

# Utjecaj dinamičke neuromišićne stabilizacije na prvenciju i rehabilitaciju lumbalnih bolnih sindroma

---

**Patrlj, Mateo**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:751951>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-06-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**  
**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ KINEZIOLOGIJE**

Zavod za antropološku kineziologiju i zdravlje

**Utjecaj dinamičke neuromišićne stabilizacije na  
prevenciju i rehabilitaciju lumbalnih bolnih  
sindroma**

DIPLOMSKI RAD

Student:

Mateo Patrlj

Mentor:

Prof. Dr. sc. Jelena Paušić

Split, 2021.

## Sadržaj

1. UVOD .....	4
2. LUMBALNI BOLNI SINDROMI .....	6
2.1. Anatomija kralješnice.....	6
2.2. Anatomija zdjelice i kuka.....	7
2.3. Torakolumbalna fascija i njena važnost za zdravlje kralješnice .....	8
2.4. Postura i posturalni deformiteti kralješnice.....	8
2.5. Klasifikacija ozljeda kralješnice i lumbalnih bolnih sindroma .....	9
2.5.1. Ozljede mišića i mekih tkiva.....	9
2.5.2. Ozljede zglobova, kostiju i vezivnih tkiva .....	10
2.5.2.1. Artritis .....	10
2.5.2.2. Fibromialgija i miofascijalni bolni sindrom.....	11
2.5.2.3. Osteoporoza.....	12
2.5.3. Patologija intervertebralnog diska.....	12
2.5.4 Patologija facetnog (zygapophysealnog) zgloba.....	13
3. DINAMIČKA NEUROMUSKULARNA STABILIZACIJA .....	14
3.1. Uvod u DNS .....	14
3.2. Stabilnost trupa i obrazac disanja.....	14
3.3. Faze razvoja motoričkih obrazaca.....	17
4. POVEZNICA DNS-A I LUMBALNIH BOLNIH SINDROMA .....	21
5. ZAKLJUČAK .....	25
6. LITERATURA .....	26

## **SAŽETAK**

Bolovi u donjem dijelu leđa danas su svakodnevica. Smatra se da 80% posto stanovništva barem jednom u životu doživi bolove u leđima. Dinamička neuromišićna rehabilitacija je koncept nastao na znanstvenim principima razvojne kineziologije zdravog djeteta, a njegova svrha je ispravljanje krivih obrazaca pokreta i rehabilitacija ozljeda. U ovom radu prikazan je pozitivan utjecaj Dinamičke neuromišićne stabilizacije na prevenciju i rehabilitaciju lumbalnih bolnih sindroma.

**Ključne riječi:** DNS, IAP, stabilnost kralješnice, jezgra, trup, paravertebralni mišići, bol u donjem dijelu leđa

## **ABSTRACT**

Low back pain is commonplace today. It is estimated that 80% of the population experiences back pain at least once in their lifetime. Dynamic neuromuscular rehabilitation is a concept based on the scientific principles of developmental kinesiology of a healthy child, and its purpose is to correct wrong movement patterns and rehabilitation of injuries. This paper presents the positive impact of Dynamic Neuromuscular Stabilization on the prevention and rehabilitation of lumbar pain syndromes.

Key words: DNS, IAP, spine stability, core, trunk, paravertebral muscles, low back pain

## 1. UVOD

Bol u lumbalnom dijelu leđa je vrlo čest zdravstveni problem u Republici Hrvatskoj i svijetu, a glavni je uzrok narušavanja čovjekovog zdravog načina života. Od lumbalnih bolnih sindroma (LBS) pate ljudi raznih dobnih skupina, od djece pa do starijih osoba, a vrlo je čest razlog medicinskih intervencija. Bol u donjem dijelu leđa prosječno barem jednom osjeti 80% stanovništva (Andersson, 1999). Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO), prevalencija bolnih leđa je 60-70% u industrijski razvijenim zemljama. Prevalencija raste i dostiže vrh u dobi od 35-55 godina.

Analiza podataka iz Centralnog zdravstvenog informacijskog sustava Republike Hrvatske (CEZIH) iz 2019. godine navodi zabrinjavajuće podatke koji su povezani sa bolovima u leđima. U 2018. godini, u djelatnosti opće/obiteljske medicine izdano je preko 10.647.017 uputnica. Djelatnosti na koje se upućuju pacijenti vezane za bolove u leđima su radiologija, ultrazvuk i fizikalna medicina i rehabilitacija, a ukupno čine udio od 18,32% od ukupno izdanih uputnica. Bolovi u leđima/dorzalgija je jedna od 12 najčešćih uputnih dijagnoza od strane obiteljske medicine, a čini 4,27% udjela od ukupnog postotka izdanih uputnica.

