkoljenice do stopala. Učinjena je neuroradiološka obrada (magnetska rezonancija - MR) kojom je verificirana protruzija diska L4-L5 uz prolaps diska L5-S1 segmenta. Tijekom fizikalne terapije dolazi do pogoršanja 08.03., klinički uz iridiranje bolova iz LS kralježnice prema stražnjem dijelu lijeve noge. Ponovljena je MR obrada - nalaz isti. Negira ugriz krpelja i slično, afebrilna. Dan prije prijema ponovno pogoršanje u smislu intenzivnije boli, izraženije prema desnoj nozi. Navodi da joj je desno stopalo "više palo" nego prije od jučer. Pregledana od strane neurokirurga koji radi jasnog pogoršanja stanja/neurološkog deficita, te nesukladnost sa dosadašnje dvije MR LS kralježnice, traži hitnu neurološko/neuroradiološku obradu (MR th ILS kralj.) Druge bolesti i alergije na medikamente se negiraju. Pušač. Funkcije uredne. Iz neurološkog statusa: pri svijesti, orjentirana, urednog kontakta. Inervacija kranijskih živaca bez ispada. Meningealni sy neg. Oslabljena dorzalna i plantarna fleksija desnog stopala, desno RPT 1+, ostali refleksi 2+, Babinski neg. Hipoestezija u području dermatoma L5 desno. Lasegue pozitivan obostrano na oko 30°. Sfinktere kontrolira.

Relevantni nalazi

RTG SRCA I PLUĆA: Na PA snimci srca i pluća u plućnom parenhimu se ne nalazi sigurnih znakova svježih infiltrativnih niti akutnih zastojnih promjena. Ošit je oštro ocrtan, lateralni f.c. sinusi su slobodni. Sjena srca je urednog položaja i veličine.

EMNG: u korelaciji s kl. slikom ukazuje na osjetnu kroničnu neuronalnu leziju radiksa S1 obostrano kao blažu leziju L5 obostrano. Očito da postoji znatna somatizacija stanja pa je potrebna daljnja obrada u tom smjeru.

MR TORAKALNE KRALJEŽNICE: MR torakalne kralježnice (T1 i T2 u sagitalnoj i transverzalnoj ravnini) pokazuje trupove torakalnih kralješaka primjerene visine, položaja i intenziteta signala, održanu dorzalnu interkorporalnu liniju, hipokifozu. Intervertebralni diskovi Th3-Th4, Th4-Th5, Th5-Th6 i Th6-Th7 segmenata su blago snižene visine i promijenjenog intenziteta signala u smislu manjih degenerativnih promjena. Intervertebralni diskovi ostalih segmenata torakalne kralježnice su održane visine i intenziteta signala. U sagitalnoj i transverzalnoj ravnini, u razini Th3-Th4 segmenta nalazi se manja subligamentarna protruzija diska dorzomedijalno sa posljedično izrazito reduciranim prednjim epiduralnim prostorom, bez kompresije moždine. Lateralni recesusi su slobodni, neuralni otvori su održane širine. U sagitalnoj i transverzalno ravnini, u razini Th5-Th6 i Th6-Th7 segmenata nalazi se tek diskretan bulging diskova sa posljedično blago reduciranim prednjim epiduralnim prostorom. Lateralni recesusi su slobodni, neuralni otvori su održane širine. U sagitalnoj ravnini, u razini ostalih segmenata ne nalazi se bulginga ili hernijacije diskova. Spinalni kanal je održane širine, neuralni otvori ostalih segmenata su održane širine. Kralježnična moždina je primjerene morfologije intenziteta signala.

MR LS KRALJEŽNICE: MR lumbosakralne kralježnice (T1 i T2 u sagitalnoj transverzalnoj ravnini) pokazuje trupove lumbalnih kralješaka primjerene visine, položaja i intenziteta signala, održanu dorzalnu interkorporalnu liniju, hipolordozu. Intervetebraini disk L5-S1 segmenta je snižene visine i promijenjenog intenziteta signala u smislu degenerativnih promjena, u sagitalnoj i transverzainoj ravnini pokazuje manju subligamentarnu protruziju dorzolateralno desno sa posljedično reduciranim prednjim epiduralnim prostorom, manjom kompresijom duralne vreće i blago reduciranim desnim lateralnim recesusom. Lijevi lateralni recesus je Slobodan, neuralni otvori su održane širine. Intervertebralnih diskovi ostalih segmenata lumbosakralne kralježnice su održane visine i intenziteta signala, u sagitalnoj i transverzalnoj ravnini ne pokazuju znakova hernijacije. Početne degenerativne promjene apofizarnih zglobova. Spinalni kanal je održane širine, neuralni otvori ostalih segmenata su održane širine. Konus medulare je primjerene visine.

NEUROKIRURG: Pogoršanje jučer, kad je i pregledana u hitnoj kirurškoj ambulanti. Sadašnje stanje: pokretna, ostabjena ja plantarna fleksija desnog stopala (4/5), oslabljena je dorzalna feksija desnog stopala (2/5), nešto slabija snaga i desnog kvadricepsa (4/5), koji je lagano hipotrofičan, slabiji je desni patelarni refleks, ahilovi refleksi su uredni, patološki refleksi se ne

izazivaju, hipestezija L5 desno. Lasegue desno pozitivan na 30, lijevo na 45 stupnjeva. Sfinkteri uredni. S obzirom na jasno pogoršanje stanja/neurološkog deficita, te nesukladnost sa dosadašnje dvije MR LS kralježnice, neophodna je hitna neurološko/neuroradiološka obrada. Kontrola neurokirurga u slučaju supstrata za operacijsko liječenje.

KONTROLA NEUROKIRURGA- nema operativnog supstrata.

NALAZ PSIHOLOGA: Intelektualno neverbalno funkcioniranja ispitane je na donjoj granici iznad prosječnih vrijednosti. Socijalno je ekstrovertirana osoba, pasivno ovisnih obilježja, zabrinuta za svoje zdravlje i tjelesne funkcije, iskazane potrebe za naklonošću.

Zaključak

Bolesnica primljena radi obostrane lumboishijalgije, desno jače izražene. MR LS kralježnice pokaže manju subligamentaru protruziju na nivou L5-S1 dorzolateralno desno sa posljedično reduciranim prednjim epiduralnim prostorom za što nije indicirano operativno liječenje. Liječena je medikamentozno to se boljeg općeg stanja i neurološkog statusa (bez oslabljene dorzofleksije desnog stopala) i urednih RAT-ova otpušta kući. Preporuča se nastaviti započetu fizikalnu terapiju uz analgetike po potrebi. Kontrola neurologa za 4-6 mjeseci po potrebi ranije.

Često razumijevanje ozljede leđa ima više veze s onim što je osoba radila prije nego što se ozljeda pojavila, nego sa onim što je osoba učinila u trenutku nastanka ozljede (Morris, 2006, str. 75).

1.3. FIZIKALNA TERAPIJA

Prema preporuci nadležnog liječnika, provedena je i fizikalna terapija. Fizikalna i rehabilitacijska medicina (FRM) ili fizijatrija klinička je grana medicine koja se bavi dijagnostikom, prevencijom, liječenjem i rehabilitacijom nesposobnosti. Svrha je ovoga specijaliziranog oblika medicinske intervencije rehabilitacija onesposobljenih, i to poglavito obnova motornih funkcija organizma. Najčešći uzroci kronične nesposobnosti jesu muskuloskeletne i neuromuskularne

bolesti, kronična bol, ozljede, te prirodeni i stečeni poremećaji. Fizikalna je terapija metodologija primjene fizikalnog agensa koji izaziva neku povoljnu reakciju u organizmu i dio je složenoga rehabilitacijskog programa liječenja. Prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije (WHO - *World Health Organisation*), rehabilitacija je koordinirani proces koji potiče aktivnost i sudjelovanje. Zasniva se na načelima biopsihosocijalnog modela kronične bolesti ili nesposobnosti. Takav pristup respektira različite dimenzije bolesti na biološkoj, individualnoj i socijalnoj razini. Biopsihosocijalni model stasao je 70-ih godina 20. st. kad se uvidjelo da klinička slika kronične bolesti ili nesposobnosti ne ovisi isključivo o patofiziološkom procesu, nego da ima relevantni psihološki, socijalni i bihevioralni korelat. Drugim riječima, dva bolesnika s istom dijagnozom, laboratorijskim nalazima ili oštećenjem mogu imati posve različit funkcionalni ishod zbog spomenutih osobnih i socijalnih razlika. Rehabilitacija se temelji na nizu postupaka usmjerenih prema potrebama bolesnika koje provodi rehabilitacijski tim. Rehabilitacija je složeni proces liječenja u kojem je fizikalna terapija u funkciji rehabilitacije. Rehabilitaciju provodi rehabilitacijski tim u kojemu sudjeluju različiti profili stručnjaka odabranih prema vrsti nesposobnosti i potrebama bolesnika. Najveći uspon i zanimanje za FRM bilježe se u razdoblju Prvoga i Drugoga svjetskog rata jer je tad bila i najveća potreba za ovom vrstom medicinske skrbi. Prema podatcima SZO-a, oko 10% svjetske populacije ima neki oblik nesposobnosti ili oštećenja. Potreba za rehabilitacijom povećava se zbog čovjekova dužega životnog vijeka, radi bolje skrbi za bolesnike s kroničnim bolestima, zbog veće stope preživljenja djece kod kompliciranih po- prođaja, većega broja prometnih nesreća te civilnih, kriminalnih i ratnih sukoba. Rehabilitacija je dugotrajan i skup proces sa sve većom primjenom sofisticirane tehnološke podrške. Tjelesna aktivnost ima bitnu ulogu u sprječavanju mnogih kroničnih bolesti, poboljšanju općega zdravlja i ostvarenju kvalitetnog života. Svaka preporuka za zdrav život na prvo mjesto stavlja tjelesnu aktivnost. Inaktivnost je prepoznata kao četvrti globalni rizik od smrtnosti i nedavno je SZO objavila opće smjernice za minimalnu tjelesnu aktivnost ljudi prema životnoj dobi, a slogan drugoga Desetljeća bolesti kostiju i zglobova glasi: potaknimo kretanje ili očuvajmo kretanje ili krećimo se (*Keep people moving*). U medicini kroničnih bolesti važna je edukacija zdrave populacije i bolesnika, a od svega je najvažnije i najteže postići promjenu načina života i trajnu adherenciju osobe za odgovarajuće programe. Kretanje je osobina živih bića i neki američki autori sposobnost kretanja proglašavaju šestim vitalnim znakom, iza disanja, bila, krvnoga tlaka, temperature i boli. Zadaća je svih medicinskih djelatnika promocija fizičke

aktivnosti kao dijela „svakodnevne higijene". Formalna fizikalna terapija ima ulogu edukacije bolesnika za trajnu provedbu naučenoga programa vježbi kod kuće. Vježbe su kruna fizikalne terapije u prevenciji, liječenju i rehabilitaciji. Samo se vježbom postižu dugotrajni rezultati, a sve ostale procedure pripremaju tijelo za pokret. Osnovna načela fizikalne medicine i rehabilitacije jesu: postavljanje jasne svrhe liječenja (izlječenje ili osposobljavanje za život s definitivnim oštećenjem), analgezija (primjenom pasivnih procedura fizikalne terapije), primjena termoterapijske procedure kod kroničnih stanja i prije vježbi, poštovanje granice boli pri izvođenju vježbi, primjena hladnoće u akutnim stanjima i postignuće aktivnoga pokreta u funkcionalnom rasponu kad god je to moguće (Babić-Naglić i sur., 2013, str. 3-5).

U ovom slučaju, fizikalna terapija je obuhvaćala primjenu ultrazvuka na lumbosakralnoj kralježnici, točnije na segmentima L4-L5 te L5-S1 u trajanju od tri minute, primjenu elektrostimulacije opružača desnog stopala, interferentnu struju na lumbalnoj kralježnici te individualnu medicinsku gimnastiku za lumbalnu kralježnicu. Nakon deset odrađenih aktivnih fizikalnih terapija ponovljeno je isto uz dodatak primjene infracrvene lampe na području lumbalne kralježnice. Navedena fizikalna terapija provedena je u Kliničkoj bolnici Dubrava.

Nadalje, provedena je fizikalna terapija i u Poliklinici za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju i fizikalnu terapiju Sremac Bohaček. Sastojala se od individualne medicinske gimnastike za lumbalnu kralježnicu, udarnog vala i lasera visokog intenziteta na području lumbalne kralježnice, elektrostimulacije mišića desne noge, točnije četveroglavog mišića (*musculus quadriceps*) te lisnog mišića (*musculus peroneus*) i transkutane električne živčane stimulacije (TENS) lumbalne kralježnice.

Termoterapija je primjena topline, a krioterapija hladnoće u svrhu liječenja bolesti, stanja ili ozljede. Izvori su topline kemijski, mehanički i elektromagnetski. Toplina je energija koju materijal pohranjuje u obliku gibanja čestica (elektroni, atomi, molekule). **Ultrazvuk** (UZ) je metoda konverzivne termoterapije u kojoj se ultrazvučne mehaničke vibracije u ljudskom organizmu pretvaraju u toplinu. Zvučni su valovi oblik mehaničke energije koja se prenosi česticama materije gibanjem molekula u smjeru vala. Za prijenos UZ-a potreban je medij i UZ se najbrže prenosi kroz guste medije (zrak 330 m/s, voda 1 540 m/s, kost 4 000 m/s). Danas je UZ etabliran u svim granama medicine kao dijagnostička metoda i nezaobilazan termoterapijski postupak na svakom odjelu fizikalne medicine. Osim termalnih, UZ ima biostimulirajuće učinke

na regeneraciju vezivnoga tkiva, proizvodi akustično mikrostrujanje u stanici i oko nje te ugodan učinak mikromasaže (Babić-Naglić i sur., 2013, str. 143-149).

Fototerapijom (grč. *fotos* - svjetlost; *terapeia* - liječenje) nazivamo uporabu svjetlosti u terapijske i profilaktične svrhe. Još preciznije, riječ je o iskorištavanju energije dijela elektromagnetskoga spektra, definiranog valnim dužinama i frekvencijom unutar vidljivog dijela tog elektromagnetskog spektra. Jedan od oblika fizikalne terapije, koji istodobno ima i termoterapijsko i fototerapijsko djelovanje te se može razmatrati u okvirima učinkovitosti obaju fizikalnih agenasa (toplina i svjetlo) jest infracrveno zračenje. Naime, vidljivo svjetlo, od žutog do crvenog (pa i infracrvenog), ima izrazito toplinsko djelovanje. Dakle, iako je ovdje riječ o nedvojbenoj uporabi svjetla u terapijske svrhe, najviše govorimo o toplinskim učincima infracrvenih zraka na tkivo. Njihova je glavna značajka toplinski učinak na tijelo koje obasjavaju, tako da se primjenjuju u svrhu površinskog zagrijavanja, po načelima djelovanja svih ostalih oblika termoterapije. Svako toplo tijelo ima svojstvo da emitira infracrvene zrake, a u tijelu koje ih je apsorbiralo, a nakon prodora, one stvaraju toplinu. Kratkovalno zračenje emitiraju sva usijana tijela, a sukladno Stefan-Bolzmanovu zakonu, zračenje je to jače što je temperatura tvari koja odašilje zrake viša, a njegova površina veća. Takvo zračenje mogu producirati različite **infracrvene lampe**, žarulje s reflektorom, pa čak i radijatori visoke temperature, a njihov prodor u tkivo može dovesti do učinka na male krvne žile i žlijezde znojnice u potkožju. Takve su zrake najučinkovitije, jer on ipak dovoljno duboko prodiru u kožu i potkožje te u njima imaju željeni učinak, ako se najveći učinak ostvaruje kao toplinski učinak na samoj koži. Dio će se nastale topline ubrzanom lokalnom cirkulacijom i kondukcijom prenijeti i u dublje slojeve kože i potkožja, ali bez znatnijega fiziološkog učinka na ta tkiva (Jajić, Jajić i sur., 2008, str. 223-228).

Pod elektroterapijom (grč. *elektron* + *therapeia* - liječenje) razumijevamo primjenu različitih struja u terapijske svrhe. Postoje dva oblika elektroterapije: 1. neposredna ili direktna elektroterapija, ka- da se neposredno iskorištava električna struja bez pretvorbe u svrhu liječenja. Tu spadaju: galvanizacija, impulsna galvanizacija, ultrapodražajne struje, dijadinamičke struje i **interferentne struje**; 2. posredna ili indirektna elektroterapija, kada se električna energija pretvara u drugi oblik energije, i tim se drugim oblikom energije koristimo u liječenju. To može biti mehanoterapija (masaža), kada se električna energija pretvara u mehaničku energiju, a njome

se tada koristimo u liječenju. Isto tako električnu struju možemo pretvoriti u svjetlosnu energiju ili fototerapiju kojom se koristimo u liječenju najrazličitijih bolesti. Električna energija, tj. visokofrekventna struja u organizmu se pretvara u toplinsku energiju pa govorimo o termoterapiji, čiji je učinak dobro dokumentiran (analgezija, hiperemija). U elektroterapiji se koristimo strujama različitih frekvencija i zbog toga ih dijelimo:

1. na konstantnu, istosmjernu ili galvanska struju; u ovu skupinu ubrajamo impulsnu galvanizaciju;

2. na dijadinamičke ili modulirajuće struje s frekvencijom 50-100 Hz koje spadaju u niskofrekventne struje;

3. na ultrapodražajne struje s frekvencijom od 140 Hz koje se također ubrajaju u niskofrekventne struje;

4. na **interferentne ili endogene struje** s frekvencijom od oko 4000 Hz koje se ubrajaju u srednjofrekventne struje; Fiziološki učinci interferentne struje su: depresija učinka simpatičkoga živčanog sustava, podraživanje živčanih senzornih vlakana velikog kalibra (mehanoreceptori), podraživanje intaktnih motoričnih vlakana, vazodilatacija zbog smanjenja simpatičkoga tonusa krvnih žila, podraživanje staničnih procesa i promjene stanične propusnosti. Dok su terapijski učinci: smanjenje boli, smanjenje otekline i upale, povećanje mišićne kontrakcije, povećanje lokalne i opće cirkulacije, poticanje zacjeljivanja koštanog i mekog tkiva, smanjenje stresne inkontinencije i urinarne frekvencije.

5. na visokofrekventne struje s frekvencijom od 0,5 do 4 000 i više MHz koje se u organizmu pretvaraju u topline;

6. na elektrostimulaciju (klasična elektrostimulacija, TENS, FES) koju čini struja različitih impulsa za izazivanje mišične kontrakcije i uklanjanje bola;

7. na elektromagnetnu, gdje elektromagnetni valovi daju biološki učinak.

Ova je podjela temeljena na fiziološkoj, a ne na fizikalnoj osnovi. Uzeto je u obzir djelovanje električne energije na organizam (analgetičko, hiperemija i druga) (Jajić, Jajić i sur., 2008, str. 129-169).

Glavni je učinak elektroterapije analgezija koja nastupa zbog inhibicije nociceptora, modulacije prijenosa boli na razini leđne moždine i povećanja razine endorfina u organizmu. Sekundarni i sinergistički učinak elektroterapije na bol temelji se na promjenama osjetljivosti reagiranja mišićnih vretena, smanjenjem mišićnog spazma, smanjenjem edema ili ishemije, poboljšanjem prokrvljenosti i otplavljivanjem štetnih otpadnih produkata metabolizma, smanjenjem upalnih posrednika, a katkad i smanjenjem izravnog mehaničkog pritiska (Babić-Naglić i sur., 2013, str. 156-157).

Elektrostimulacijska terapija pripada području niskofrekventnih elektroterapijskih postupaka i pri njoj se najčešće primjenjuju struje frekvencija do 100 Hz. U kliničkoj se praksi može stimulirati motorički i osjetni živac, poprječnoprugasti i glatki mišić, ali se podraživanjem može obuhvatiti i autonomni živčani sustav. U elektrostimulacijsku terapiju ubrajaju se ovi postupci: elektrostimulacija mišića (elektrogimnastika), elektroneurostimulacija, funkcionalna električna stimulacija, transkutana električna nervna stimulacija (Jajić, Jajić i sur., 2008, str. 175).