Dorzalgija je također vodeći uzrok ograničavanja aktivnosti i izostanka sa posla u većini svijeta, namećući veliko ekonomsko opterećenje pojedincima, obiteljima, zajednicama, industriji i vladama. U Europi je provedeno nekoliko studija kako bi se procijenio socijalni i ekonomski utjecaj bolova u leđima. U Ujedinjenom Kraljevstvu bolovi u leđima identificirani su kao najčešći uzrok invaliditeta kod mladih odraslih osoba, s više od 100 milijuna radnih dana izgubljenih godišnje. U Švedskoj su bolovi u leđima doveli do četiri puta većeg smanjenja broja radnih dana, sa 7 milijuna u 1980. na 28 milijuna do 1987. godine.

U Sjedinjenim Državama godišnje se zbog bolova u leđima izgubi oko 149 milijuna radnih dana, s ukupnim troškovima od 100 do 200 milijardi USD godišnje.

Danas se bolovi u leđima većinom rješavaju analgeticima. Alternativne metode uključuju fizikalnu terapiju, kineziterapiju te razne vrste manualnih terapija i manipulacije kralješnicom.

Zbog sve veće potrebe za kvalitetnom rehabilitacijom ne samo bolnih leđa, već i svih mišićno-koštanih oboljenja, stručnjaci i znanstvenici diljem svijeta u potrazi su za pronalaskom različitih

praktičnih načina liječenja bolnih stanja.

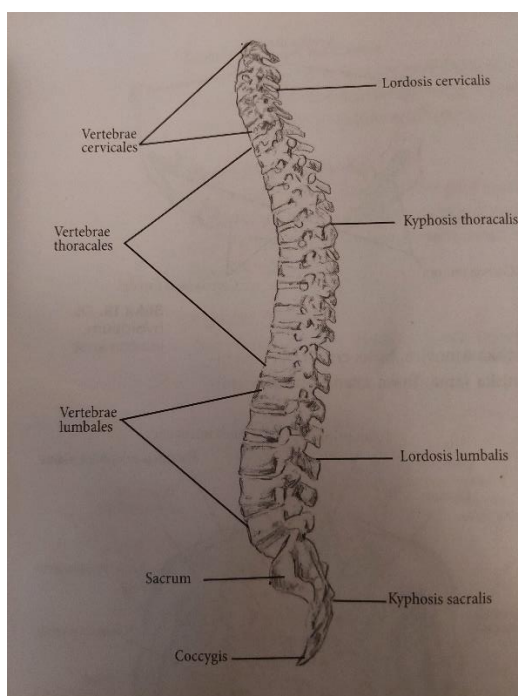
Dinamička neuromišićna stabilizacija (DNS) je jedan od novijih principa koji se danas provode u svakodnevnoj rehabilitaciji i edukaciji pacijenata/klijenata. Nastao je u Češkoj, a začetnik je fizioterapeut dr.sc. Pavel Kolar. DNS je inovativni princip rada koji je efikasan u rehabilitaciji bolnih stanja, a također je svoje mjesto pronašao i u kondicijskoj pripremi sportaša.

## 2. LUMBALNI BOLNI SINDROMI

### 2.1. Anatomija kralješnice

Da bismo shvatili pozadinu nastanka ozljeda lumbalne regije te znali rehabilitacijskim vježbama utjecati na pravilan oporavak, potrebno je poznavati anatomiju struktura koje se povezuju nastankom LBS-a.

Kralješnica, (lat. columna vertebralis) je čvrst, u većem dijelu pokretljiv, šupalj koštani stup sastavljen od 32 ili 33 kralješka (lat. vertebrae). Kralješci se dijele na: 7 vratnih, 12 prsnih, 5 slabinskih, 5 sakralnih te 3-4 trtična kralješka.



*Slika 1. Kostur kralješnice – pogled bočno (izvor: Ostojić i sur. Anatomija čovjeka, 2013)*

Šupljine svih kralježaka čine kralješničnu cijev, canalis vertebralis. Kroz tu šupljinu prolazi kralješnična moždina. Kralješnica također ima svoje fiziološke zakrivljenosti, ovisno o pojedinoj regiji – lordosis cervicalis, kyphosis thoracalis, lordosis lumbalis i kyphosis sacralis.