Transkutana električna živčana stimulacija (engl. *transcutaneous electrical nerve stimulation* - TENS) jedna je od najčešće primjenjivanih elektroanalgetičkih metoda. Iako se u stručnoj literaturi u TENS ubrajaju brojni modaliteti elektrostimulacije u užemu smislu, to je primjena niskovoltažne električne stimulacije, frekvencije od 1 do 200 Hz, Jakosti od 0 do 30 mA, a u nekim tipovima stimulacije i do 100 mA. Način moduliranja bolnih podražaja primjenom TENS-a nije do kraja razjašnjen. Prvo relevantno tumačenje mehanizma djelovanja TENS-a pružila je tzv. teorija "nadzornog ulaza" (engl. *gate theory*) koju su godine 1965. predložili Melzak i Wall. Poznato je da se bolni podražaj prenosi debelim slabo mijeliniziranim A-vlaknima i nemijeliniziranim C-vlaknima do stražnjega roga kralježnicne moždine. Informacije o bolnim podražajima koji se prenose do prvih središnjih stanica u kralježničnoj moždini ovise o prispjeću nociceptivnih podražaja u razini kralježnične moždine, konvergentnom učinku drugih perifernih aferentnih podražaja i kontrolnim mehanizmima unutar središnjega živčanog sustava. Takozvani spinalni ulaz za podražaje čine male inhibitorne intersticijske stanice u želatinoznoj tvari stražnjega roga i transmisijske, T-stanice koje odašilju informacije višim središtima. Debela živčana vlakna (Aα i Aβ) imaju níži prag podražaja i veću brzinu provodljivosti nego tanka (Aδ i C). Istodobnom aktivacijom A-vlakana i C-vlakana dolazi do njihove međusobne kompeticije. Prevladavanjem signala A-vlakana zbog stimulacije TENS-om dolazi do facilitacije inhibicije

interneurona stražnjega roga kralježnične moždine, što rezultira "zatvaranjem vrata" za prijenos bolnih podražaja u više centre. Osim teorije nadzornog ulaza kao objašnjenja segmentalnoga mehanizma analgezije, analgetski učinak TENS-a tumači se i ekstrasegmentalnim mehanizmima, što se ostvaruje aktivacijom struktura koje čine silazni inhibitorni put, i to djelovanjem na više centre i otpuštanjem endogenih opijata koji moduliraju bolnu informaciju na razini kralježnične moždine (Babić-Naglić i sur., 2013, str. 175-176).

Izvantjelesna terapija udarnim valom (ESWT prema engl. *Extracorporeal Shock Wave Therapy*) relativno je novi terapijski postupak u liječenju mišićno-koštanih poremećaja. To je neinvazivan postupak koji se koristi zvučnim valovima za cijeljenje tkiva. Riječ izvantjelesni označuje način primjene terapije, jer se zvučni udarni valovi stvaraju u uređaju i usmjeruju na ciljano područje na tijelu. S obzirom na to da nema reza, ESWT omogućuje dvije prednosti nad tradicionalnim kirurškim metodama: manje potencijalnih komplikacija, brži oporavak i povratak normalnim aktivnostima. Udarni se valovi kreću kroz tekuća i meka tkiva i njihov se učinak događa na mjestima promjene impedancije, na prijelazima koštanog i mekog tkiva. Valovi skreću na granici tkiva s različitim akustičnim impedancijama, pa dolazi do odbijanja i lomljenja valova. To rezultira oslobađanjem kinetičke energije na prijelazima tkiva, što može uzrokovati promjene tkiva. Ovakav učinak ovisi o plastičnosti materijala. Primjerice, bubrežni se kamenac može fragmentirati određenom količinom energije udarnih valova, dok u kostima ista količina energije nema takav učinak. Smatra se da udarni valovi djeluju na dva načina, izravni i posredni. Za izravan su učinak odgovorni pozitivan val i kratko vrijeme rasta tlaka koji stvaraju velike napetosti na površini tkiva i navedene učinke na prijelazima tkiva, dok negativan mali tlačni val djeluje posredno, stvaranjem kavitacija. Način djelovanja u mišićno-koštanim stanjima nije potpuno jasan: kao kombinacija izravnog i posrednoga djelovanja ili je jedan od tih načina dominantan. U svakom slučaju, rezultat je toga djelovanja različit, biti nisko ne dogada se dezintegracija kao kod bubrežnih kamenaca, nego stimulacija cijeljenja tkiva i smanjenje boli. Učinak udarnih valova nije potpuno jasan i više je hipoteza o njihovu učinku na cijeljenje tkiva i smanjenje boli. Svojim mehaničkim djelovanjem udarni valovi izazivaju mikrotraume u tkivu. Mikrotrauma pokreće reakciju organizma - mehanizme samoozdravljenja; stvaranje novih krvnih žila (neovaskularizaciju) i povećavanje dotoka nutrijenata u zahvaćeno tkivo. Mikrotrauma također može uzrokovati veću propusnost stijenki krvnih žila potičući povećanu difuziju citokina, a to može stimulirati cijeljenje tkiva. Udarni valovi utječu na smanjenje depozita kalcija

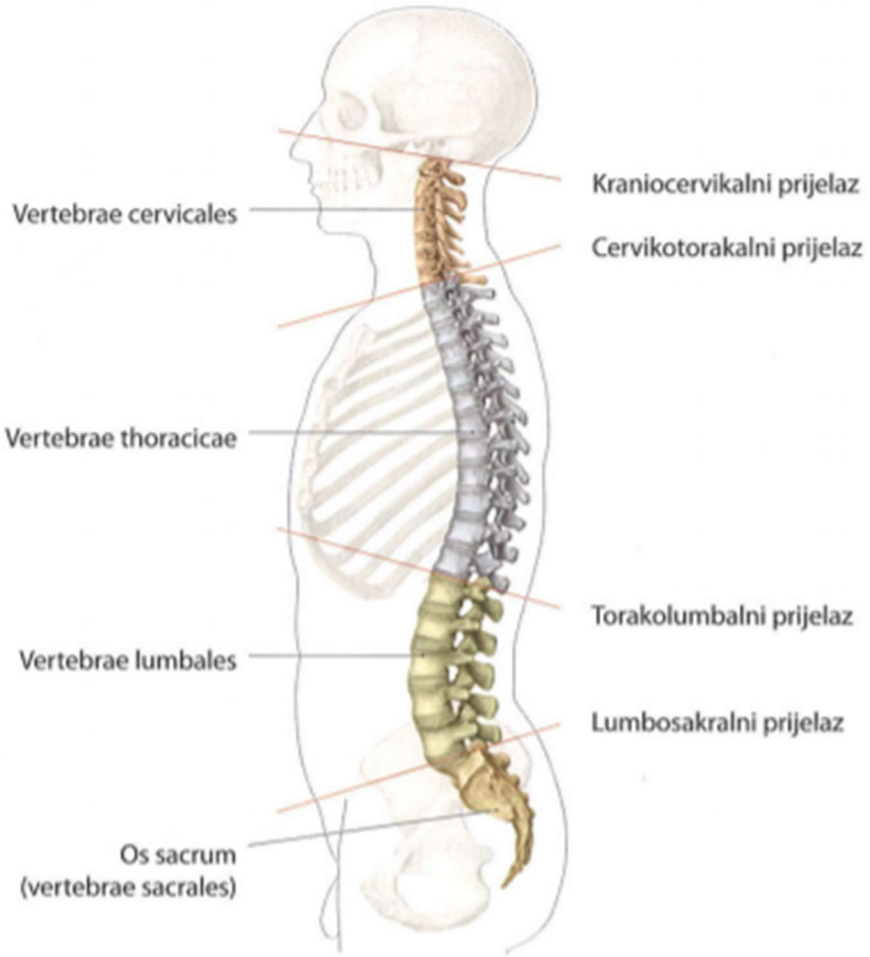
tako što olabavljuju okolne strukture i time potiču resorpciju kalcija, što pak utječe na smanjenje boli i poboljšanje funkcije. Smatra se i da kolabiranje kavitaciskih mjehurića stvara silu koja utječe na razbijanje patoloških depozita kalcija. Udarni valovi stimuliraju osteoblaste koji su odgovorni za stvaranje i cijeljenje kosti i fibroblaste, čime potiču cijeljenje vezivnoga tkiva. Neposredno na osjet boli udarni valovi djeluju na nekoliko načina: kratkotrajno hiperstimulacijskom anestezijom živci su prestimulirani pa im se smanjuje aktivnost, podraživanjem aferentnih osjetilnih vlakana perifernih živaca aktiviraju se mehanizmi koji inhibiraju osjet boli u stražnjem rogu leđne moždine (teorija nadzora ulaza), udarni valovi svojim djelovanjem mijenjaju okolicu stanica, otpuštaju se tvari koje blokiraju bolni podražaj (Babić-Naglić i sur., 2013, str. 165-167).

Riječ **laser** akronim je engleskoga naziva *"**L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation"*, što znači: pojačanje svjetla stimuliranom emisijom zračenja (Babić-Naglić i sur., 2013, str. 169). Zračenje je proces u kojem se energija širi ili prenosi ili pak raznosi kroz prostor. Zajednička su karakteristika svih oblika energije: zračenje ili radijacija. Laseri koji se rabe u medicini dijele se na one koji imaju 1. visoku snagu i zovu se *hot* laseri i primjenjuju se u kirurgiji i 2. laseri s niskom snagom mW hladni su (*cold*) ili mekani (*soft*) laseri i primjenjuju se u fizikalnoj medicini i rehabilitaciji kao terapijsko sredstvo. Laser se klasificira kao visoke snage i niske snage ("hladni"). Zračenje laserom ili njegovi biološki učinci temelje se na učinku na promjene stanica i tkiva. Taj je koncept vezan za podatke iz mnogih literature. Različiti intenziteti lasera vezani su za duljinu valova. Tkivni odgovori koji nastaju visokim intenzitetom lasera neposredno su vezani za intenzitet i uključuje četiri učinka: 1. porast temperature tkiva, 2. dehidraciju tkiva, 3. koagulaciju proteina i 4. termolizu. Laser u manjim dozama (90 mW) djeluje na smanjenje bola. Drugi je učinak stvaranje topline u tkivima kao u neuropatskome tkivu, u tkivu koje zahvaćaju izvanzglobni reumatizma, degenerativne bolesti zglobova te druga stanja. Novija istraživanja upućuju na to da lasersko zračenje stimulira sintezu kolagena, utječe na sintezu DNA, poboljšava oštećenu funkciju živčanoga tkiva, utječe na stanična zbivanja, stimulira imunosni sustav i rješava upalu. Premda upotreba lasera dovodi do očitog poboljšanja, zbog čega se primjenjuje u europskim i azijskim zemljama, u Americi se još ne upotrebljava, osim u pojedinim područjima. Naime, *Food and Drug Administration* (FDA) još iz neobjašnjenih razloga, ne dopušta upotrebu laserskog liječenja u Americi. Točan mehanizam

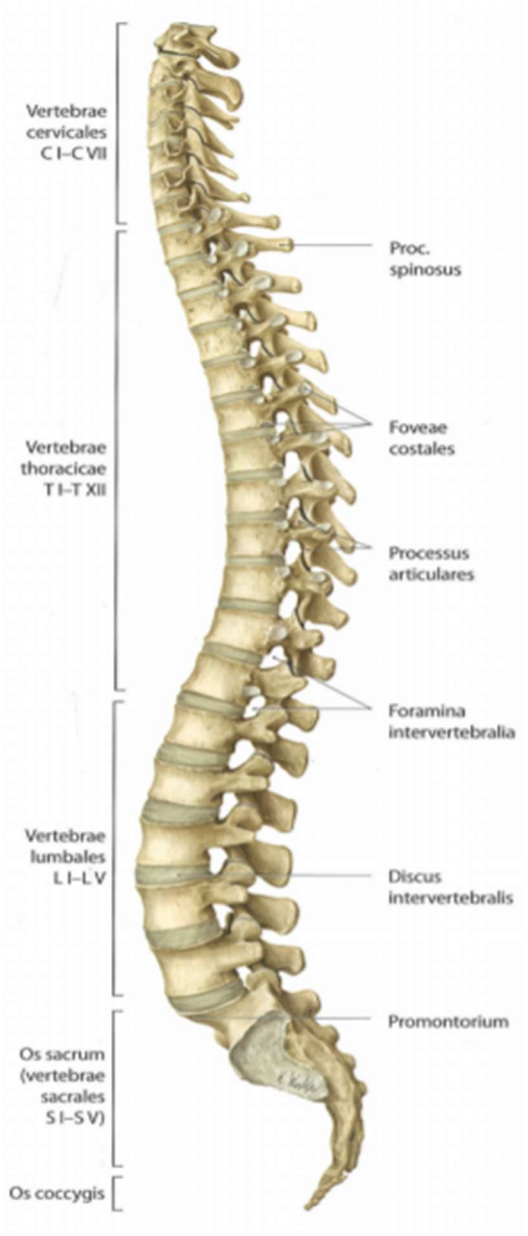
učinka lasera još se ispituje i diskutira, ali se istraživači slažu u jednome da je mehanizam učinka fotokemijske prirode i ne spada u termoterapiju (cold) (Jajić, Jajić i sur., 2008, str. 257-260).

2. ANATOMIJA KRALJEŽNICE

Kralježnica (*columna vertebralis*) je jedan od najkompliciranijih i najvažnijiih dijelova čovjekova tijela, za funkcioniranje lokomotornog sustava nedvojbeno. Ona je os ljudskog kostura, a time i cijelog tijela. Smještena je u sagitalnoj ravnini i zadaća joj je, između ostalog, da pruži zaštitu leđnoj moždini (*medulla spinalis*) koja je smještena u kralježničkom kanalu (*canalis vertebralis*) koji je neposredni nastavak šupljine neurokranija, iz tog razloga djeluje poput koštanog oklopa, šuplja je iznutra. U odraslih ljudi kralješnična moždina prema dolje seže do prvog ili drugog slabinskog kralješka (Grbavac, 1997, str. 28). Ima specifičan oblik, poput dvostrukog slova "S". Taj oblik uvjetovan je uspravnim stavom čovječjeg tijela i omogućuje da glava zadrži najprikladniji položaj u prostoru, da se razdijeli težina čovječjeg tijela na manje komponente i prenose na veću površinu (Kosinac, 2008, str. 106). Podijeljena je na četiri područja: vratnu (cervikalnu), prsnu (torakalnu), slabinsku (lumbalnu) i križnu (sakralnu) kralježnicu. Vratna i slabinska kralježnica pokazuju lordozu (zavoj prema naprijed) (lumbalna lordoza razvija se kasnije, a tijekom puberteta postaje stabilna također, specifična je za bipedalni stav); prsna i križna kralježnica pokazuju kifozu (zavoj prema natrag) (Gilroy, MacPherson i Ross (ur.), 2011, str. 2). Organ kralježnica, kao centralni dio uporišta i aparat za kretanje, ima svoju osobitost, s obzirom na vrstu pokreta i svojstvo opterećenja (Kosinac, 2008, str. 104).



Slika 2. Područja kralježnice. Preuzeto od Gilroy, A. M., MacPherson, B. R. i Ross, L. M. (ur.). (2011). Anatomski atlas s latinskim nazivljem. Zagreb: Medicinska naklada, str. 2.



Slika 3. Koštani kralježnični stup. Preuzeto od Gilroy, A. M., MacPherson, B. R. i Ross, L. M. (ur.). (2011). Anatomski atlas s latinskim nazivljem. Zagreb: Medicinska naklada, str. 2.

Tvore ju 33 odnosno 34 kralješka (*vertebra*) postavljenih jedan ispod drugog i međusobno zglobno povezanih. S obzirom na pokretljivost, kralješci se dijele na 24 pokretna i 9 ili 10 nepokretnih. Prva tri dijela kralješnice izgrađuju pravi kralješci (*vertebrae verae*), a druga dva dijela grade lažni kralješci (*vertebrae spuriae*), koji se udružuju u dvije kosti: krstaču (*os*

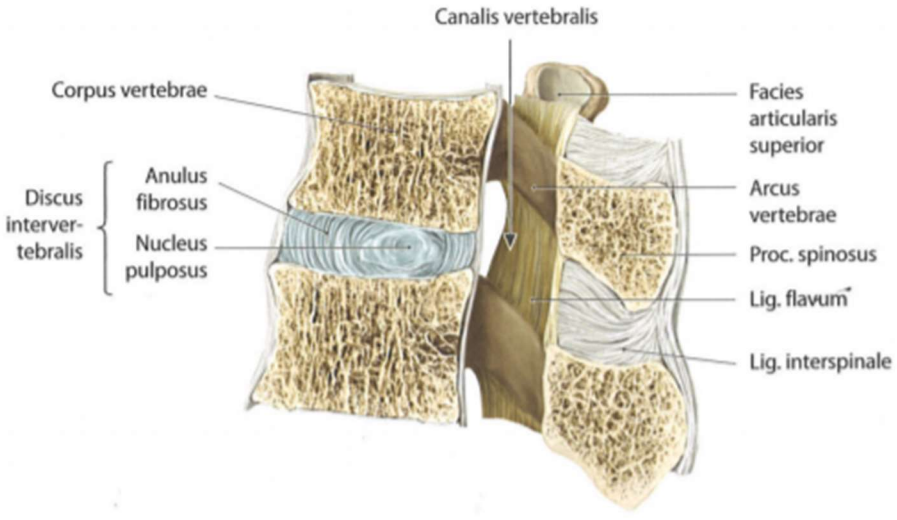
sacrum) i trtičnu kost (*os coccygis*) (Kosinac, 2008, str. 104). Podijeljeni su prema regiji u kojoj se nalaze: sedam vratnih kralježaka (*vertebrae cervicales*), 12 prsnih kralježaka (*vertebrae thoracicae*), pet slabinskih kralježaka (*vertebrae lumbales*), pet postnatalno sraslih križnih kralježaka koji tvore križnu kost (*os sacrum*) te tri do četiri rudimentarna kralješka koji tvore trtičnu kost (*coccyx, os coccygis*) koja se zglaba s vrškom križne kosti (*os sacrum*) (Gilroy, MacPherson i Ross (ur.), 2011, str. 10). Premda kralješci, kao elementi pokretljive kralješnice, imaju dosta sličnu reljefnu strukturu, postoje i određene razlike. Kralješci se međusobno razlikuju veličinom i koštanom površinom, što utječe na funkciju i opseg pokreta. Najviše se razlikuju prva dva kralješka (*atlas i axis*) (Kosinac, 2008, str. 104-105). Zajedničke odlike svih kralježaka, s iznimkom prvog vratnog kralješka, uključuju trup (*corpus vertebrae*), luk (*arcus vertebrae*), trnasti nastavak (*processus spinosus*), po dva gornja i dva donja zglobna nastavka (*processus articulares superiores et inferiores*), te dva poprečna nastavka (*processus transversus sin. et dex*). Na gornjoj i donjoj strani početka luka kralješka nalazi se urez *incisura vertebralis superior et inferior*. Dodirne incizure susjednih kralježaka oblikuju koštane otvore (*foramen intervertebrale*) kroz koje prolaze korjenovi spinalnih živaca i krvne žile. Kralježnični otvor (*foramen vertebrale*) tvori koštani zid kanala kralježnične moždine. Otvor je omeđen sprijeda stražnjom stranom trupa kralješka, a postrance i straga početkom luka i samim lukom kralješka. Svi kralježnični otvori čine kralježnični kanal (*canalis vertebralis*) (https://www.nakladaslap.com/public/docs/knjige/Jalsovec-Anatomija%201.pdf).

Kralješke učvršćuju dva uzdužna ligamenta, jedan s prednje, a drugi sa stražnje strane trupova kralješaka (*ligamentum longitudinale anterius et posterius*). Prednji, uzdužni ligament, započinje na jednoj kvržici pri bazalnom dijelu zatiljne kosti (*tuberculum pharyngeum*) i spušta se prema dolje, postajući sve širi, do prednje ploštine križne kosti. Stražnji, uzdužni ligament, započinje na trupu II. vratnog kralješka i također se spušta do križne kosti. Oba su ligamenta vezana uz međupršljenske ploče (*discus intervertebralis*). I lukovi kralješaka povezani su svezama koje sadrže mnogo elastičnih niti, što im daje žučkasti izgled (*ligamenta flava*). Te sveze popunjavaju prostor između lukova kralješaka i protežu se od zglobnog do spinalnog nastavka, gdje dolaze u dodir s interspinalnim svezama, koje su razapete između spinalnih nastavaka (*ligamenta interspinalia*). Po hrptu nastavka ide jedan uzdužni ligament (*ligamentum supraspinale*) (Kosinac, 2008, str. 106).

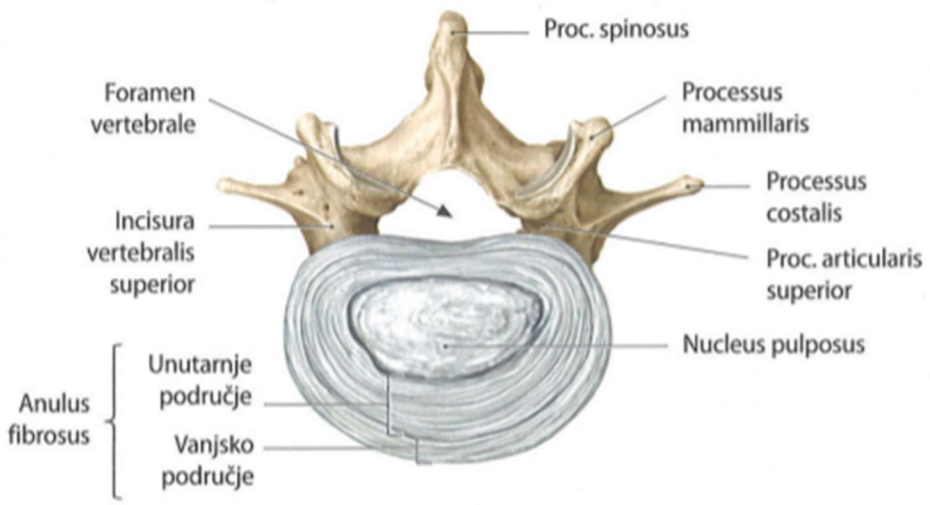
2.1. MEĐUKRALJEŠNIČNI DISK

Između kralješaka nalazi se međupršljenska pločica (*discus intervertebralis*). Disk je ploča koja spaja trupove dvaju kralješaka. Građena je od fibroznog tkiva (*anulus fibrosus*) a u sredini iz polutekuće mase, građene od hladetinastog tkiva (*nucleus pulposus*). Takvih diskusa ima 23. Zadnji od njih spaja V. lumbalni kralješak s križnom kosti (*promontorium*). Visina diska varira od 5-12 mm (Kosinac, 2008, str. 105). Najtanji su u gornjem dijelu prsne kralježnice, a najdeblji u području slabinske kralježnice (Morris, 2006, str. 54). Intervertebralni diskovi odraslih osoba nemaju krvnu opskrbu te se oni prehranjuju samo difuzijom tekućine iz hrskavičnih ploča vertebralnog platoa (Fras, 2018, str. 3).

Diskovi su pojačani s prednje i stražnje strane longitudinalnim ligamentima. Pri nagibu kralješnice prema naprijed nagne se stražnji, a pri gibanju prema nazad prednji longitudinalni ligament. Oba su ligamenta čvrsto vezana uz diskove. Pored povećanja pokretljivosti, diskusi doprinose i amortizaciji vertikalne sile-opterećenja (Kosinac, 2008, str. 106).



Slika 4. Discus intervertebralis u kralježnici. Preuzeto od Gilroy, A. M., MacPherson, B. R. i Ross, L. M. (ur.). (2011). Anatomski atlas s latinskim nazivljem. Zagreb: Medicinska naklada, str. 12.



Slika 5. Odnos intervertebralne ploče prema otvoru, foramen vertebrale. Preuzeto od Gilroy, A. M., MacPherson, B. R. i Ross, L. M. (ur.). (2011). Anatomski atlas s latinskim nazivljem. Zagreb: Medicinska naklada, str. 12.

Intervertebralni diskovi (IVD) i zglobne plohe tijela kralježaka (hijalina hrskavica) zajedno s pripadajućim ograničavajućim ligamentima stvaraju dio jedinstvenog zgloba koji se nalazi samo između susjednih kralježaka. Ovaj simfizni zglob osigurava unutarnju statičku stabilizaciju kralježnice spajajući zajedno susjedne segmente. U više navrata se pokazalo da je skeletna muskulatura glavna struktura koja stvara sile sposobne održavati dinamičku stabilnost kralježnice u različitim uvjetima. Fizička svojstva IVD-a (otpornost i elastičnost) također omogućavaju ograničene pokrete, apsorpciju udara i raspodjelu opterećenja, što se događa čak i za vrijeme podizanja normalnih težina. Vertikalna naprezanja djeluju na hrskavične zglobne plohe, opterećenja se prenose na *nucleus pulposus* i *annulus fibrosus*, a sile se raspršuju na izotropni način. Tijekom starenja, diskovi mogu pretrpjeti značajne promjene u volumenu, obliku, strukturi i sastavu koje mogu izmijeniti njihova mehanička svojstva i utjecati na intervertebralno kretanje. Vjerojatno nijedna druga komponenta kralježnice ne podliježe tako upečatljivoj transformaciji, kao što je slučaj i s IVD-om. Kako IVD stari, postaje osjetljiviji na različita patološka stanja i kliničke scenarije. Neka od ovih stanja izravno su povezani s diskom, dok su ostala neizravno povezana. Neki imaju kliničke simptome, dok se kod drugih isti ne pojavljuju. Kompresija korijena samo je jedan od mogućih izvora boli. Bogduk je sugerirao da je

manje od 30% problema s donjim dijelom leđa povezano s kompresijom korijena živaca. Drugi vjeruju da istinska kompresija živaca iznosi samo 1%. Nadalje, postoji niz struktura osjetljivih na bol u neposrednoj blizini IVD-a koje mogu proizvesti zbunjujuće simptome i nejasne kliničke nalaze. U nekim je slučajevima identifikacija specifičnog generatora boli nemoguća (Morris, 2006, str. 150).

Godina 1934. bila je posebno važna u povijesnoj evoluciji sindroma donjeg dijela leđa. Tada su dva kralježnična kirurga Nove Engleske po imenu William Mixter i Joseph Barr dokazali da išijas može biti uzrokovan hernijacijom nukleusa pulposusa koji komprimira korijen kralježničnog živca (Morris, 2006, str. 11).

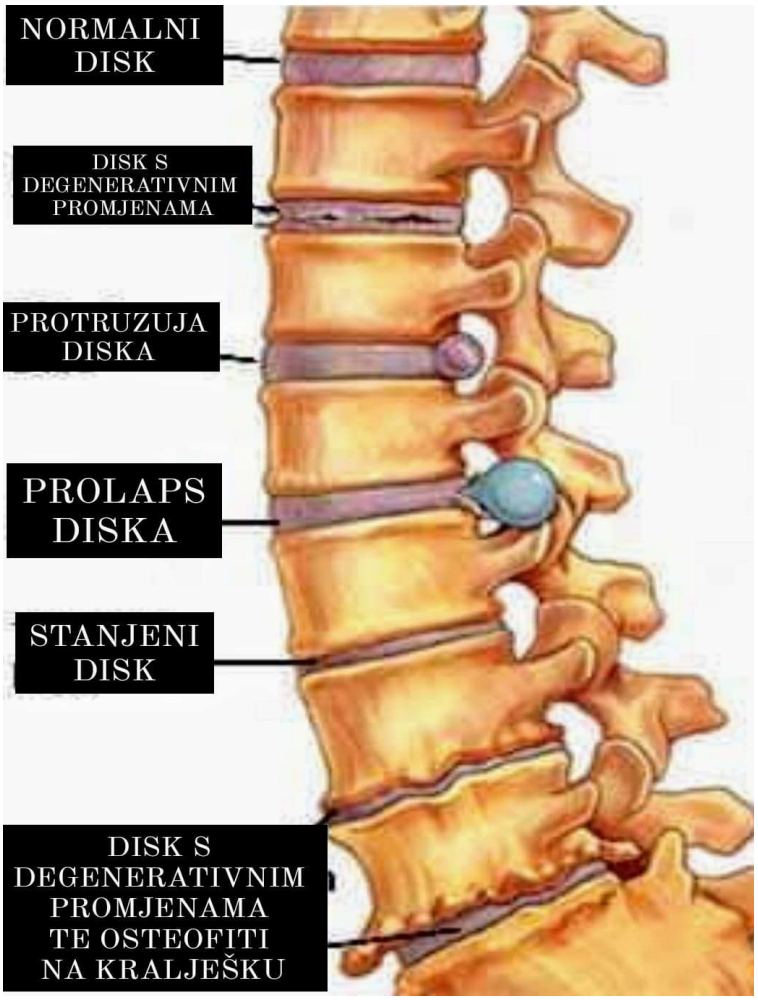
Područja koja čine česta mjesta hernijacije su segmenti L4-L5 i L5-S1. Hernija nukleusa pulposusa na razini L5-S1 zahvaća prvi sakralni živac, na razini L4-L5 peti lumbalni živac, a na razini L3-L4 komprimira četvrti lumbalni živac (Fras, 2018).

Bol i / ili parestezija mogu se pojaviti kompresijom živčanih korijena ili kemijskom iritacijom živaca. Međutim, sam disk može postati generator boli kao rezultat upalne biokemijske razgradnje matriksa diska, kao rezultat kemijske iritacije živčanih završetaka u vanjskim vlaknima anulusa. Za više od 70% pukotina (*fissura*) koje dosežu vanjsku trećinu anulusa povezano je s bolom (Morris, 2006, str. 156). *Nucleus pulposus* ne posjeduje vlastita živčana vlakna, tako da njegova oštećenja ne izazivaju bol, dok je *anulus fibrosus* inerviran (Klarica, 2017).

Receptori u disku, a i većina njih u zglobnoj kapsuli navodno imaju visoke mehaničke pragove, što sugerira da vjerojatnije djeluju kao nociceptori kad je opterećenje ekstremno (Brumagne, Dolan i Pickar, 2013, str. 221).

Glavni uzrok opće degeneracije diska u čovjeka je prijevremeno starenje diska, zbog njegove loše hranjivosti. Dokazano je da nukleus pulpozus poslije 30. godine gubi ponešto tekućine te postaje manji i pokretljiviji u svom ležištu, posebice pri savijanju naprijed (pretklon), natrag ili na stranu. Ako se pokret fleksija trupa izvede naglo, može doći do prskanja unutrašnjih lamela, zbog jakog udara nukleusa pulpozusa u zadnji zid anulusa fibrosusa, zbog čega će se dio rasprsnutih lamela pomiješati sa nukleus pulpozus, a dio preostalih lamela ispupčiti u kanal kralješnice (*prolapsus anuli fibrosi*). Prolapsi su najčešći u posterolateralnom dijelu fibroznog

prstena jer na tom mjestu nije pojačan ligamentom. U slučajevima kada nastaje pucanje svih lamela fibroznog prstena, tada nukleus pulpozus djelomično viri u kanal kralješnice a u vrlo rijetkim slučajevima može upasti cijeli, onda govorimo o *herniatio nuclei pulposi seu hernia disci intervertebralis* (Kosinac, 2008, str. 230-231). Dakle, ishodi oštećenog diska mogu biti različiti: protruzija (kada se jezgra diska pomakne sve do vezivnih niti samog diska), prolaps (kada jezgra diska u potpunosti probije vezivne niti diska), ekstruzija (kada se kompletni disk pomakne između dva susjedna kralješka) te ispupčenje (*bulging*) (kada se jezgra unutar diska djelomično pomakne). Do ozljede međukralješničkog diska može doći mehanički, utjecajem neke vanjske sile, zatim nagomilavanjem mikrotrauma, a najčešće pojavom osteofita koji, između ostalog, dovode do degenerativnih promjena na pripadajućim segmentima.

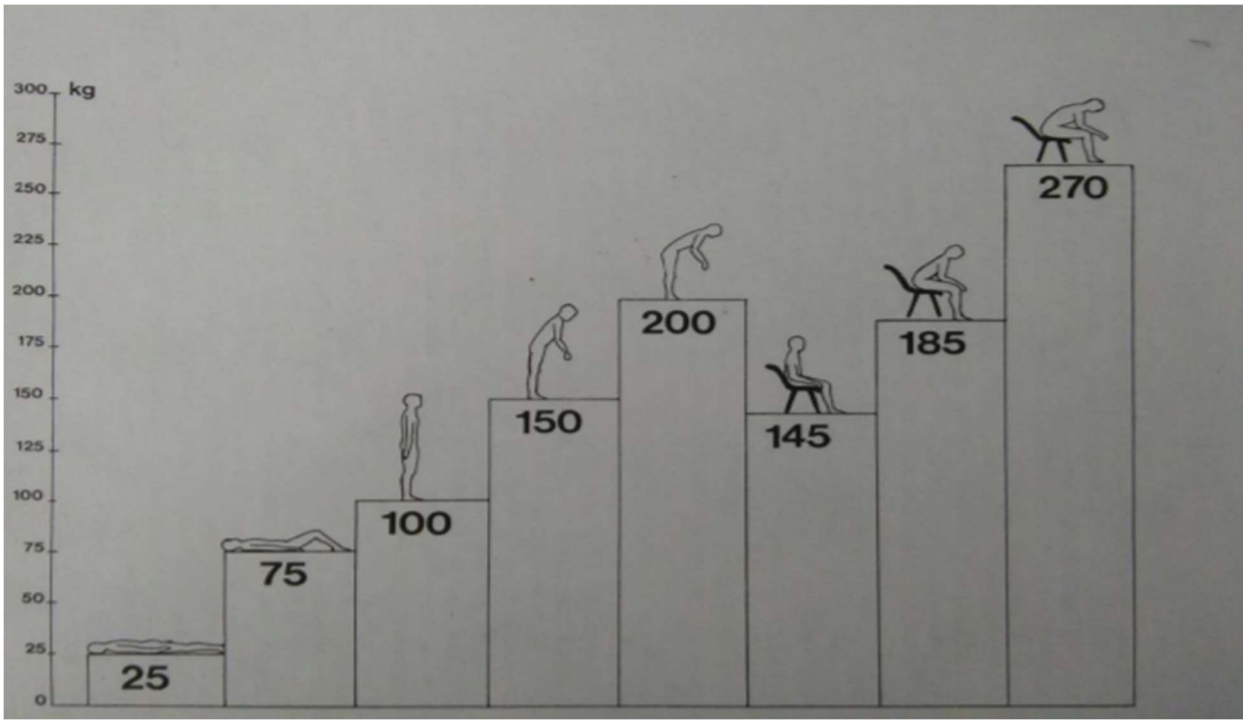


Slika 6. Prikaz kralježnice s intervertebralnim diskovima. Prerađeno prema https://www.google.com/search?q=protruzija,+prolaps,+degenerativne+promjene&rlz=1C1AVFC_enHR819HR819&hl=hr&sxsrf=ALeKk03eGiLTj18VwIIWE424DKD1SiDCVw:1593888177125&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiQwe-UoLTqAhXoxIsKHUmxBdYQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1536&bih=722&dpr=1.25#imgrc=vtMRABfXrdMU1M&imgdii=xOFrypCkaq1UIM.

2.2. SPECIFIČNOST I BIOMEHANIKA LUMBALNE KRALJEŽNICE

Lumbalna kralježnica predstavlja ravnotežu između potrebe za fleksibilnošću i potrebe za stabilnošću (Morris, 2006, str. 71).

Slabinski ili lumbalni dio kralješnice je specifičan zbog najveće opterećenosti u odnosu na druge dijelove kralješnice. Sastoji se od 5 kralješaka povezanih ligamentima, mišićima i mekanim diskovima. V. kralješak podnosi najveće opterećenje, koje se dalje prenosi na *os sacrum* i zdjelicu. Zbog najvećeg opterećenja, slabinski su kralješci najmasivniji, da bi bolje podnosili pritisak. Spoj između L5 kralješka i S1, zajedno s klinastim diskusom pri stojećem položaju zatvara tupi kut što strši prema naprijed, a zove se promontorium (Kosinac, 2008, str. 222). Nadalje, lumbalna kralježnica podnosi veću tjelesnu masu zbog utjecaja sile gravitacije, omogućava optimalni transfer sila, nestabilna je s obzirom na položaj kralježaka na os rotacije tijela, tijelo lumbalnih kralježaka je nešto više sa prednje strane od ostalih kralježaka.

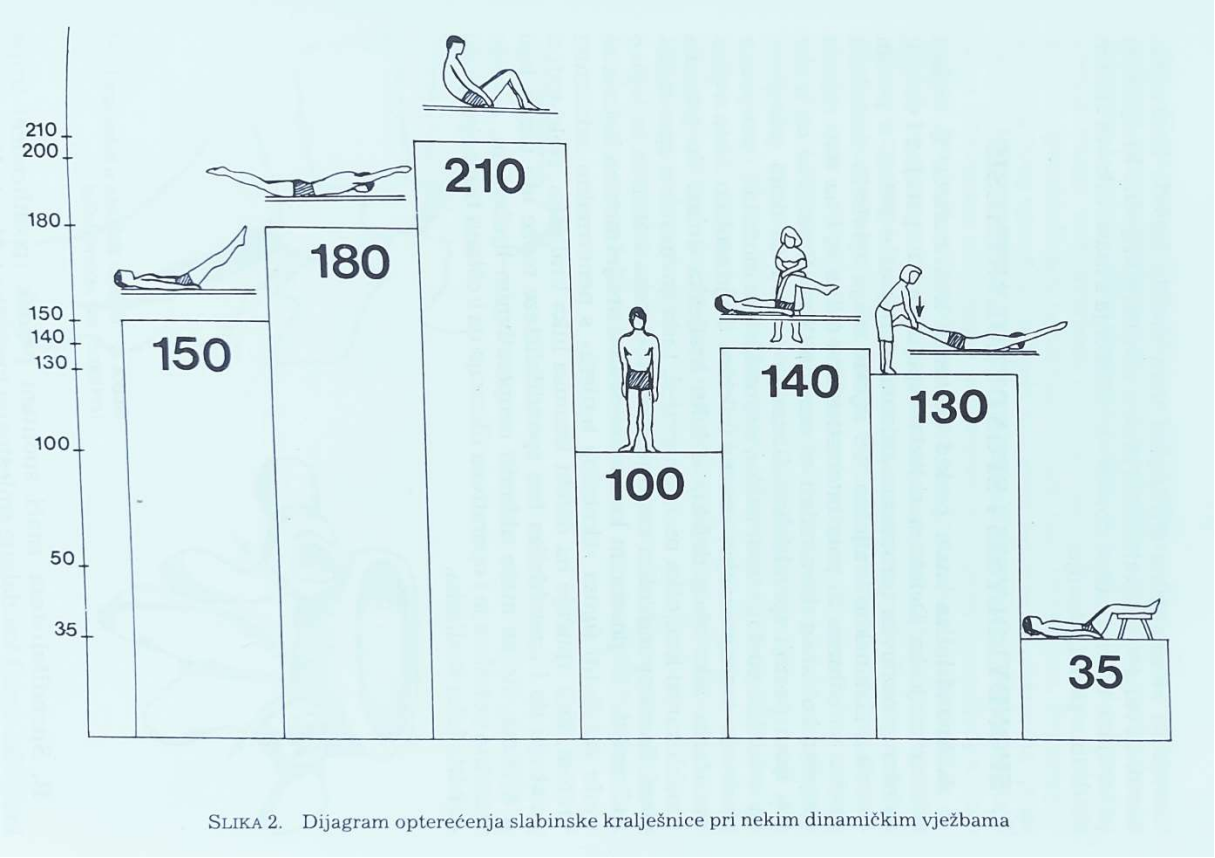


Slika 7. Dijagram opterećenja slabinske kralješnice u različitim položajima tijela. Preuzeto od Pećina, M. i sur. (1992). Sindromi prenaprezanja sustava za kretanje, Zagreb: Globus, str. 79.