Između trupova susjednih kralježaka nalaze se vezivno-hrskavične ploče, disci intervertebrale. Intervertebralni diskusi imaju vanjski čvrsti vezivni prsten, annulus fibrosus i središnji želatinozni dio, nucleus pulposus. Krivi biomehanički obrasci kralježaka često su uzrok nastajanja degeneracije diska i curenje nucleus pulposusa. Želatinozna tekućina zatim pritišće susjedni živac, a to uvjetuje pojavom boli u određenom dijelu kralješnice ili drugom dijelu tijela.



Zglobni nastavci gornjeg i donjeg kralješka tvore zglobove, koji se zovu articulationes zygapophyseales, poznatiji kao „facetni zglobovi“. Pokreti koji se vrše u tom zglobu su fleksija, ekstenzija, laterofleksija i rotacija. Nepravilan biomehanički pokret u tim zglobovima jedan je od najčešćih uzroka ozljede i bolova u leđima.

Mišići kralješnice, kojih ima jako mnogo, odgovorni su za uspravan položaj kralješnice te pokret ekstenzije trupa. U određenoj mjeri vrše pokret rotacije i laterofleksije. Površinski dio leđnih mišića čini mišić *musculus erector spinae*, koji se sastoji od tri dijela mišića – *iliocostalis*, *longissimus* i *spinalis*. Duboki dio leđnih mišića čine *musculi transferzospinalis*, grupa mišića koju čine *multifidus*, *semispinalis* i *rotatores*. Ova grupa mišića je efikasna u rotaciji kralješnice. Zadnja dva, također duboka mišića zovu se *interspinales* i *intertransversarii*.

## 2.2. Anatomija zdjelice i kuka

Zdjelica (lat. *pelvis*) se sastoji od mnogo kostiju nepravilnog oblika koje srastu u sredini čvrste zglobne udubine, *acetabulum*. Glava bedrene kosti (lat. *caput femoris*) uzglobljava se s *acetabulumom*, tvoreći tako zglob kuka. Sastavnice zdjelične kosti su: *os ilium* (bočna kost), *os ischii* (sjedna kost) i *os pubis* (preponska kost). Obje bočne kosti se povezuju se sa križnom kosti, *os sacrum*, tako tvoreći sakroilijakalni zglob (lat. *articulatio sacroiliaca*).

Sakroilijakalni zglob je od presudne važnosti za optimalnu stabilizaciju donjeg dijela leđa, pošto se preko njega spajaju i hvatišta raznih mišića te se transferira sila gornjih i donjih udova, s jednih na druge. Sakroilijakalni ligament dopušta male pokrete klizanja. Međutim, ovi pokreti su od iznimne važnosti za pravilan hod. Od mnoštva ligamenata možemo izdvojiti *lig. sacrospinale* i *lig. sacrotuberale*, koji povezuju križnu kost sa zdjeličnom kosti.

Zdjelični mišići su u velikoj mjeri i mišići zgloba kuka, pošto se polazišta i hvatišta tih mišića isprepleću na zdjeličnoj i natkoljeničnoj kosti. Postoje mišići pregibači: *m. psoas major*, *m. psoas minor*, *m. iliacus* te duga glava *m. rectus femoris*. Od mišića opružaca kuka postoje mišići glutealne regije (*maximus*, *medius* i *minimus*) i mišići stražnje strane natkoljenice (*biceps femoris*, *semimembranosus* i *semitendinosus*). Pokrete odmicanja kuka čine također mišići glutealne regije te *m. tensor fasciae latae*, koji je odgovoran i za pokret unutarnje rotacije. Vanjsku rotaciju čine mišići glutealne regije uz duboke male rotatorne mišiće: *obturator externus*, *gemellus superior* i *inferior* i *piriformis*. Potonji je vrlo često razlog boli koji se proteže od donjeg dijela leđa pa sve

do stopala, pošto zbog svog anatomskeg položaja može inervirati nervus ischiadicus. Preponski mišići vrše pokret primicanja kuka, a također i unutarnje rotacije.

Zglob kuka povezuje zdjelicu s bedrenom kosti. Glava bedrene kosti (caput femoris) se uzgobljava sa konkavnom šupljinom zdjelice, takozvanim acetabulumom. Zglob je pojačan s tri ligamena: lig. iliofemorale, pubofemorale i ischiofemorale. Pokreti koji se događaju u zglobu kuka su fleksija, ekstenzija, abdukcija, addukcija te unutarnja i vanjska rotacija.