Pokretljivost kralješnice u cjelini, prilično je velika, jer istodobno vrlo mala gibanja među pojedinim kralješcima daju kralješnici izvanrednu pokretljivost. Kralješnica se u cjelini ponaša kao jedinstveni zglob s tri osi kretanja. Gibanja se mogu vršiti oko tri glavne osovine. Oko poprečne osovine pregibanje naprijed-natrag ili antefleksija-retrofleksija i to uglavnom u lumbalnom dijelu. Oko sagitalne osovine vrši se laterofleksija u području torakalne kralješnice, a oko okomite (longitudinalne) osi vrši se rotacija, najviše u području cervikalne kralješnice, i donjem dijelu torakalne kralješnice. Promijeni li se nagib tijela, promijeni se i pritisak na različite dijelove pločica. Smanjena mišićna napregnutost, opušteni ligamenti i istovremeno duboko savijanje (pretklon), preduvjet su pomicanja međupršljenskih pločica ili blokadi kralješnice u opterećenom dijelu, kad je to spojeno s rotacijom (Kosinac, 2008, str. 107). Pokret antefleksije u lumbalnom dijelu kralježnice moguć je do 40° te se najvećim dijelom odvija između segmenata L5 i S1, dok je ekstenzija moguća do 30°; pri pretklonu trupa moguća je i rotacija te laterofleksija (Klarica, 2017).

Najveći dio opterećenja kralježnice prenosi se putem zglobova izmedu 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. Posebno se građom ističe posljednji, peti slabinski kralježak koji ostvaruje pregib kralježnice s kutom od približno 130°, omogućujući uspravan hod, jedinstven za čovjeka. Slabinsko-križni zglob sukladan je ostalim zigapofizealnim zglobovima, no posebnu važnost daje mu činjenica da se preko njega i intervertebralnog (i.v.) diska na zdjelični obruč prenosi cjelokupna težina gornjeg dijela tijela, uz povećano opterećenje zbog zakošenosti gornje intervertebralne površine križne kosti. Pokreti u kralježnici zbivaju se u vertebralnim dinamičkim segmentima (VDS) kralježnice, i to u zigoapofizealnim zglobovima i elastičnim pulpoznim jezgrama 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 zigoapofizealnih zglobova najveći pokreti mogući su oko poprečne osi, tj. kralježnica se pregiba unaprijed i unatrag (antefleksija i retrofleksija), što je i najvažnji aspekt u njezinoj biomehanici. Pokreti oko sagitalne osi (laterofleksija) znatno su manji, dok je rotacija vrlo ograničena. Jedni od glavnih razloga za proučavanje biomehanike slabinske kralježnice jesu identificiranje i analiza promjena koje se javljaju u određenim patološkim stanjima. Povišeni pomaci u slabinskoj kralježnici povezani su sa sindromom bolnih leđa. U dijagnozi nestabilnosti u području leđa odlučujući je čimbenik upravo mjera pomaka slabinske kralježnice. lako 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. Za aktivnu i pasivnu napetost odgovori su mišići. Pasivna napetost povezana je sa strukturnim potencijalom mišića i okolne fascije, dok dinamička mišićna kontrakcija određuje aktivnu napetost. Ispitujući biomehaniku slabinske kralježnice, a s obzirom na kontrolu stabilnosti i prijenos snage između prsnog koša i zdjeličnog obruča, Bergmark je uveo funkcionalnu klasifikaciju mišića na lokalne i globalne. Lokalni mišići uključuju sve one koji imaju polazište ili hvatište na slabinskoj kralježnici izuzev *m. psoas*. Oni su uključeni u posturu

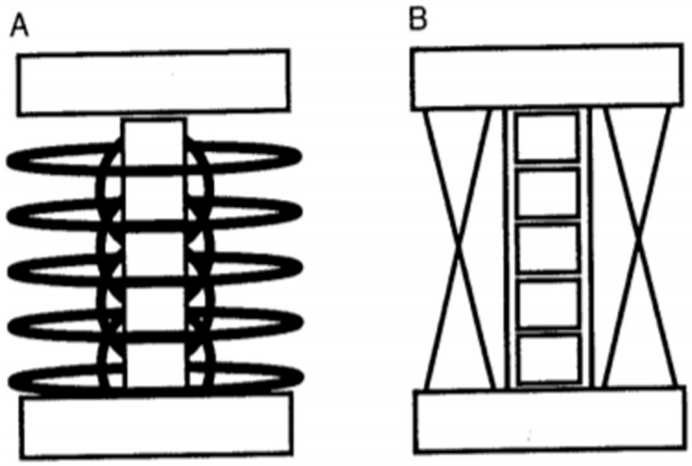
slabinske kralježnice kontroliraju zakrivljenost i pružaju sagitalnu i lateralnu krutost kako bi zadržali njezinu mehaničku stabilnost, imaju funkciju spinalne segmentalne kontrole, prilagodbe malim posturalnim pomacima i kretnjama te ulogu u respiraciji. Ti mišići imaju tendenciju hipotonije, atrofije i inhibicije te se sporije aktiviraju u obrascima kretnja, 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 kretnje većih amplituda, za opterećenja veće snage i brže kretnje. Oni imaju tendenciju brže 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 kretnjama 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 kretnju 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 zdjeličnog 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. Sumarno anatomski odnosi i usklađena aktivnost koštanog, vezivnog i mišićnog sustava u području trupa i zdjelice uvjetuju biomehaničke osobine u području slabinskog dijela kralježnice, 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 (Grazio i sur., 2014).



SLIKA 2. Dijagram opterećenja slabinske kralješnice pri nekim dinamičkim vježbama

Slika 8. Dijagram opterećenja slabinske kralješnice pri nekim dinamičkim vježbama. Preuzeto od Pećina, M. i sur. (1992). Sindromi prenaprezanja sustava za kretanje, Zagreb: Globus, str. 83.

Podjela globalnih i lokalnih stabilizatora kralježnice. Globalne stabilizatore čine: *m. rectus abdominis*, *m. lumbar iliocostalis* i *m. external obliques*. Lokalne stabilizatore čine: *m. psoas major*, *m. transversus abdominis, m. lumbar multifidus, m. quadratus lumborum, m. lumbar iliocostalis, m. longissimus, m. erector spinae,* posteriorna vlakna *m. internal oblique, m. interspinales, m. intertransversarii* i diaphragma (ošit) (Gilroy, MacPherson i Ross (ur.), 2011).



Slika 9. Shema lokalnih (A) i globalnih (B) mišića slabinsko-zdjelične regije. Preuzeto od Morris, E. C. (2006). Low Back Syndromes: Integrated Clinical Management. Michigan: McGraw-Hill Education / Medical, str. 128.

Lumbalna stabilnost ovisi o međusobnoj povezanosti torakoabdominalne dijafragme, zdjelične dijafragme, mišića trbušne stijenke i *m. psoas major*. Kroz svoje segmentarne spojeve i veze s dijafragmom i zdjeličnim dnom, veliki slabinski mišić može aksijalno pritisnuti lumbalnu kralježnicu i zbog toga igra ulogu u stabilnosti kralježnice. Stoga je važan stabilizator lumbalne kralježnice (Morris, 2006, str. 35).

Kada ljudi imaju bolove u leđima, postoji općeniti trend smanjenja aktivnosti dubokih lokalnih mišića, dok se aktivnost površinskih mišića povećava, iako postoje različitosti između pojedinaca (Morris, 2006, str. 141).

Kralježnica je sama po sebi nestabilna i ovisi o doprinosu mišića. Kada se kralježnica testira *in vitro* s netaknutim pasivnim elementima, ali s uklonjenim mišićima, dolazi do kolapsa s tlačnim opterećenjem od samo 90 N. Iako, pasivni elementi kralježnice doprinose kontroli kralježnice, to nije dovoljno za održavanje stabilnosti. To je navelo Panjabija da predloži sustav koji integrira doprinos pasivnih elemenata, mišića i upravljačkog sustava koji određuje potrebe za stabilnošću i planira strategije za ispunjenje tih zahtjeva. Pasivni sustav obuhvaća sve nekontraktilne elemente kralježnice, uključujući ligamente, fascije, zglobne kapsule, intervertebralne diskove i nekontraktilne mišićne komponente. Dok pasivni elementi daju svoj najveći doprinos očuvanju

krajnjeg opsega pokreta, doprinos ovog sustava je presudan. Aktivni sustav uključuje kontraktilne elemente koji okružuju kralježnicu. Svi mišići koji okružuju kralježnicu doprinose njegovoj kontroli. Neuronski ili upravljački sustav je odgovoran za kontrolu aktivnosti mišića kako bi se zadovoljili zahtjevi stabilnosti kralježnice. Kako bi se ispunili ti zahtjevi, neuronski sustav mora procijeniti stanje stabilnosti i procijeniti zahtjeve za kontrolu kralježnice. Ako je smetnja ili izazov za kralježnicu predvidiv, neuronski sustav to može kontrolirati prije nego što se pokret dogodi. Ako je smetnja nepredvidiva, upravljački sustav pokreće odgovore s različitim stupnjevima složenosti, od jednostavnih nefleksibilnih refleksnih odgovora do složenih fleksibilnih odgovora. Pri planiranju odgovora neuronski sustav mora uzeti u obzir arhitektonska svojstva mišića trupa i uskladiti strategiju s biomehaničkim zahtjevima (Morris, 2006, str. 120).

3. ŽIVČANI SUSTAV

Živčani sustav građom je i ustrojstvom prilagođen zadaći primanja i raščlanjivanja živčanih podražaja iz tijela i okolice, te stvaranju i prenošenju izvršnim organima najsvrsishodnijeg odgovora. Tako živčani sustav održava cjelokupnost svih sustavnih dijelova organizma u funkcionalnoj cjelini. Prema funkciji i morfološkim značajkama živčani sustav, *systema nervosum*, obično se dijeli na središnji živčani sustav, periferni živčani sustav i autonomni živčani sustav. Središnji (centralni) živčani sustav, *pars centralis systema nervosum*, čine kralježnična moždina, *medulla spinalis*, i mozak, *encephalon*. Središnji je živčani sustav građen od velikog broja živčanih stanica (neurona) međusobno povezanih mnogobrojnim raznovrsnim neuronskim spojevima koji čine mnogobrojne sustave pomoću kojih organizam reagira na promijenjene uvjete okoline. Sve tvorbe i sklopovi središnjeg živčanog sustava međusobno su povezani i istodobno su i svi dijelovi tijela povezani sa središnjim živčanim sustavom. Periferni živčani sustav, *pars peripherica systemae nervosum*, tvore snopovi živčanih vlakana koja povezuju središnji živčani sustav sa svim dijelovima tijela, te oblikuju moždane (kranijalne) živce, *nervi cerebrales*, i moždinske (spinalne) živce, *nervi spinales*. Autonomni (vegetativni) živčani sustav, *pars autonomica systemae nervosum*, po funkciji je motorički sustav za glatko mišićje i žlijezde. Funkcionalno je neovisan dio živčanog sustava koji djeluje mimo naše volje i o tome nema svjesnih osjeta. Autonomni živčani sustav oživčuje sve dijelove tijela. On usklađuje

životno važne (vitalne) djelatnosti utrobnih organa, s osnovnom zadaćom da održi njihovu stabilnost i funkcionalnost. Od kralježnične moždine odlazi 31. par spinalnih živaca. Stražnji živčani korjenovi sastavljeni su pretežno od senzibilnih vlakana, odnosno od nastavaka pseudounipolarnih neurona spinalnih ganglija koji čine prvi neuron osjetnih putova. U svakom stražnjem korijenu, blizu same kralješnične moždine, nalazi se odebljanje koje oblikuju osjetne živčane stanice. Odebljanje je nazvano moždinski živčani čvor, *ganglion spinale*. Ganglijske živčane stanice imaju po dva produljka koji izlaze iz stanice prividno zajedno pa se potom odjeljuju. Produljak ganglijske stanice koji stražnjim korijenom ulazi u kralježničnu moždinu funkcionalno je povezan sa stanicom u njoj. Prednji živčani korijen oblikuju vlakna motoričkih neurona prednjeg roga kralješnične moždine. Pritom se kralješnična moždina dijeli na vratni dio, *pars cervicalis*, iz kojeg izlazi 8 pari vratnih živaca, prsni dio, *pars thoracalis*, s 12 pari prsnih živaca, slabinski dio, *pars lumbalis*, s 5 pari slabinskih živaca i križni dio, *pars sacralis*, s 5 pari križnih te s trtičnim, *kokcigealnim*, živcem. Na mjestu gdje se udružuju oba korijena u spinalni živac, nalazi se ganglij (*ganglion spinale*). Naglašavam, kralješnična moždina je segmentalni organ i mjesta polazišta korijenova moždinskih živaca sukladna su pojedinim segmentima kralježnične moždine. Napominjem da je segmentalna organizacija kralješnične moždine funkcionalno svojstvo (Grbavac, 1997, str. 27-29).

Moždinski živci, *nervi spinales*, nastaju spajanjem prednjeg i stražnjeg korijena. Nakon spajanja obaju korijenova, *radix anterior et radix posterior*, nastaje zajednički moždinski živac: NERVUS SPINALIS. Svaki se spinalni živac potom dijeli na prednju i stražnju granu, *ramus anterior et ramus posterior nervi spinalis*. Od stražnje grane nastaju dvije grančice. Medijalna je uglavnom osjetna, a lateralna je motorička. Prednje grane prsnih spinalnih živaca oblikuju međurebrene živce, *nervi intercostales*, a prednje grane preostalih nivoa oblikuju spletove (pleksuse), i to vratni, ručni slabinski i križni (Grbavac, 1997, str. 64).

Križni splet, *plexus sacralis*, tvore korijenovi L4, L5, S1, S2 i S3, kojih je završna grana živac kuka, *nervus ischiadicus*, te imade nekoliko pobočnih (kolateralnih) grana.

a) *n. gluteus superior* (L4-SI) koji motorički inervira *m. gluteus medius* i *m. gluteus minimus* kojih je funkcija odmicanje (abdukcija) i unutrašnja rotacija bedra. Najvažnija je funkcija ovih mišića učvršćivanje zdjelice pri hodu. Oštećenje živca najčešće nastaje neispravnim davanjem intramuskularne injekcije.

b) *n. gluteus inferior* (L4-S2) motorički inervira *m. gluteus maximus* kojega je funkcija ispružanje (ekstenzija) bedra u kuku. Oštećenje živca uzrokuje otežano uspinjanje uza stube, a ako je oštećenje obostrano onemogućeno je ustajanje iz sjedećeg položaja. Živac je najčešće oštećen pri tumoru u zdjelici.

Živac kuka, *nervus ischiadicus* dijeli se u srednjem dijelu bedra na dvije grane: medijalni goljenični živac i lateralni zajednički lisni živac. Goljenični živac, *nervus tibialis*, inervira *m. triceps surae*, *m. tibialis posterior*, *mm. flexor hallucis longus et brevis*, te male mišiće stopala. Osjetno oživčuje list, taban, lateralnu stranu stopala te fleksijsku stranu prstiju.

Lateralni zajednički lisni živac, *nervus peroneus communis*, ima dvije grane: površinsku, *n. peroneus superficialis* i duboku, *nervus peroneus profundus*. *N. peroneus superficialis* oživčuje lisne mišiće te lateralnu stranu potkoljenice i proksimalni dio stopalnoga svoda. *N. peroneus profundus* oživčuje *m. tibialis anterior*, *m. extensor hallucis longus* te *m. extensor digiti longus brevis* (Grbavac, 1997, str. 70-71).

Živac kuka, *nervus ischiadicus*, najdeblji je i najduži živac u čovjekovu tijelu. živac oblikuju motorička i osjetna vlakna koja potječu iz L4-L5 i S1-S5 korijena te čine nastavak križnoga živčanog spleta. Živac izlazi iz male zdjelice kroz veliki ishijadički otvor, *foramen ischiadicus majus*, i usmjeren je prema zakoljenoj jami, *fossa poplitea.*

Motorička vlakna živca kuka oživčuju mišićje kuka, mišiće pregibače (fleksore) natkoljenice i sve mišiće potkoljenice i stopala osim uskog područja na medijalnoj strani potkoljenice i malog područja u blizini zakoljene (poplitealne) jame.

Najčešći uzrok neuralgije ishijadičnog živca je izbočenje međukralješčanog koluta (hernija intervertebralnog diska). Međutim, i druge degeneracijske promjene kralješnice, tumori kralježnične možđine (neurofibromi, meningeom), ankilozirajući spondilitis, fraktura kuka ili natkoljenice, tuberkuloza tijela kralješka, ozljeda kralježnice mogu prouzročiti isijalgiju. Iznimno (1.5% bolesnika) uzrok bolnog sindroma može biti upala ishijadičnog živca. I nestručno dana intramuskularna injekcija može uzrokovati oštećenje živca. Ishijalgija je učestalija u muškaraca i to najčešće izmedu 30. i 55. godine života. Početak može biti iznenadan ili postupan, a često je sam početak boli izravno u vezi s prekomjernim i nepravilnim opterećenjem kralješnice ili s njezinom ozljedom. U kliničkoj slici prevladava bol u inervacijskom području živca kuka. Bol je

izražena u bedrima i širi se stražnjom stranom natkoljenice, potkoljenice te seže do vanjskog ruba stopala. Bol se pojačava prigodom kašljanja, kihanja, zbog povećanja tlaka u subarahnoidalnom prostoru kraljesnične moždine. U inervacijskom području ishijadičnog živca bolesnik često osjeća trnce, mravinjanje, u težih oblika bolesti razvija se hipoatrofija ili atrofija mišića. Prigodom hodanja bolesnik se upire na zdravu nogu, a bolesnu štedi i uvijek je drži u blagoj fleksiji koljena, te u fleksiji i abdukciji kuka. U ležećem položaju bolesnik nogu drži u abdukciji, zaokrenutu (rotiranu) prema van i pregnutu (flektiranu) u kuku i koljenu jer je u tom položaju živac najmanje napet. Prema bolesnoj strani kralješnica je redovito konveksna. Uzduž živca postoje točke koje su izrazito osjetljive na pritisak (Valleixove bolne točke) (Grbavac, 1997, str. 133-135).

Procjenjuje se da je životna prevalencija išijasa (istinska radikularna bol) 5% kod muškaraca i 4% kod žena. Pokazalo se da su bolovi u leđima s pridruženim bolovima u nogama, koji mogu biti referirani ili radikularni, mnogo učestaliji: 35% kod muškaraca naspram 45% kod žena. Trogodišnja incidencija išijadične boli kod finskih muškaraca dobi između 25-49 godina procijenjuje se na 22% kod rukovoditelja strojeva, 24% kod stolara i 14% kod radnika u uredu. Mogući čimbenici rizika za išijas uključuju muški spol, dob 30-50 godina, visinu, pretilost i višestruku trudnoću. Povijest bolova u leđima pokazala se važnim prediktorom išijadične boli, kao i bolova u donjem dijelu leđa. Pokazalo se da bol u donjem dijelu leđa s istančanom išijadičnom boli ima lošiju prognozu od bolova u leđima bez išijadične boli. Kao i kod bolova u leđima, psihološki čimbenici mogu biti važni čimbenici rizika i / ili prognostičke varijable. Nedavna jednogodišnja kohortna studija provedena među finskim radnicima otkrila je kako povećana dob, mentalni stres, dugotrajno pušenje i uvijanja povezana s obavljanjem posla povećavaju rizik od išijadične boli, uz porast dobi, mentalnog stresa, povijesti pušenja, *jogginga* i nezadovoljavajućeg posla povećava se rizik od ustrajnih bolova (Morris, 2006, str. 92-93).

Moždane živce, *nervi cerebrales s. craniales*, čini dvanaest živaca koji se filogenetski razvijaju s lubanjom, pa govorimo o lubanjskim živcima (*nn. craniales*) ali je ispravniji naziv moždani živci (*nn. cerebrales*), jer su jezgre trećeg do dvanaestog živca smještene u području moždanog debla, a centralne se veze prvih dvaju moždanih živaca nalaze u podučju prosencefalona. Moždani su živci anatomskom građom i funkcijskim značajkama vrlo slični moždinskim (spinalnim) živcima. Pritom su mnogi moždani živci mješoviti (npr. *n. trigeminus*, *n. facialis*...). Pojedini

sadrže isključivo ili pretežno motorička vlakna, a treći mogu imati znatan dio autonomnih živčanih vlakana (Grbavac, 1997, str. 51).

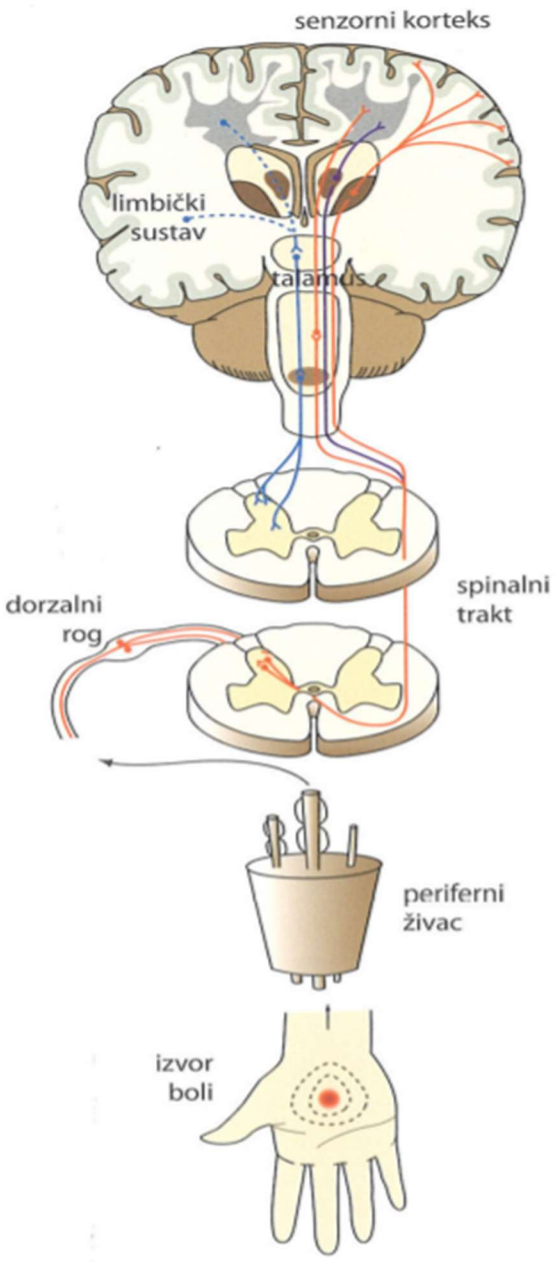
Možemo zaključiti iz navedenog da sve informacije ulaze i izlaze iz središnjeg živčanog sustava kroz tih 86 živaca.

3.1. BOL

Preživljavanje svakoga živog organizma uvjetovano je uspješnim funkcioniranjem dvaju specijaliziranih sustava; imunosnog i nocicepcijskog sustava koji mozgu omogućuju opažanje i pamćenje opasnosti. Dok se u fiziološkim uvjetima aktivnost imunosnog sustava ne opaža svjesno, bol, koja upozorava organizam na postojanje štetnog podražaja, trenutačno dopire do svijesti. Iako su se oba zaštitna sustava razvila evolucijski odvojenim putevima, poznato je da među njima postoje brojne komunikacijske veze, koje uključuju korištenje istim signalnim molekulama i receptorima. Prema Međunarodnom udruženju za proučavanje boli (*International Society for the Study of Pain*), bol definiramo kao "neugodno osjetno i emocionalno iskustvo povezano sa stvarnim ili mogućim oštećenjem tkiva". Navedena definicija ističe prethodno iskustvo povezano s ozljedom ili oštećenjem tkiva, te nas jasno upozorava na razliku izmedu pojmova bol i nocicepcija. Bol je dakle složeno iskustvo koje se sastoji od dviju komponenata-opažanja bolnog podražaja i emocionalne reakcije, tj. osjećaja neugode koji prati štetni podražaj, dok nocicepcija označuje neurofiziološki mehanizam opažanja takvog podražaja. Iako je bol posredovana neurofiziološkim mehanizmom, nocicepcija ne mora nužno dovesti do osjećaja boli, dok se bol može katkad pojaviti u odsutnosti štetnog podražaja. Bol kao i svaka vrsta psihičkog, upalnog ili traumatskog stresa, aktivira neurone koji luče hormon oslobađanja kortikotropina (engl. *corticotropine releasng hormone*, CRH), uzrokujući tako složen neuroendokrini odgovor. Zbog toga doživljaji boli mogu proučavati na trima razinama: somatosenzoričnoj, neuroendokrinoj i emocionalno-bihevioralnoj razini. Nadalje, uloga boli, uz upozoravanje na stvarnu ili moguću ozljedu tkiva, u širem smislu, uključuje i upozoravanje na lokalno ili sustavno narušenje homestaze. Zbog toga je, uz omogućivanje preživljavanja organizma, jedna od uloga nocicepcijskog sustava i ponovna uspostavljanje homeostaze koja u ovom slučaju podrazumijeva

aktivaciju analgetičkog sustava. Zaista, nocicepcijski se signali obrađuju u smislu modulacije i inhibicije na različitim razinama živčanog sustava, što upućuje na postojanje močnog, hijerarhijski organiziranog antinocicepcijskog mehanizma. Štetni podražaji kože i potkožnog tkiva, primjerice mišića ili zglobova, pobuđuju nociceptore, periferne završetke primarnih osjetnih neurona, čija se tijela nalaze u ganglijima stražnjega roga kralježnične moždine. Smatra se da postoje tri glavne vrste nociceptora, i to - toplinski i mehanički, polimodalni nociceptori, te tzv. tihi nociceptori. Toplinske nociceptore podražuju vrlo visoke ili vrlo niske temperature (> 45 ili < 5°C), mehaničke nociceptore podražuje snažan mehanički pritisak, dok polimodalne nociceptore aktiviraju snažni mehanički, kemijski i toplinski podražaji. Nadalje, podražaje mehaničkih i toplinskih nociceptora prenose tanka, mijelinizana Aδ-živčana vlakna, brzinom od 5 do 30 m/s, dok podražaje polimodalnih nociceptora prenose nemijelinizirana C-vlakna, brzinom manjom od 1 m/s. Ove su tri vrste nociceptora široko rasprostranjene u koži i potkožnim tkivima, a najčešće se aktiviraju istodobno. Tako će, primjerice, pri jakom udarcu u prst čovjek osjetiti jaku, oštru i dobro lokaliziranu bol, nastalu aktivacijom mehaničkih nociceptora i prenesenu Aδ-vlaknima, koju će nakon nekoliko trenutaka zamijeniti spora, tupa bol, prenesena C-vlaknima, radi aktivacije polimodalnih receptora. Naime, trajna ili teška ozljeda uzrokuju trajno podraživanje nocicepcijskih C-vlakana, koja tada otpuštaju velike količine glutamata. On potom dugoročno aktivira N-metil-D-aspartatne (NMDA) receptore na ciljnim, sekundarnim neuronima kralježnične moždine, čime povećava njihovu podražljivost. Osim toga, glutamat uzrokuje i dugoročne biokemijske promjene koje uključuju aktivaciju brojnih gena sekundarnih neurona, te pojačanje izražaja neurotransmitera i njihovih receptora. Bol je, međutim, složeni osjet možemo pretpostaviti da u njegovu doživljavanju kora velikog mozga sudjeluje u vrlo značajnom opsegu. Talamični neuroni koje aktiviraju neuroni širokoga dinamičkog spektra stražnjeg roga kralježnične moždine (prisjetimo se, oni zapažaju i bolne, ali i druge osjetne podražaje različita intenziteta) završavaju u primarnom i sekundarnom somatosenzoričnom području kore velikog mozga, te je upravo ovaj put značajan za percepciju kvalitete i lokalizacije boli. Primjerice, neuroni širokoga dinamičkoga spektra, koji preko spinotalamičnog, te poslije talamokortikalnog puta šalju svoje impulse u somatosenzorična područja korteksa, sposobni su u rasponu temperatura između 45 i 51 °C razlučiti temperaturne promjene od 0,2-0,3 °C. Međutim, neuroni koji odgovaraju isključivo na nocicepcijske podražaje pronađeni su unutar različitih kortikalnih moždanih područja, te je somatosenzorično područje samo jedno od brojnih područja

koja sudjeluju u potpunom doživljaju boli. Nocicepcijski specifični neuroni kralježnične moždine, koji također sinaptički komuniciraju s neuronima stražnjih talamičnih jezgara, u konačnici aktiviraju i dijelove parijetalnog korteksa, i strukture limbičnog sustava kao što su inzula, prednji dio cingularnoga girusa te medijalni frontalni korteks, a ta su područja odgovorna za afektivno-kognitivnu komponentu boli. Međutim, prednji dio cingularnoga girusa možda je najznačajnije područje za oblikovanje afektivnog odgovora na bolni podražaj, osobito osjećaja neugode koji prati bolni podražaj. Naime, upravo se u ovoj strukturi susreću putevi koji integriraju osjetne informacije o boli, ostale osjetne podražaje te učenje i pamćenje (kortikolimbični put) s putevima koji donose izravan podražaj s periferije i oblikuju grubi autonomni i bihevioralni odgovor na bol. Stoga bi integracija tih puteva na razini cingularnoga girusa mogla biti mehanizam koji percepcijske i kognitivne značajke boli ujedinjuje s pojačanom pažnjom i emocionalnim odgovorom na bol. Zanimljivo je da intenzitet odgovora na štetni podražaj može biti moduliran na različitim razinama prijenosa. Središnje mjesto modulacije jest kralježnična moždina, jer, prema mnogim istraživanjima, najjača modulacija bolnog podražaja nastaje na mjestu gdje završavaju primarna nocicepcijska vlakna, u stražnjem rogu produžene moždine. Jedan od mehanizama modulacija sažet je u tzv, teoriji nadziranog ulaza (engl. *gate control theory*). Prema njoj, intenzitet odgovora na bolni podražaj određuje ravnoteža izmedu aktivnosti nocicepcijskih i nenocicepcijskih aferentnih vlakana. Već smo istaknuli da sloj V. stražnjeg roga kralježnične moždine sinaptički komunicira s nenocicepcijskim Aβ-vlaknima kao i nocicepcijskim Aδi C-vlaknima, te da sloj II. sadržava gotovo isključivo interneurone. Važno je naglasiti kako Aβ-vlakna koče aktivnost projekcijskih neurona sloja V. potičući aktivnost inhibicijskih interneurona sloja II. Medutim, Aδ i C-vlakna pobuđuju aktivnost projekcijskih neurona, a C-vlakna također i inhibiraju aktivnost inhibicijskih interneurona sloja II. Dakle, Aδ-vlakna i C-vlakna dopuštaju prijenos bolnog podražaja, dok ga Aβ-vlakna koče. Navedeni mehanizam objašnjava pojavu da vibracijski podražaji, koji selektivno aktiviraju Aβ-vlakna, mogu ublažiti bol. γ-amino-maslačna-kiselina (GABA) glavni je inhibicijski neurotransmiteri u središnjem živčanom sustavu, u visokoj se koncentraciji nalazi u interneuronima lamine I-II i pretpostavlja se da ima važnu ulogu u sprječavanju akutne i kronične boli (Demarin, Bašić Kes i sur., 2011, str. 8-16).



Slika 10. Doživljaj boli. Preuzeto od Demarin, V., Bašić Kes, V. i sur. (2011). Glavobolja i druga bolna stanja. Zagreb: Medicinska naklada, str. 15.

Neuropatska bol definira se kao "inicirana bol ili uzrokovana primarnom lezijom ili disfunkcijom živčanog sustava". Neuropatska bol, nasuprot nociceptivnoj boli, opisana je kao "žareća", "poput strujnog udara", "trnjenje" i "probadajuća". Može biti kontinuirana ili paroksizmalna u prezentaciji. Dok nociceptivna bol nastaje stimulacijom perifernih A-delta i C-polimodalnih

receptora boli algogenima tvarima (npr. histamin bradikinin, tvar P, itd.), neuropatska bol nastaje oštećenjem ili patološkim promjenama u perifernom ili središnjem živčanom sustavu (Bašić-Kes i sur., 2009). Bilo koje stanje koje dovodi do oštećenja živčanog tkiva ili do poremećaja njegove funkcije može biti uzrokom neuropatske boli. Ozljeda, upala, ishemija, metabolički poremećaji, djelovanje toksičnih tvari, tumori ili primarne neurološke bolesti mogu dovesti do razvoja neuropatske boli. Radikulopatija je, najvjerojatnije, najučestaliji razlog za pojavu periferne boli živaca te u mnogih bolesnika uzrokuje bol u slabinskom dijelu kralježnice. Patofiziologija neuropatske boli vrlo je kompleksna te uključuje periferne i središnje mehanizme. Obično klinički nastup neuropatske boli uvjetuje udruženo djelovanje perifernih i središnjih mehanizam. Sljedeći su mehanizmi uključeni u različite kliničke sindrome neuropatske boli: 1. patološka aktivnost podraženih ili aktiviranih pritajenih nociceptora; 2. ektopična aktivnost duž oštećenih aksona i u ganglijskim stanicama stražnjih korjenova; 3. facilitirano otpuštanje neurotransmitora zbog pojačanog aktiviranja kalcijskih kanala; 4. centralna podraženost neurona stražnjeg roga kralježnične moždine zbog povećanog broja aferentnih signala; i 5. centralna podraženost zbog gubitka centralne inhibicije odnosno povećane centralne facilitacije. Kompleksnost neuropatske boli naglašena je činjenicom da ne postoji poznat izravni odnos između mehanizama ili simptoma odnosno znakova koje uzrokuju spomenuti mehanizmi. Izvor boli može se nalaziti u perifernom ili središnjem živčanom sustavu ili na oba mjesta istodobno. Jedna od glavnih karakteristika neuropatske boli jest da bol zaostaje i kad više ne postoji tkivno oštećenje. Smatra se da bol može biti posljedicom oštećenja ili patoloških promjena živčanog sustava koje su odgovorne za periferne i središnje mehanizme neuropatske boli (Demarin, Bašić Kes i sur., 2011, str. 384-385). Esencijalni dio neuropatske boli je gubitak (parcijalni ili kompletni) aferentne osjetilne funkcije i paradoksalna prisutnost određenog hiperfenomena u bolnom području. Kod periferne neuropatske boli, gubitak osjeta uključuje sve ili odabrane senzorne modalitete. U centralnoj neuropatskoj boli, postoji gubitak djelomične ili potpune spino-talamo-kortikalne funkcije. Kod neuropatske boli, gubitak osjeta ograničava se na teritorij inervacije koji odgovara oštećenom dijelu živčanog sustava, periferna ili središnja (Demarin i sur., 2008).

Tijekom proteklih 20 godina došlo je do povećanja spoznaja da pacijenti s bolovima u donjem dijelu leđa također mogu imati promjena unutar središnjeg živčanog sustava. To se može razmotriti iz dvije perspektive: prvo, promjene u obradi nocicepcije i boli, koji su promatrani kroz živčani sustav, i drugo, promjene u strukturi (npr. gubitak sive tvari) i funkciji (npr.

organizacija) senzorimotornih regija moždane kore. Neuroplastičnost se odnosi na sposobnost živčanog sustava da se podvrgne funkcionalnim i strukturalnim promjenama moduliranim aktivnošću i pojačanjem. Neuroplastičnost je pojam koji je u doslovnom smislu toliko široko da je gotovo besmislen - može samo razlikovati živi neuron ili živčani sustav od mrtvog. Sposobnost učenja novih stvari, stvaranja novih izlaza za obavljanje novih aktivnosti, stvaranje novih misli, stvaranje i pamćenje posve nove vizualne scene i stvaranje novih veza između prethodno nepovezanih koncepata demonstriraju izvanrednou sposobnost živčanog sustava da nastavi mijenjajti se, na "*online*" način. (Brumagne, Diers, Danneels, Moseley i Hodges, 2019). Neuroplastičnost se odigrava na nekoliko razina, od promjena na razini stanice, koje nastaju kao posljedica učenja do promjena koje uključuju kortikalno remapiranje kao odgovor na ozljedu. Uloga je neuroplastičnosti najizraženija u području zdravog razvoja, učenja, pamćenja i oporavka nakon ozljede mozga. Desetljeća istraživanja pokazala su da se određene promjene ipak odigravaju na razini najnižih neokortikalnih areja te da te promjene mogu značajno mijenjati slijed neuronalne aktivacije u odgovoru na iskustvo. Promjene nastaju na anatomskoj razini (fizikalna struktura) i funkcionalnoj organizaciji (fiziologija). Jedan od osnovnih principa neuroplastičnosti povezan je s konceptom sinaptičkog odbacivanja, koji se temelji na ideji da se samostalne veze unutar mozga konstantno uklanjaju ili reorganiziraju ovisno o načinu uporabe. Taj koncept podupire ideju da se neuroni koji rade zajedno povezuju, za razliku od onih koji ne rade zajedno. Na primjer, dva susjedna neurona koji su često aktivni istodobno se udružuju i njihove se kortikalne mape ujedinjuju. To pravilo vrijedi i u drugom smjeru: neuroni koji se ne aktiviraju zajedno formiraju zasebne kortikalne mape (Bašić Kes i sur., 2015, str. 1-2). Osnovni principi na kojima počiva fenomen neuroplastičnosti jesu: rabi ili izgubi (funkcije koje se ne upotrebljavaju, gube se), specifičnost podražaja (vrsta funkcije određuje neuroplastičnost), ponavljanje podražaja, intenzitet podražaja, vrijeme trajanja podražaja, važnost podražaja (koliko je pojedinac motiviran za podražaj), dob (neuroplastičnost pada s dobi, ali traje cijeli život), transfer (neuroplastičnost koja je posljedica jednog podražaja za pojedinu funkciju može pojačati oporavak i funkcija koje su uz nju povezane), interferencija (neuroplastičnost koja je posljedica određenog podražaja može doći i u koliziju s ostalim funkcijama) (Bašić Kes i sur., 2015, str. 437).

Promjene u funkciji i strukturi su prisutne u živčanom sustavu i utječu na obradu nocicepcije i boli. Svatko ima potencijal promijeniti interpretaciju boli, interpretaciju somatosenzornih ulaza, i

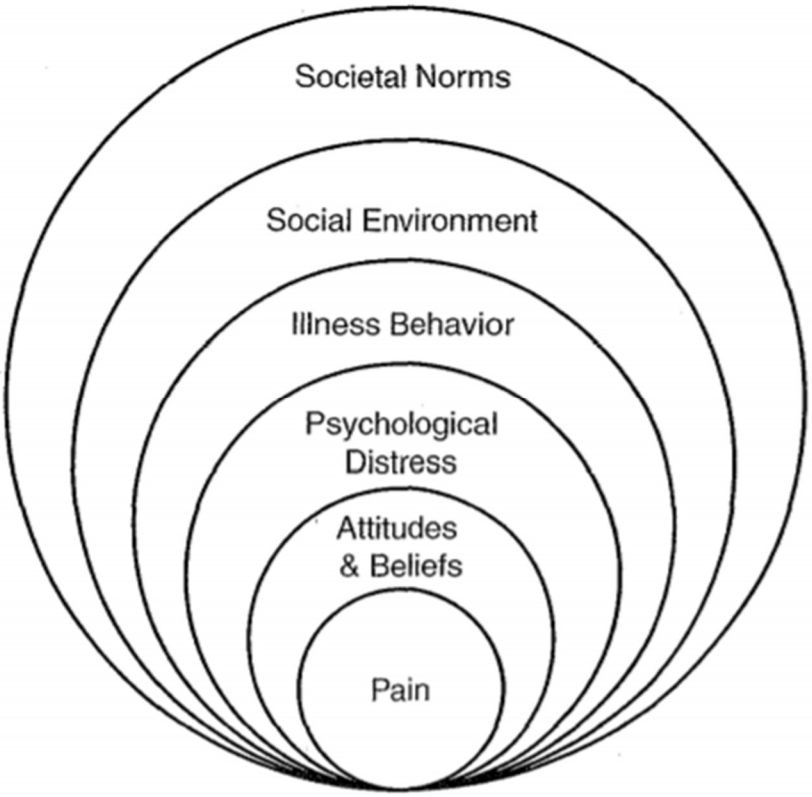
motornih izlaza. Osobe s rekurentnim i kroničnim bolovima u donjem dijelu leđa razlikuju se od onih bez bolova u donjem dijelu leđa u nekoliko markera funkcioniranja i struktura živčanog sustava u odnosu na senzorne i motoričke sustave. Bavljenje neuroplastičnim promjenama ciljano, može dovesti do boljih ishoda kod pacijenata s recidivirajućim i kroničnim bolovima u donjem dijelu leđa, ali to može zahtijevati kombinaciju "*bottom-up*" i "*top-down*" pristupa (Brumagne i sur., 2019).

Strah od boli, u nedostatku boli, može imati slične učinke na motorni sustav kao stvarna bol i može biti odgovoran za trajanje manjkavosti motoričke kontrole nakon oporavka od epizode boli (Morris, 2006, str. 137).

S obzirom na vrlo složen mehanizam nastanka boli, prijenosa bolnih podražaja i svega nevedenog u vezi s boli, pri rehabilitaciji bolesnika preporuča se primjena 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. Prema hijerarhiji to bi se pojednostavnjeno moglo prikazati ovako: nocicepcijska razina, neuropatska razina, kognitivno-bihevioralna i socijalno-okolinska razina. U kroničnoj križobolji 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. Dvije osnovne kategorije terapijskog pristupa koje se najčešće kombiniraju jesu kognitivno-bihevioralno liječenje i liječenje usmjereno na mišićno rekondicioniranje putem medicinskih vježbi. Bihevioralna terapija vježbama (engl. *Behavioural exercise therapy*, kr. BET) kombinacija je vježbanja, edukacije i bihevioralnih elemenata čime se potiče pozitivan doživljaj i iskustvo vježbi. Terapijski protokoli mišićnog rekondicioniranja mogu uključivati vježbe jačanja i stabilizacije mišića, vježbe opuštanja, propriproprioceptivni trening, hidrokineziterapiju i radnu terapiju usmjerenu na bolesnikove specifične aktivnosti (sjedenje, ustajanje, vožnja itd.). Kombiniranjem se

sinergistički povoljno djeluje na ukupni funkcionalni kapacitet. 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 (Grazio i sur., 2014).



Slika 11. Biopsihosocijalni model onesposobljavajuće boli. Preuzeto od Morris, E. C. (2006). Low Back Syndromes: Integrated Clinical Management. Michigan: McGraw-Hill Education / Medical, str. 13.

4. VAŽNOST PROPRIOCEPTIVNOG TRENINGA

Somatosenzorni sustav prenosi informacije o dodiru i propriocepciji. Iako je dodir izravan osjećaj koji nam je poznat kao kliničarima i znanstvenicima, propriocepcija je misteriozan osjećaj, jer smo je uglavnom nesvjesni tijekom svakodnevnih aktivnosti. Samo u određenim uvjetima postajemo svjesni tog osjećaja (npr. kinestetske iluzije tijekom mišićne vibracije).

Međutim, termnin "propriocepcija" prvi je upotrijebio Sherrington početkom dvadesetog stoljeća, općenito se koristi za opisivanje "nesvjesne percepcije pokreta i prostorne orijentacije koja proizlazi iz podražaja unutar tijela" (Brumagne, Dolan i sur., 2013, str. 219). Definirana je kao neurološka sposobnost tijela da procjenjuje informacije ili unose koji dolaze iz mišića, zglobova, tetiva i raznih drugih mehanoreceptora. Ti ulazi se moduliraju kroz tri različita motorička centra središnjeg živčanog sustava: 1. razina kralježnice; 2. donja razina mozga (mmoždano deblo, mali mozak); 3. kortikalna razina. Proprioceptivni ulazi se analiziraju na podsvjesnoj razini od strane prva dva centra središnjeg živčanog sustava i svjesno u moždanom korteksu. Propriocepcija je podsvjesno sredstvo pružanja aferentnih ulaza s periferije u središnji živčani sustav (Morris, 2006, str. 59).

Na temelju neurofizioloških studija, identificirane su četiri komponente propriocepcije: kinestetski smisao ili kinestezija (tj. osjećaj položaja i osjećaj pokreta); osjećaj napetosti ili sila; osjećaj ravnoteže; i osjećaj napora ili težine. Mislilo se da receptori u mišićima, koži i zglobovima doprinose osjećaju položaja i pokreta, trenutna smatranja su da su mišićna vretena najvažniji izvor proprioceptivnih povratnih informacija, posebno za otkrivanje smjera kretanja. Čini se da su proprioceptivne povratne informacije osobito važne za kontrolu kralježnice. Kada uvjeti u kojima stojimo postaju izazovniji (na primjer, uvođenjem nestabilnih potpornih površina, platformi, unipedalnog položaja ili balistički pokreti ruku) tada se i posturalno njihanje značajno povećava kod ljudi s bolovima u donjem dijelu leđa u usporedbi sa zdravima pojedincima. Mogu se pojaviti plastične promjene u mozgu koje mijenjaju percepciju tijela i tjelesnu shemu. One mogu nastati zbog kronične boli ili toničke aktivnosti mišića izazvane konstantnom pojavom ili mišićnom vibracijom te se kao rezultat toga proprioceptivni signali mogu tumačiti na drugi način što rezultira nenormalnim ili oštećenim motoričkim odgovorom. Preliminarni rezultati su pokazali da pacijenti s recidivirajućim bolovima u donjem dijelu leđa mogu promijeniti svoju proprioceptivnu strategiju kontrole kroz "kognitivne" vježbe kontrole mišića (u kombinaciji s vibracijama mišića). Ako su specifične komponente propriocepcije oslabljene kod bolova u donjem dijelu leđa tada je važno znati jesu li one uzrok ili posljedica boli i mogu li ih predisponirati do kroniciteta (Brumagne, Dolan i sur., 2013, str. 219-226).

Kako duboki unutarnji mišići kralježnice imaju visoku gustoću mišićnih vretena, trening duboke kontrole mišića može dovesti do poboljšanja propriocepcije kralježnice (Morris, 2006, str. 137).

Kod pacijenata s nespecifičnom boli u donjem dijelu leđa primijećeno je da imaju izmijenjenu motoričku i posturalnu kontrolu. Eksperimentalnim nalazima i kliničkim promatranjem utvrđeno je da neki pacijenti s bolovima u donjem dijelu leđa usvajaju dva jednostavna načina posturalne kontrole: strategiju globalnog ukrućivanje trupa i tijela (hiperaktivnost) i pasivnu posturalnu strategiju (hipoaktivnost). Drugim riječima, u određenim uvjetima ti pojedinci aktiviraju sve (globalne) mišiće trupa u ko-kontrakciji. U drugim uvjetima ti pojedinci ne aktiviraju mišiće trupa i prema tome, oni će visiti u krajnjem rasponu u svojim kralježničkim zglobovima. Mehanički kumulativni ili ponavljajući stres (ozljede) izvana se može pojaviti kao čisti mehanički problem u podrijetlu. Međutim, temeljni mehanizam može opisati problem s osjetilnom obradom. Zbog lokalnog ili čak globalnog proprioceptivnog poremećaja ("deaferencije") središnji živčani sustav može usvojiti drugačiju posturalnu strategiju za prevladavanje gubitka položaja i točnosti i preciznosti pokreta. Ova alternativna strategija može biti ko-kontrakcija ili ukrućenje tijela ili tjelesnog segmenta (npr. trupa) kako bi se smanjili stupnjevi slobode pod kontrolom središnjeg živčanog sustava. Čini se da ljudi s recidivirajućim bolovima u donjem dijelu leđa koriste istu proprioceptivnu posturalnu strategiju (tj. snažna oslanjanja na proprioceptivne signale gležnja) čak i u posturalnim uvjetima kada je ova strategija suboptimalna, poput stajanja na nestabilnoj potpornoj površini i sjedenja. Bolovi u donjem dijelu leđa izvana se mogu činiti kao čisti mehanički problem, međutim, temeljni mehanizmi mogu prikazati problem senzorne obrade. Ljudi s bolovima u donjem dijelu leđa koji se izlažu posturalnim strategijama ukrućivanja mogu imati temeljni problem proprioceptivne kontrole. To može dovesti do smanjenja varijabilnosti u strategijama posturalnog upravljanja. Ako smanjena varijabilnost u posturalnoj i motoričkoj kontroli igra uloga u održavanju bolova u donjem dijelu leđa, rehabilitacija pacijenata s ponavljajućim bolovima u donjem dijelu leđa trebala bi uključivati raznolikost posturalnog i pokretnog repertoara (Brumagne, Janssens, Claeys i Pijnenburg, 2013, str. 135-141).

5. BOL U PODRUČJU LUMBALNE KRALJEŽNICE

Klinički entitet kojeg karakteriziraju bol i umanjen funkcijski kapacitet lumbalne kralješnice nazivamo bolnim križima ili križoboljom. U medicinskoj literaturi, kako domaćoj tako i stranoj, susrećemo se s brojnim sinonimima za križobolju (lumbalni bolni sindrom, lumbago, lumbalna diskopatija, išijas, lumboischijalgija, kompresijski lumbalni sindrom; low back pain, back pain, kreuzschmerz, lumbago, lumbalgie, lumbar syndroma, sciatica, ...), koji pokušavaju pobliže označiti uzrok i kliničku sliku, koja se razvije tijekom ove bolesti ili stanja. Za bolje razumijevanje etiologije, patofiziologije i terapijskih postupaka u liječenju križobolje potrebno je naglasiti da se i lumbalna kralješnica, kao i ostali segmenti kralješnice, ne sastoji od pojedinih kralješaka, već od funkcijskih jedinica, koje nazivamo vertebralnim dinamičkim segmentima (VDS). Sve promjene koje uvjetuju nastanak kliničke slike bolnih sindroma kralješnice događaju se upravo u pojedinim vertebralnim dinamičkim segmentima. One su najčešće degenerativne prirode, ali se može raditi i o upalnim reumatskim promjenama, posttraumatskim stanjima, infekcijama, neoplazmama i drugim promjenama. Zbog toga, kao uzroke križobolje možemo navesti sva sljedeća stanja:

1. degenerativne promjene kralješnice i intervertebralnog diskusa (starenje, prirođene mane i mane razvoja, posttraumatske degenerativne promjene)

2. traumom uzrokovane promjene kralješnice (prijelomi kralješaka, rupture ligamentornog aparata, kontuzije i distorzije malih zglobova)

3. upalne promjene na kralješnici (reumatske bolesti, specifične i nespecifične upale, akutnog i kroničnog tijeka)

4. metaboličke promjene na kralješnici (osteoporoza, hiperparatireoidizam, ohronoza)

5. neoplazme (benigne i maligne, primarne i sekundarne)

6. preneseni bolovi iz visceralnih organa trbuha i male zdjelice

7. psihogeno uzrokovane križobolje (Kosinac, 2006, str. 362-364).

Bol u donjem dijelu leđa definirana je kao bol i nelagoda ispod ruba rebara i iznad inferiornih

glutealnih nabora, sa ili bez širenja boli u donje ekstremitete. Može se doživjeti kao bol, pečenje, ubadanje, oštro ili prigušeno, dobro definirana ili nejasna, s intenzitetom u rasponu od blagog do žestokog. Bol može početi iznenada ili se razvijati postupno. Nespecifična bol u donjem dijelu leđa je definirana kao bol u donjem dijelu leđa koja se ne može pripisati prepoznatljivoj, poznatoj specifičnoj patologiji (npr. infekcija, tumor, osteoporoza, ankilozirajući spondilitis, fraktura, upalni proces, radikularni sindrom ili sindrom cauda equina). Među bolovima u donjem dijelu leđa postoji značajna heterogenost koja se može svrstati u tri kategorije: kronična, akutna i subakutna bol u leđima. **Kronična bol** u leđima (CLBP) definira se kao bolovi u donjem dijelu leđa koji traju duže od 7-12 tjedana ili nakon razdoblja zacjeljivanja ili ponavljajuće boli u leđima koji povremeno utječe na pojedinca kroz duži vremenski period. **Akutna bol** u leđima definira se kao bol u donjem dijelu leđa koja traje manje od 12 tjedana. **Subakutna bol** je definirana kao bol u donjem dijelu leđa koja traje između šest tjedana i tri mjeseca. Iako se mnogi pacijenti s bolovima u donjem dijelu leđa brzo oporavljaju, bolovi obično slijede ponavljajući tijek, javljaju se s egzacerbacijom nakon nekog vremena. Bol u donjem dijelu leđa može biti posljedica niza faktora, uključujući: pojedinačne karakteristike, radne uvjete poput teškog fizičkog rada, zadržavanja neugodnih statičkih i dinamičkih položaja tokom obavljanja rada, kao i manualni rad i dizanje, životni čimbenici i psihološki čimbenici. Manji broj bolova u donjem dijelu leđa rezultat je traume leđa, osteoporoze ili produljene primjene kortikosteroida. Relativno rjeđe su vertebralne infekcije, tumori i metastaze u kostima. Točan izvor boli u donjem dijelu leđa često je teško utvrditi. Stoga je nespecifična bol u leđima glavni problem za dijagnozu i liječenje. Bol u donjem dijelu leđa mogu proizvesti različita tkiva koja uključuju mišiće, meko vezivno tkivo, ligamente, hrskavicu zglobnih kapsula i krvne žile. Ta tkiva se mogu izvući, napeti, istegnuti, iščašiti i brzo proizvesti upalu s oslobađanjem upalnih kemikalija poput citokina i / ili hemokini. Ove kemikalije stimuliraju okolna živčana vlakna što rezultira nastankom osjećaja boli. Upalni proces ovjekovječuje proces oticanja. Smanjenjena opskrba krvlju se može pojaviti pri zahvaćenim područjem tako da hranjive tvari i kisik ne budu optimalno dostavljene i uklanjanje iritiranih nusprodukata upale je narušeno, stvarajući na taj način povratnu petlju upale i boli. **Faktori rizika** za razvoj boli u donjem dijelu leđa mogu biti psihološki, psihosocijalni, prekomjerna tjelesna masa i u nekim slučajevima i tjelesna visina te profesionalni (ovisno o zanimanju koje osoba obavlja). Otprilike 5–15% bolova u donjem dijelu leđa može se pripisati

specifičnom uzroku kao što je osteoporotski lom, neoplazma ili infekcija. Za preostala 85–95% slučajeva, specifičan uzrok boli u donjem dijelu leđa je nejasan. Čini se da **psihosocijalni** čimbenici igraju značajnu ulogu u učestalosti bolova u donjem dijelu leđa. Osobe negativne afektivnosti, niske razine socijalne podrške na radnom mjestu, niske razine kontrole posla, visoki psihološki zahtjevi i nezadovoljstvo poslom kao i stres, anksioznost, depresija skloniji su bolovima u donjem dijelu leđa. Nadalje, pronađene su spoznaje povezanosti između **tjelesne visine** i bolova u donjem dijelu leđa. Rezultati sugeriraju da je poveća tjelesna visina prediktor za operaciju leđa. Čini se da visoki ljudi imaju veći potencijalni rizik za nestabilnost diska pod vanjskim opterećenjem. Promjene fasetnih zglobova kod pacijenata s hernijom diska u lumbalnom dijelu kralježnice pokazale su se vidljivijima kod pacijenata poveće tjelesne visine. Nekoliko studija jasno je pokazalo da su ljudi s **visokim indeksom tjelesne** mase skloniji bolovima u donjem dijelu leđa (https://www.who.int/medicines/areas/priority_medicines/BP6_24LBP.pdf). Meta-analiza koja uključuje 33 studije pokazala je da je **pretilost** povezana s povećanom prevalencijom bolova u donjem dijelu leđa u posljednjih 12 mjeseci (zbirni omjer koeficijenata, OR = 1.33 (95% CI: 1.14-1.54) (Woolf i Pfleger, 2003). U svijetu se 37% bolova u donjem dijelu leđa pripisuje **zanimanju**. Profesionalci koji su izloženi vibracijama ili dugotrajnom stajanju poput zdravstvenih radnika, profesionalnih vozača i građevinskih radnika skloniji su bolovima u donjem dijelu leđa. Bol u donjem dijelu leđa povezana je sa položajima koje zauzimamo tijekom obavljanja posla koji uključuju veliko savijanje trupa, istovremeno savijanje i rotaciju trupa te zadržavanje takvog položaja i ponavljajući pokreti trupa. Ovo je otkriće bilo u skladu s drugim studijama. Ponavljano rotiranje ili savijanje trupa, kao i produženo rotiranje ili savijanje može povećati rizik za razvoj boli u donjem dijelu leđa zbog pojave umora. Do neke mjere, ti rezultati ukazuju da bi rizik od bolova u donjem dijelu leđa mogao biti veći u nekim industrijama u kojima radnici moraju obavljati naporan fizički rad ili rad s neugodnim držanjem. Sociodemografski čimbenici, kao što su dob, životni stil, poput pušenja i tjelesne neaktivnosti su drugi potencijalni čimbenici rizika za bol u donjem dijelu leđa (https://www.who.int/medicines/areas/priority_medicines/BP6_24LBP.pdf).

6. KINEZITERAPIJA

Kineziterapija (kinesiterapija) grč. riječi (*kinesis* - kretanje, *therapeia* - služenje, liječenje). U doslovnom prijevodu kineziterapija znači liječenje kretanjem i tjelesnim vježbama. Pokret, kao pozitivni čimbenik, koristi se u svrhu liječenja oboljelih ili povrijeđenih u sklopu medicinske rehabilitacije, a jednako tako i kao osnovni operator u kineziterapiji (Kosinac, 2008, str. 40-41).

Utemeljiteljem kineziterapije na znanstvenim osnovama smatra se Šveđanin Pehr Henrik Ling (1776. – 1839.) (Babić-Naglić i sur., 2013, str. 113).

Kineziterapija je interdisciplinarna djelatnost, koja po svojoj prirodi povezuje područja zdravstva i tjelesne kulture. S obzirom na činjenicu da kretanje predstavlja mogući način preveniranja, korigiranja i/ili terapije određenih stanja čovječjeg organizma, kineziterapija etimološki označava jednu od metoda u fizikalnoj medicini i rehabilitaciji.

Međutim, teoretske zakonitosti kineziterapije nalazimo u kineziologiji, koja proučava zakonitosti o maksimalnim motoričkim učincima čovjeka kao sustava i o procesima transformacije pod utjecajem motoričke aktivnosti. S gledišta kineziologije moglo bi se ustvrditi da je kineziterapija dio kineziologije. To je logično stoga što kineziterapija sadrži elemente primijenjene kineziologije, gdje kineziološki operator služi terapijskoj svrsi. S gledišta kineziologije njeno uže određenje moglo bi se očitovati kao sastavnica sistematske i specijalne kineziologije, jer primjenjuje njihove zakonitosti u terapiji.

Kineziterapija se u fizikalnoj medicini smatra metodom liječenja, stoga se kineziterapija može, također, tretirati i kao primjena kineziloških postupaka u kliničkoj kineziologiji. Klinička kineziologija se tumači znanstvenom disciplinom koja proučava međuovisnost stanja zdravlja i pokret čovjeka. I upravo način proučavanja i primjenjivanja pokreta u onesposobljenih ljudi (ako se pokret promatra u ovisnosti sa svim strukturama psihosomatskog stanja), karakteristika su kliničke kineziterapije kao znanstvene discipline, a kineziterapija kao metoda kliničke kineziologije.

Kineziterapija se bavi proučavanjem i primjenom sustavnih pokreta pojedinih dijelova tijela ili cijelog tijela u vidu vježbi. Pokret je osnovni čimbenik koji se u kineziterapiji koristi u cilju preventive, korektive i kurative - ublažavanja i liječenja patoloških stanja i njihovih posljedica.

Dok se u kineziterapiji, kao metodi liječenja fizikalne medicine, određuju modeli gibanja zasnovani samo na zdravstvenom stanju pojedinih sustava organizma pacijenta, u kineziterapiji kao metodi kliničke kineziologije određuju se modeli kretanja zasnovani na stanju psihosomatskog integriteta. Pri tome se smatra da je pokret odraz tog i takvog stanja, kao što je i stanje zdravstvenog ili psihosomatskog statusa mogući odraz nemogućnosti izvjesnog ili potpunog kretanja. U načelu ona je indicirana poslije prestanka tzv. akutne faze, odnosno u periodu rane rekonvalescencije pa do potpunog oporavka. Postupak započinje aktiviranjem dijelova tijela koji su najudaljeniji od oštećenog mjesta. U početnoj fazi vježbanja nastoji se odstraniti i ublažiti negativne posljedice mirovanja ili ležanja, a potom se primjenjuje sustav ciljanih podražaja kojima se nastoji uspostaviti ili povratiti izgubljena funkcija, postići korekcija, odnosno postići terapijski učinak u cilju saniranja povrede ili oštećenja.

Iz svega do sada izloženog, može se zaključiti da je kineziterapija metoda liječenja pokretom, odnosno način primjene kinezioloških aktivnosti u svrhu: prevencije, korekcije i terapije u fizikalnoj medicini i rehabilitaciji i kliničkoj kineziologiji (Kosinac, 2008, str. 41-42).

Drugi izrazi koji se rabe za kineziterapiju jesu terapijske vježbe, terapijska gimnastika, medicinska gimnastika, korektivna gimnastika i liječenje pokretom. Pokret uključuje voljnu suradnju i daje kontrolu stupnja oštećenja. Pobuđuje cijeli kinetički lanac: iz kore velikog mozga podražaj ide do mišića, a odatle se vraća povratna informacija u mozak. Pasivni pokret ne osigurava suradnju invalidne osobe - nije biološki podražaj pa ne dovodi do popravljanja snage i trofike mišića. Glavni su ciljevi:

1. uspostavljanje, održavanje ili povećanje opsega pokreta,

2. održavanje i povećanje mišićne snage,

3. povećanje izdržljivosti,

4. razvijanje ili poboljšanje koordinacije pokreta

5. povećanje brzine pokreta,

6. poboljšanje stava i položaja tijela,

7. prevencija i korekcija različitih deformacija,

8. poboljšanje funkcije pojedinih organskih sistema (npr. lokomotomog, kardiovaskularnog, respiratornog i drugih),

9. kondicioniranje organizma (Jajić, Jajić i sur., 2008, str. 339-340).

Terapijski učinak pokreta kao motoričke stimulacije ovisi o karakteru, strukturi, doziranju, načinu primjene i početnom položaju. Ovisno o razini živčano mišićne inervacije i razvijene snage razlikujemo sljedeće vrste kretanja: pasivna kretanja, potpomognuta kretanja (vježba, pokret - prijelazni oblici), i aktivna kretanja. S obzirom na postojeću mišićnu snagu potrebnu za izvođenje, aktivne vježbe dijele se na: aktivne potpomognute vježbe, aktivne nepotpomognute vježbe i aktivne vježbe s otporom (Kosinac, 2008, str. 43-45).

Pozitivni učinci kineziterapije ovise o nizu faktora koji se nalaze u uzajamnoj svezi i djelovanju. Određenje njihova djelovanja i učinka počiva na osnovama naučavanja (principima). Principi na kojima oni počivaju su: princip ranog otkrivanja, princip motivacije, princip svjesnog i aktivnog učešća, princip sistematičnosti, princip kontinuiteta, princip kineziološke analize vježbe, princip razumijevanja vježbe i pravilnog izvođenja, princip izbjegavanja bola, princip praćenja i evidentiranja (Kosinac, 2008, str. 46-47).

Tijekom izvodenja vježbi aktiviraju se osim živčano-mišično-skeletnog sustava i drugi sustavi kao: srčano-žilni sustav, respiratorni sustav, sustav žlijezda s unutrašnjim lučenjem i dr. Za vrijeme izvođenja vježbi, zbog boljeg opskrbljivanja kisikom i drugim hranjivim materijama, a također i njihovog oslobađanja od raspadnih produkata, povećava se lokalni krvotok za 10-20 puta. Tijekom vježbi mišići koriste 3.5 do 4.51 krvi u minuti, odnosno 4-5 puta više nego u mirovanju. Zbog termoregulacije povećava se i periferni krvotok, a povećava se i cerebralna i koronarna cirkulacija. Ovisno o opterećenju, karakteru vježbe i vremenu trajanja vježbanja, dolazi do povećanja frekvencije srčanog rada i udarnog volumena. Puls i udarni volumen srca mogu se povećati 2-3 puta, a minutni respiratorni volumen za 5-10 puta. Ovisno o intenzitetu i načinu vježbanja dolazi do povećane energetske potrošnje i pojačanog rada žlijezda s unutrašnjim lučenjem hormona itd. (Kosinac, 2008, str. 47-48).

6.1. PRIMJER INDIVIDUALIZIRANOG KINEZITERAPIJSKOG PLANA I PROGRAMA

Prilikom planiranja individualiziranog kineziterapijskog plana i programa potrebno je postaviti realne ciljeve koje želimo postići. Ciljevi za liječenje boli u području lumbalne kralježnice su:

1. opuštanje i istezanje bolnog područja, odnosno rasterećenje pasivnih stabilizatora,

2. razvoj fiziološkog opsega pokreta,

3. razvoj jakosti globalnih i lokalnih stabilizatora kralježnice i

4. uspostavljanje koordiniranog rada globalnih i lokalnih stabilizatora.

Zatim, potrebno je znati da rehabilitaciju boli u donjem dijelu leđa karakteriziraju tri faze: akutna, subakutna i kronična. Za vrijeme trajanja **akutne faze** nema vježbanja, već osobama treba ukazati na opuštajuće položaje kako bi što više rasteretili kralježnicu i njezine pripadajuće strukture, potrebno je otkloniti bol, smanjiti upalni process i mišićni spazam (ako je potrebno, upotrebom protuupalnih nesteroidnih lijekova-NSAID). Bilo koja nagla pojava pritiska može izazvati bol, stoga je potrebno izbjegavati promjene tlaka u abdominalnom području, izbjegavati kihanje, kašljanje itd. Kada nastupi **subakutna faza** može se započeti s laganim vježbama, ali i dalje je potrebno ukazivati na opuštajuće položaje. U ovoj fazi se primjenjuju vježbe istezanja, vježbe za održavanje i razvoj mobilnosti, vježbe za razvoj lokalne stabilnosti poput stabilizacijskih vježbi, vježbi ravnoteže i posturalne kontrole te vježbe za razvoj globalne stabilnosti. Za vrijeme **kronične faze** vježbe su od najveće koristi, primjenjuju se vježbe jačanja globalnih i lokalnih stabilizatore te vježbe za uspostavljanje koordiniranog rada globalnih i lokalnih stabilizatora kralježnice.

Nadalje, preporuča se i primjena manualne terapije, odnosno masaže u svim fazama rehabilitacije. Naziv masaža potječe od grčkog "*massein*" što približno znači gnječenje, pritiskanje i u svezi je s latinskom riječi – *manus* (ruka). Specifično sredstvo za masažu je ruka terapeuta kojom pipa i osjeća (Kosinac, 2006, str. 85). Masažu definiramo kao terapijsku manipulaciju mekih tkiva sa svrhom normalizacije navedenih tkiva. Može biti definirana i kao „sustavni pokreti ruku na površini tijela s terapijskim ciljem" ili kao „skupina procedura učinjenih uobičajeno rukama, poput trljanja, gnječenja, lupkanja ili rolanja vanjskih dijelova

tijela na različite načine sa svrhom kurativnog i palijativnog dijelova nja na tijelo". Bit masaže sastoji se u uporabi ruku radi primjene mehaničkih sila na skeletne mišiće i kožu, premda svrha djelovanja može biti utjecaj i na površnije ili dublje strukture od navedenih. Masažu je moguće izvoditi s pomoću različitih naprava ili električnih aparata, ali se masaža primjenom ruku smatra najboljim načinom masaže jer se palpacija može primijeniti i kao dijagnostičko i kao terapijsko sredstvo. Masaža može imati mehaničke, refleksne, neurološke i psihološke učinke. Rabi se za smanjenje boli ili adheziju mekih tkiva, izaziva opću relaksaciju, mobilizira tjelesne tekućine, dovodi do mišićne relaksacije i uzrokuje vazodilataciju. Učinci masaže mogu biti mehanički i refleksni. Vaskularni su učinci isključivo mehanički učinci masaže. Svaki mehanički pritisak na meka tkiva dovest će do pomaka tekućine koja nije kemijski vezana za tkivo ili fizički vezana sustavom građe vezivnoga tkiva (fenomen kompartmenta). Tako pokrenuta tekućina pomiče se u smjeru manjeg otpora i uz povećanje gradijenta tlaka. U slučaju nepostojanja opstrukcija, kretanje tekućine najčešće je usmjereno proksimalno prema susjednim venskim i limfatičnim žilama, koje onemogućuju povrat tekućine natrag putem valvularnih mehanizama. Po pravilu se izvodi u smjeru od distalnih prema proksimalnim dijelovima tijela ili centripetalno u smjeru srca. Količine mobilizirane tkivne tekućine ipak su premale da bi uzrokovale ozbiljnije opterećenje srca ili bubrega. Nakon masaže može nastupiti i tranzitorno povišenje razine mioglobina, kreatinin-kinaze i laktat dehidrogenaze u serumu, što se tumači oštećenjem lokalnih mišićnih struktura pri samoj masaži. Dolazi i do smanjenja laktata, što, uz odstranjenje štetnih tkivnih produkata, uzrokuje redukciju mišićnoga spazma te povećanje mišićne izdržljivosti i smanjenje bolne osjetljivosti mišića. Masažom se podražuju kožni receptori i receptori u superficijalnim skeletnim mišićima koji produciraju impulse koji dosežu leđnu moždinu, a potom mogu modulirati prijenos boli i somatovisceralne reflekse. Ljudi koji su iskusili bilo koji oblik masaže potvrđuju osjećaj relaksacije i dobrog osjećanja koji ona izaziva. Stoga se masaža i primjenjuje u mnogim akutnim i kroničnim bolnim stanjima te u anksioznim stanjima (Babić-Naglić i sur., 2013, str. 129).

Nema sumnje da je čovjek od davnina znao za korisno djelovanje pokreta na mnoga stanja i tjelesne tegobe Ta životna iskustva prenašala su se generacjiski na način da se pokret sve više opravdano i usmjereno aplicirao u svrhu liječenja ili oporavka. U tom smislu svakako je vrijedno spomenuti Hipokrata, koji u svojim djelima ne samo da spominje tjelesno vježbanje, odnosno

medicinsku gimnastiku, nego im pripisuje veliki značaj i korisni učinak, posebice uz primjenu masaže na mnoga stanja i poremećaje (Kosinac, 2008, str. 39).

Programi vježbanja kao što su istezanje, jačanje i joga preporučuju se kao glavna komponenta neinvazivne terapije u tretiranju križobolje jer imaju dugoročnije učinke od manualne terapije. Prema tome, preporučuje se primjena manualne terapije, ali uz adekvatno vježbanje. Europske preporuke za tretiranje kronične boli (*The European Guidelines for Management of Chronic*, NSLBP) preporučuju vježbanje pod nadzorom stručnjaka kao prvi izbor u liječenju križobolje. Općenito, ne može se zaključiti da je jedan tip vježbi učinkovitiji od drugoga niti je utvrđena optimalna doza, intenzitet i frekvencija vježbi. Novija istraživanja pokazuju da rehabilitacijski model u kojem se zajednički primjenjuju manualna terapija i vježbe daju značajno bolje rezultate od njihove pojedinačne primjene. Nadalje, glavna prednost manualne terapije tehnikom yumeiho jest što ju nije potrebno kombinirati s drugim tehnikama s obzirom da se sastoji od metoda masaže (gnječenja i pritiskanja) i metoda manipulacije koštano–zglobnih struktura. Na tragu spomenutoga, istraživanje Kamali i sur. ukazuje da rehabilitacijski model koji uključuje masažu uz vježbe stabilizacije značajno doprinosi smanjenju boli i povećanju funkcionalnosti pokreta u svakodnevici u odnosu na rehabilitacijski model koji je uključivao iste vježbe uz primjenu elektroterapije. Također je zabilježena značajna učinkovitost manualne terapije i vježbi u smanjenju boli i onesposobljenosti pacijenta koji pate od kronične križobolje u odnosu na primjenu uobičajenog liječenja prema preporuci liječnika opće prakse (Gladović, Zavoreo, Trošt Bobić i Bašić Kes, 2019).

Kako se kroz kineziološku znanost proučava i analizira pokret tako se u području kineziterapije koriste te informacije za što bolje dijagnosticiranje određenog stanja pojedinog sustava ljudskog organizma, a time i svrsishodnije programiranje istog. Osnova je svakog dobrog programiranja ispravna dijagnostika postojećeg stanja organizma. Temeljem te činjenice može se na adekvatan način kreirati kineziterapijski program kroz odabir vrste i intenziteta aktivnosti (Ciliga, Trošt Bobić i Petrinović Zekan, 2011). Stoga, testovi koje koristimo pri određivanju statusa u donjem dijelu leđa su: modificirani Thomasov test, test opsega pokreta stražnje strane natkoljenice-Lasegue znak, Ober test, Faber test, test silaženja s povišenja, test stajanja na jednoj nozi uz otklon u suprotnu stranu.

a) AKUTNA FAZA:

Opuštajući položaji:

Slika 12. Modificirani Wiliamsov položaj (osobi je potrebno postaviti jastuke ispod leđa i ispod koljena).

Slika 13. Potrebno je noge podići na povišenje kako bi kut između natkoljenica i tla te natkoljenica i potkoljenica bio 90°.

Slika 14. Ležanje na prsima s abdukcijom i vanjskom rotacijom u kuku 90° u odnosu na trup i fleksija u koljenskom zglobu 90° u odnosu na natkoljenicu.

Slika 15. Ležanje na boku s fleksijom u koljenu, postaviti jastuk između koljena kako bi koljeno bilo iznad razine kuka.

U akutnoj fazi preporuča se i primjena trakcija. Trakcija (*lat. tractio*) pasivna je kineziterapijska metoda koja se sastoji u istezanju određenih dijelova tijela primjenom mehaničke sile. Stvara osjećaj olakšanja pritiska u zglobovima i pokušava odvojiti kralješke i rastegnuti okolna meka tkiva (Jajić, Jajić i sur., 2008, str. 327). Pokazano je da trakcija odvaja kralješke, smanjuje intradiskalni tlak, smanjuje elektromiografsku paraspinalnu aktivnost i povlači materijal uzrokovan hernijom diska. Vjerojatno, trakcija smanjuje veličinu diskus hernije i dekomprimira korijene živaca (Morris, 2006, str. 173).

b) SUBAKUTNA FAZA:

Vježbe istezanja, mobilnosti (postizanje i održavanje fiziološkog opsega pokreta) i disanja:

Slika 16. a) Istezanje donjeg dijela leđa – početni položaj.

Slika 16. b) Istezanje donjeg dijela leđa – završni položaj (istezanje se izvodi na lijevu i na desnu stranu).

Slika 17. a) Uvinuće kralježnice – početni položaj.

Slika 17. b) Uvinuće kralježnice – završni položaj.

Slika 17. c) Uvinuće kralježnice – progresija, završni položaj.

Slika 18. a) Istezanje donjeg dijela leđa – početni položaj.

Slika 18. b) Istezanje donjeg dijela leđa – završni položaj.

Slika 18. c) Istezanje donjeg dijela leđa – progresija, završni položaj.

Slika 19. a) Istezanje stražnje i bočne strane natkoljenice – početni položaj.

Slika 19. b) Istezanje stražnje i bočne strane natkoljenice – završni položaj (pri izvođenju vježbe potrebno je držati kralježnicu u neutralnoj poziciji i spuštati prsa prema koljenu prednje noge).

Slika 20. Istezanje glutealnih mišića.

Slika 21. Istezanje m. iliopsoas (prilikom izvođenja istezanja potrebno je podvući zdjelicu).

Slika 22. Istezanje i jačanje mišića noge (izvođenje plantarne ekstenzije i dorzalne fleksije) – progresija: potpuno opružena noga u koljenu.

Slika 23. a) Vježba mobilnosti kralježnice – početni položaj.

Slika 23. b) Vježba mobilnosti kralježnice – potpuna fleksija kralježnice.

Slika 23. c) Vježba mobilnosti kralježnice – potpuna ekstenzija kralježnice.

Slika 24. a) Vježba mobilnosti kralježnice – početni položaj.

Slika 24. b) Vježba mobilnosti kralježnice – završni položaj (vježba se izvodi na lijevu i na desnu stranu, potrebno je držati koljena i stopala spojeno).

Slika 24. c) Vježba mobilnosti kralježnice – početni položaj (varijanta sa stopalima u širini kukova).

Slika 25. a) Vježba mobilnosti kralježnice – početni položaj (varijanta s postavljanjem pete jednog stopala na prste drugog stopala).

Slika 25. b) Vježba mobilnosti kralježnice – završni položaj.

Slika 26. Vježba mobilnosti kralježnice – završni položaj (početni položaj: ležanje na leđima, noge pružene na tlu u širini kukova).

Slika 27. a) Vježba abdominalnog disanja – početni položaj.

Slika 27. b) Vježba abdominalnog disanja – završni položaj (vježba se izvodi na način da se podvuče zdjelica te se laktovima upire u pod i gura prema dolje).

Slika 28. a) Vježba aktivacije mišića nogu – početni položaj.

Slika 28. b) Vježba aktivacije mišića nogu – završni položaj (potrebno je pritisnuti cijelu kralježnicu u pod te izvoditi plantarnu ekstenziju i dorzalnu fleksiju).

Slika 29. a) Vježba za razvoj stabilnosti, bočni upor na laktu i koljenu – početni položaj.

Slika 29. b) Vježba za razvoj stabilnosti, bočni upor na laktu i koljenu – završni položaj.

Slika 29. c) Vježba za razvoj stabilnosti, bočni upor na laktu – početni položaj (progresija).

Slika 29. d) Vježba za razvoj stabilnosti, bočni upor na laktu – završni položaj (progresija).

Slika 29. e) Vježba za razvoj stabilnosti, bočni upor na dlanu – završni položaj (progresija).

Slika 30. a) Vježba za razvoj stabilnosti, upor na podlakticama – završni položaj.

Slika 30. b) Vježba za razvoj stabilnosti, upor na dlanovima – završni položaj (progresija).

Slika 31. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 31. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 32. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 32. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 32. c) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj (progresija).

Slika 33. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 33. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 34. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 34. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 34. c) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj (progresija).

Slika 35. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 35. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 35. c) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj (progresija).

Slika 36. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 36. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 36. c) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj (progresija).

Slika 37. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 37. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 38. a) Vježba za razvoj jakosti glutealnih mišića – početni položaj.

Slika 38. b) Vježba za razvoj jakosti glutealnih mišića – završni položaj.

Slika 39. a) Vježba za razvoj jakosti trbušnih mišića – početni položaj.

Slika 39. b) Vježba za razvoj jakosti trbušnih mišića – završni položaj.

Slika 40. a) Vježba za razvoj jakosti trbušnih mišića – početni položaj.

Slika 40. b) Vježba za razvoj jakosti trbušnih mišića – završni položaj.

Slika 41. a) Vježba za razvoj koordinacije – početni položaj.

Slika 41. b) Vježba za razvoj koordinacije – završni položaj.

Slika 42. a) Vježba za razvoj koordinacije i stabilnosti – početni položaj.

Slika 42. b) Vježba za razvoj koordinacije i stabilnosti – završni položaj.

Slika 42. c) Vježba za razvoj koordinacije i stabilnosti – početni položaj.

Slika 42. d) Vježba za razvoj koordinacije i stabilnosti – završni položaj.

c) KRONIČNA FAZA:

Sve vježbe koje se primjenjuju u subakutnoj fazi mogu se primjenjivati i u kroničnoj fazi s progresijom opterećenja i intenziteta vježbi. U kroničnoj fazi primarno se primjenjuju vježbe jačanja globalnih i lokalnih stabilizatora te vježbe za uspostavljanje koordiniranog rada globalnih i lokalnih stabilizatora kralježnice.

Slika 43. a) Vježba jačanja mišića trbuha – početni položaj.

Slika 43. b) Vježba jačanja mišića trbuha – završni položaj.

Slika 44. a) Vježba jačanja mišića trbuha – početni položaj.

Slika 44. b) Vježba jačanja mišića trbuha – završni položaj.

Slika 44. c) Vježba jačanja mišića trbuha – završni položaj (progresija).

Slika 45. a) Vježba jačanja mišića trbuha – početni položaj.

Slika 45. b) Vježba jačanja mišića trbuha – završni položaj (vježba se izvodi uz izgovaranje dugog slova "S" te se kao progresija mogu dodati brzi i kratki pokreti pruženim rukama gore-dolje).

Slika 46. a) Vježba jačanja mišića trbuha, razvoja stabilizacije i ravnoteže – početni položaj.

Slika 46. b) Vježba jačanja mišića trbuha, razvoja stabilizacije i ravnoteže – završni položaj.

Slika 47. a) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – početni položaj.

Slika 47. b) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – završni položaj.

Slika 47. c) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – završni položaj (progresija).

Slika 48. a) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – početni položaj.

Slika 48. b) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – završni položaj.

Slika 49. a) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – početni položaj.

Slika 49. b) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – završni položaj.

Sve vježbe se izvode 12 do 15 ponavljanja u tri do pet serija. Stabilizacijske vježbe se izvode 30 do 45 sekundi, a vježbe istezanja, statičkog istezanja 30 do 120 sekundi u tri do pet ponavljanja. Mišićnu kontrakciju je potrebno zadržati minimalno šest sekundi.

Nadalje, osobe s bolovima u donjem djelu leđa za vrijeme akutne faze zauzimaju antalgične položaje zato što je u takvim položajima osjećaj boli manji. Iz tog razloga vrlo je bitno podučiti ih zauzimanju i održavanju pravilne posture tijela.

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. 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 (Grazio i sur., 2014).

Istraživači dolaze do zaključka da je važna strategija izbjegavanja bolova u donjem dijelu leđa tijekom sjedenja mijenjanje posture. Dugo zadržavnje iste posture dovodi do statičkog opterećenja mekih tkiva, što na kraju može uzrokovati nelagodu. Još uvijek je sjedenje povezano s nakupljanjem metabolita, što ubrzava degeneraciju diska što dovodi do hernije diska. Stoga bi trebalo izbjegavati statičke položaje, a radnicima koji obavljaju svoj posao sjedeći se savjetuje da često mijenjaju položaj, te da u svoje rutine rada uključuju razdoblja stajanja i hodanja. Stalna promjena posture uzrokuje opterećenje različitih tkiva, čime se osigurava da nijedno tkivo ne bude podvrgnuto dugim periodima statičkog opterećenja (Morris, 2006, str. 79).

Najvažnija stvar na početku i na kraju svake rehabilitacije je edukacija pacijenata o postojećem stanju kako bi osobe što bolje prihvatile svoje nedostatke te sukladno s tim promijenile i svoj dosadašnji način života. 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 (Grazio i sur., 2014).

7. ZAKLJUČAK

U ovakvim stanjima, neminovno je važan multidisciplinirani pristup liječenju, iz razloga što jedna disciplina nije u mogućnosti pružiti sve potrebno za cjeloviti oporavak. Dakle bitna je sinergija, kako tvrdi Milanović (2013): "Sinergija jednostavno znači da je cjelina veća od zbroja dijelova" (str. 53). Fizikalna terapija i rehabilitacija je izuzetno bitna u prvim fazama rehabilitacije, akutnoj fazi. Nadalje, edukacija osoba s poteškoćama je neizbježna, osobe se moraju naučiti živjeti s "novim stanjem".

U ovom slučaju poboljšanje je nastupilo u trenutku kada se u potpunosti prilagodio kineziterapijski plan i program, odnosno kada su se pojedine vježbe individualizirale prema potrebama/poteškoćama pacijentice. Vježbe su "kruna" svake dobro odrađene fizikalne rehabilitacije, jedno bez drugoga ne ide, pogotovo bez vježbanja. U ovakvim stanjima kontinuirano vježbanje je neizbježno u vidu permanentnog održavanja tjelesnog fitnesa i sprječavanju čestih recidiva jer ljudsko tijelo je podložno mngobrojnim fiziološkim i biomehaničkim promjenama. Ljudska kralježnica je živuća, rastuća struktura koja samostalno zacjeljuje i na fiziološki smislen način prilagođava se vanjskim podražajima. Kosti mogu rasti i deformirati se, diskovi mogu upijati vodu ili biti podložni degenerativnim promjenama, ligament mogu mijenjati duljinu, a mišići se jako razlikuju u veličini i obliku (Morris, 2006, str. 80).

Ukoliko bi se više pažnje pridavalo individualizaciji vježbi, individualizaciji kineziterapijskog plana i programa zasigurno bi se uvelike smanjio sveukupni trošak zdravstvenog sustava.

Na kraju, čini se da su sindromi u donjem dijelu leđa više od biopsihosocijalnog problema, već sociološki kompleks u kojem se populacija kreće, djeluje ili razmišlja kao grupa (Morris, 2006, str. 13).

8. LITERATURA

Babić-Naglić, Đ. i sur. (2013). *Fizikalna i rehabilitacijska medicina.* Zagreb: Medicinska naklada.

Bašić Kes, V. i sur. (2015). *Neuroimunologija.* Zagreb: Medicinska naklada.

Bašić-Kes, V., Zavoreo, I., Bosnar-Puretić, M., Ivanković, M., Bitunjac, M., Govori, V. i Demarin, V. (2009). Neuropathic pain. *Acta Clin Croat,* 48(3), 359-365. Dostupno na https://www.researchgate.net/publication/40893312_Neuropathic_pain.

Brumagne, S., Diers, M., Danneels, L., Moseley, L. G. i Hodges, P. W. (2019). Neuroplasticity of Sensorimotor Control in Low Back Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy,* 49(6), 402-414. Dostupno na https://www.jospt.org/.

Brumagne, S., Dolan, P. i Pickar, J. G. (2013). What is the relation between proprioception and low back pain? U P. W. Hodges, J. Cholewicki i J. H. Van Dieën (ur.), *Spinal Control: The Rehabilitation of Back Pain, State of the Art and Science* (str. 219-230). Toronto: Churchill Livingstone Elsevier.

Brumagne, S., Janssens, L., Claeys, K. i Pijnenburg, M. (2013). Altered variability in proprioceptive postural strategy in people with recurrent low back pain. U P. W. Hodges, J. Cholewicki i J. H. Van Dieën (ur.), *Spinal Control: The Rehabilitation of Back Pain, State of the Art and Science* (str. 135-144). Toronto: Churchill Livingstone Elsevier.

Ciliga, D., Trošt Bobić, T. i Petrinović Zekan, L. (2011). Dijagnostika u kineziterapiji. *20. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske,* 58-63. Dostupno na https://www.hrks.hr/skole/20_ljetna_skola/58-63-Ciliga.pdf.

Demarin, V., Bašić Kes, V. i sur. (2011). *Glavobolja i druga bolna stanja.* Zagreb: Medicinska naklada.

Demarin, V., Bašić-Kes, V., Zavoreo, I., Bosnar-Puretić, M., Rotim, K., Lupret, V., … Rundek, T. (2008). Recommendations for neuropathic pain treatment. *Acta Clin Croat,* 47(3), 181-191. Dostupno na

https://www.researchgate.net/publication/23955358_Recommendations_for_neuropathic_pain_treatment.

Fras, B. (2018). *Klinička slika i liječenje lumboishijalgije* (diplomski rad). Preuzeto s: https://repozitorij.mef.unizg.hr/islandora/object/mef%3A1832/datastream/PDF/view 04.07.2020.

Gilroy, A. M., MacPherson, B. R. i Ross, L. M. (ur.). (2011). *Anatomski atlas s latinskim nazivljem.* Zagreb: Medicinska naklada.

Gladović, N., Zavoreo, I., Trošt Bobić, T. i Bašić Kes, V. (2019). Razlike u učinkovitosti standardnog fizikalnog tretmana u odnosu na manualnu terapiju yumeiho tehnikom i vježbama u bolesnika s kroničnom nespecifičnom križoboljom. *Acta Med Croatica,* 73, 159-165. Dostupno na https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=327643.

Grazio, S., Grgurević, L., Vlak, T., Perić, P., Nemčić, T., Schnurrer Luke Vrbanić, T., … Ćurković, B. (2014). Medicinske vježbe za bolesnike s kroničnom križoboljom. *Liječnički vjesnik*, Vol. 136 No. 9-10, 278-290. Dostupno na https://hrcak.srce.hr/172636.

Grbavac, Ž. (1997). *Neurologija.* Zagreb: "A. G. Matoš" d.d.

https://www.goodhousekeeping.com/health/a31448807/what-is-sedentary-lifestyle/ – s mreže preuzeto 22.06.2020.

https://www.lifespanfitness.com/workplace/resources/articles/health-risks-of-a-sedentary-lifestyle – s mreže preuzeto 22.06.2020.

https://www.nakladaslap.com/public/docs/knjige/Jalsovec-Anatomija%201.pdf – s mreže preuzeto 04.07.2020.

https://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/ - s mreže preuzeto 19.05.2020.

https://www.who.int/medicines/areas/priority_medicines/BP6_24LBP.pdf. – s mreže preuzeto 06.07.2020.

https://www.who.int/mediacentre/news/releases/release23/en/ – s mreže preuzeto 22.06.2020.

https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions – s mreže preuzeto 06.05.2020.

https://www.yumpu.com/xx/document/read/23309349/kinetika-2-2012-2013-kinezioloski-fakultet-sveuciliste-u-zagrebu – s mreže preuzeto 28.06.2020.

Jajić, I., Jajić, Z. i sur. (2008). *Fizikalna i rehabilitacijska medicina: osnove i liječenje.* Zagreb: Medicinska naklada.

Klarica, M. (2017). *Lumbalni bolni sindrom* (diplomski rad). Preuzeto s: https://repozitorij.kif.unizg.hr/islandora/object/kif%3A472/datastream/PDF/view.

Kosinac, Z. (2008). *Kineziterapija sustava za kretnje.* Zagreb: Gopal.

Kosinac, Z. (2006). *Kineziterapija: tretmani poremećaja i bolesti organa i organskih sustava.* Split: Tiskara MAJUMI d.o.o. i Udruga za šport i rekreaciju djece i mladeži grada Splita.

Marković, G., i Bradić, A. (2008). *Nogomet - Integralni kondicijski trening.* Zagreb: Udruga "Tjelesno vježbanje i zdravlje".

Milanović, D. (2013). *Teorija treninga - Kineziologija sporta.* Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Mišigoj-Duraković, M. i sur. (2018). *Tjelesno vježbanje i zdravlje*. Zagreb: Znanje.

Morris, E. C. (2006). *Low Back Syndromes: Integrated Clinical Management*. Michigan: McGraw-Hill Education / Medical.

Traeger, A. C., Buchbinder, R., Elshaug, A. G., Croft, P. R. i Maher, C. G. (2019). Care for low back pain: can health systems deliver? *Bull World Health Organ*, 97, 423-433. doi: http://dx.doi.org/10.2471/BLT.18.226050.

Woolf, A. D. i Pfleger, B. (2003). Burden of major musculoskeletal conditions. *Bulletin of the World Health Organization,* 81(9), 646-656. Dostupno na https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/72057/bulletin_2003_81%289%29_646-656.pdf?sequence=1&isAllowed=y

9. PRILOZI

Slika 1. Ključne poruke iz šest međunarodnih kliničkih smjernica za upravljanje bolovima u donjem dijelu leđa. Preuzeto od Traeger, A. C., Buchbinder, R., Elshaug, A. G., Croft, P. R. i Maher, C. G. (2019). Care for low back pain: can health systems deliver? Bull World Health Organ, 97, 423-433. doi: http://dx.doi.org/10.2471/BLT.18.226050.

Slika 2. Područja kralježnice. Preuzeto od Gilroy, A. M., MacPherson, B. R. i Ross, L. M. (ur.). (2011). Anatomski atlas s latinskim nazivljem. Zagreb: Medicinska naklada, str. 2.

Slika 3. Koštani kralježnični stup. Preuzeto od Gilroy, A. M., MacPherson, B. R. i Ross, L. M. (ur.). (2011). Anatomski atlas s latinskim nazivljem. Zagreb: Medicinska naklada, str. 2.

Slika 4. Discus intervertebralis u kralježnici. Preuzeto od Gilroy, A. M., MacPherson, B. R. i Ross, L. M. (ur.). (2011). Anatomski atlas s latinskim nazivljem. Zagreb: Medicinska naklada, str. 12.

Slika 5. Odnos intervertebralne ploče prema otvoru, foramen vertebrale. Preuzeto od Gilroy, A. M., MacPherson, B. R. i Ross, L. M. (ur.). (2011). Anatomski atlas s latinskim nazivljem. Zagreb: Medicinska naklada, str. 12.

Slika 6. Prikaz kralježnice s intervertebralnim diskovima. Prerađeno prema https://www.google.com/search?q=protruzija,+prolaps,+degenerativne+promjene&rlz=1C1AVFC_enHR819HR819&hl=hr&sxsrf=ALeKk03eGiLTj18VwIIWE424DKD1SiDCVw:1593888177125&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiQwe-UoLTqAhXoxIsKHUmxBdYQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1536&bih=722&dpr=1.25#imgrc=vtMRABfXrdMU1M&imgdii=xOFrypCkaq1UIM, s mreže preuzeto 04.07.2020.

Slika 7. Dijagram opterećenja slabinske kralješnice u različitim položajima tijela. Preuzeto od Pećina, M. i sur. (1992). Sindromi prenaprezanja sustava za kretanje, Zagreb: Globus, str. 79.

Slika 8. Dijagram opterećenja slabinske kralješnice pri nekim dinamičkim vježbama. Preuzeto od Pećina, M. i sur. (1992). Sindromi prenaprezanja sustava za kretanje, Zagreb: Globus, str. 83.

Slika 9. Shema lokalnih (A) i globalnih (B) mišića slabinsko-zdjelične regije. Preuzeto od Morris, E. C. (2006). Low Back Syndromes: Integrated Clinical Management. Michigan: McGraw-Hill Education / Medical, str. 128.

Slika 10. Doživljaj boli. Preuzeto od Demarin, V., Bašić Kes, V. i sur. (2011). Glavobolja i druga bolna stanja. Zagreb: Medicinska naklada, str. 15.

Slika 11. Biopsihosocijalni model onesposobljavajuće boli. Preuzeto od Morris, E. C. (2006). Low Back Syndromes: Integrated Clinical Management. Michigan: McGraw-Hill Education / Medical, str. 13.

Slika 12. Modificirani Wiliamsov položaj (osobi je potrebno postaviti jastuke ispod leđa i ispod koljena).

Slika 13. Potrebno je noge podići na povišenje kako bi kut između natkoljenica i tla te natkoljenica i potkoljenica bio 90°.

Slika 14. Ležanje na prsima s abdukcijom i vanjskom rotacijom u kuku 90° u odnosu na trup i fleksija u koljenskom zglobu 90° u odnosu na natkoljenicu.

Slika 15. Ležanje na boku s fleksijom u koljenu, postaviti jastuk između koljena kako bi koljeno bilo iznad razine kuka.

Slika 16. a) Istezanje donjeg dijela leđa – početni položaj.

Slika 16. b) Istezanje donjeg dijela leđa – završni položaj (istezanje se izvodi na lijevu i na desnu stranu).

Slika 17. a) Uvinuće kralježnice – početni položaj.

Slika 17. b) Uvinuće kralježnice – završni položaj.

Slika 17. c) Uvinuće kralježnice – progresija, završni položaj.

Slika 18. a) Istezanje donjeg dijela leđa – početni položaj.

Slika 18. b) Istezanje donjeg dijela leđa – završni položaj.

Slika 18. c) Istezanje donjeg dijela leđa – progresija, završni položaj.

Slika 19. a) Istezanje stražnje i bočne strane natkoljenice – početni položaj.

Slika 19. b) Istezanje stražnje i bočne strane natkoljenice – završni položaj (pri izvođenju vježbe potrebno je držati kralježnicu u neutralnoj poziciji i spuštati prsa prema koljenu prednje noge).

Slika 20. Istezanje glutealnih mišića.

Slika 21. Istezanje m. iliopsoas (prilikom izvođenja istezanja potrebno je podvući zdjelicu).

Slika 22. Istezanje i jačanje mišića noge (izvođenje plantarne ekstenzije i dorzalne fleksije) – progresija: potpuno opružena noga u koljenu.

Slika 23. a) Vježba mobilnosti kralježnice – početni položaj.

Slika 23. b) Vježba mobilnosti kralježnice – potpuna fleksija kralježnice.

Slika 23. c) Vježba mobilnosti kralježnice – potpuna ekstenzija kralježnice.

Slika 24. a) Vježba mobilnosti kralježnice – početni položaj.

Slika 24. b) Vježba mobilnosti kralježnice – završni položaj (vježba se izvodi na lijevu i na desnu stranu, potrebno je držati koljena i stopala spojeno).

Slika 24. c) Vježba mobilnosti kralježnice – početni položaj (varijanta sa stopalima u širini kukova).

Slika 25. a) Vježba mobilnosti kralježnice – početni položaj (varijanta s postavljanjem pete jednog stopala na prste drugog stopala).

Slika 25. b) Vježba mobilnosti kralježnice – završni položaj.

Slika 26. Vježba mobilnosti kralježnice – završni položaj (početni položaj: ležanje na leđima, noge pružene na tlu u širini kukova).

Slika 27. a) Vježba abdominalnog disanja – početni položaj.

Slika 27. b) Vježba abdominalnog disanja – završni položaj (vježba se izvodi na način da se podvuče zdjelica te se laktovima upire u pod i gura prema dolje).

Slika 28. a) Vježba aktivacije mišića nogu – početni položaj.

Slika 28. b) Vježba aktivacije mišića nogu – završni položaj (potrebno je pritisnuti cijelu kralježnicu u pod te izvoditi plantarnu ekstenziju i dorzalnu fleksiju).

Slika 29. a) Vježba za razvoj stabilnosti, bočni upor na laktu i koljenu – početni položaj.

Slika 29. b) Vježba za razvoj stabilnosti, bočni upor na laktu i koljenu – završni položaj.

Slika 29. c) Vježba za razvoj stabilnosti, bočni upor na laktu – početni položaj (progresija).

Slika 29. d) Vježba za razvoj stabilnosti, bočni upor na laktu – završni položaj (progresija).

Slika 29. e) Vježba za razvoj stabilnosti, bočni upor na dlanu – završni položaj (progresija).

Slika 30. a) Vježba za razvoj stabilnosti, upor na podlakticama – završni položaj.

Slika 30. b) Vježba za razvoj stabilnosti, upor na dlanovima – završni položaj (progresija).

Slika 31. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 31. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 32. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 32. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 32. c) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj (progresija).

Slika 33. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 33. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 34. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 34. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 34. c) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj (progresija).

Slika 35. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 35. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 35. c) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj (progresija).

Slika 36. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 36. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 36. c) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj (progresija).

Slika 37. a) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – početni položaj.

Slika 37. b) Vježba za razvoj jakosti mišića leđa – završni položaj.

Slika 38. a) Vježba za razvoj jakosti glutealnih mišića – početni položaj.

Slika 38. b) Vježba za razvoj jakosti glutealnih mišića – završni položaj.

Slika 39. a) Vježba za razvoj jakosti trbušnih mišića – početni položaj.

Slika 39. b) Vježba za razvoj jakosti trbušnih mišića – završni položaj.

Slika 40. a) Vježba za razvoj jakosti trbušnih mišića – početni položaj.

Slika 40. b) Vježba za razvoj jakosti trbušnih mišića – završni položaj.

Slika 41. a) Vježba za razvoj koordinacije – početni položaj.

Slika 41. b) Vježba za razvoj koordinacije – završni položaj.

Slika 42. a) Vježba za razvoj koordinacije i stabilnosti – početni položaj.

Slika 42. b) Vježba za razvoj koordinacije i stabilnosti – završni položaj.

Slika 42. c) Vježba za razvoj koordinacije i stabilnosti – početni položaj.

Slika 42. d) Vježba za razvoj koordinacije i stabilnosti – završni položaj.

Slika 43. a) Vježba jačanja mišića trbuha – početni položaj.

Slika 43. b) Vježba jačanja mišića trbuha – završni položaj.

Slika 44. a) Vježba jačanja mišića trbuha – početni položaj.

Slika 44. b) Vježba jačanja mišića trbuha – završni položaj.

Slika 44. c) Vježba jačanja mišića trbuha – završni položaj (progresija).

Slika 45. a) Vježba jačanja mišića trbuha – početni položaj.

Slika 45. b) Vježba jačanja mišića trbuha – završni položaj (vježba se izvodi uz izgovaranje dugog slova “S” te se kao progresija mogu dodati brzi i kratki pokreti pruženim rukama gore-dolje).

Slika 46. a) Vježba jačanja mišića trbuha, razvoja stabilizacije i ravnoteže – početni položaj.

Slika 46. b) Vježba jačanja mišića trbuha, razvoja stabilizacije i ravnoteže – završni položaj.

Slika 47. a) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – početni položaj.

Slika 47. b) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – završni položaj.

Slika 47. c) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – završni položaj (progresija).

Slika 48. a) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – početni položaj.

Slika 48. b) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – završni položaj.

Slika 49. a) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – početni položaj.

Slika 49. b) Vježba za razvoj stabilizacije i ravnoteže – završni položaj.