### 2.3. Torakolumbalna fascija i njena važnost za zdravlje kralješnice

Jedna od vrlo često zanemarenih struktura tijela, a čija optimalna ili oštećena funkcija može utjecati na zdravlje leđa je torakolumbalna fascija (TLF). Kao i svaka fascija čovjekova tijela, i ona obavlja mnoštvo mišića i ostalih tkiva. TLF je podijeljena u tri sloja: površinski, srednji i duboki. Svaki od tih slojeva obavlja i spaja različite mišićne skupine. Donedavno se mislilo da ova fascija i nema neke osobite važnosti za stabilnost i dinamiku kralješnice. Međutim, njezine uloge su ključne i disfunkcija TLF može biti poveznica sa određenim lumbalnih bolnim sindromom. Jedna od najvažnijih uloga je prijenos sile sa jednog mišića na drugi.

Na primjer, m.gluteus maximusa, m.biceps femoris-a i kontralateralni m.latissimus dorsi-a se spajaju putem površinskog sloja fascije, stvaraju *crosslink* pokrete između gornjih i donjih ekstremiteta, što čini svakodnevno kretanje mogućim. Ovaj *crosslink* je poznat kao *posterior oblique sling* (POS). Aktivacija gore navedenih mišića napinje fasciju i pomaže u stabilizaciji trupa. U mehanizmu disanja, TLF također igra jako važnu ulogu. Pošto je svojim slojevima povezana na duboke trbušne mišiće, ona se prilikom disanja i stvaranja intraabdominalnog pritiska (IAP) napinje i pomaže u rasterećenju kralješnice od kompresivnih sila. Posteriorna vlakna TLF se vežu na sakroterbalni i sakroilijačni zglob (SIJ). Aktivacijom mišića koji prelaze preko sakroilijačnog zgloba, fascija se napinje i prenosi napetost na SIJ. Disfunkcija TLF može biti uzrok pojave nespecifične boli u leđima (Casato, Stecco i Busin, 2019.)

### 2.4. Postura i posturalni deformiteti kralješnice

Postura je međusobna pozicija i suodnos svih dijelova tijela u bilo kojem trenutku i radnji (Lippert, 2006). Smith, Weiss i. Lehmhuhl (2007) posturu definiraju kao položaj ili „stav“ međusobno

posloženih dijelova tijela u specifičnim aktivnostima. Postura može biti statička, kao na primjer stajanje, sjedenje ili ležanje. Može biti dinamička, kada se tijelo ili dijelovi tijela kreću s jednog mjesta na drugi. Još dok je čovjek u majčinoj utrobi, njegova se postura mijenja i razvija. U trenutku rođenja, djetetova postura je tonična, napeta i nerazvijena. Njen oblik tvori slovo C, a naziva se *primary curve* (Lippert, 2006). Takav oblik zadržava sve dok u trećem mjesecu života ne počne ozbiljan razvoj centralnog živčanog sustava koji će stabilizirati kralješnicu i ostale zglobove (Frank, Kobesova i Kolar, 2013).

Mišićna kontrakcija je najodgovornija za uspravnu i idealnu, statičku ili dinamičku posturu. Grupa mišića koja je najviše uključena zovu se *antigravitacijski mišići*. To su mišići ekstenzori kuka i koljena, i ekstenzori vrata i trupa. Ostali mišići, koji su možda manje uključeni, ali nipošto manje bitni u održavanju optimalne posture su flexori trupa i vrata, bočni pregibači, abduktori i adduktori trupa, pronatori i supinatori gležnja.

Nesklad u međosobnom odnosu ovih mišića, njihovoj jakosti i aktivaciji, uzrokuju posturalne deformitete. Problemi u zglobovima, mišićima ili vezivnim tkivima može dovesti do lošeg posturalnog držanja; ili obrnuto, loše posturalno držanje može dovesti do problema i oštećenja u mišićima, zglobovima ili vezivnim tkivima. Kifotično i lordotično držanje očituje se u sagitalnoj ravnini. Povezuju se sa gornjim i donjim ukriženim sindromima, koje uzrokuju disbalans u jakosti mišića prednje i stražnje strane tijela. Skolioza, odnosno skoliotično držanje, posturalna je deformacija koja se očituje u svim ravninama tijela.

## 2.5. Klasifikacija ozljeda kralješnice i lumbalnih bolnih sindroma

Stručnjaci i terapeuti na različite su načine definirali i podijelili ozljede kralješnice, leđne moždine, živčanih struktura povezane s njom i okolnih mekih tkiva. Postoji mnogo načina prema kojima možemo podijeliti lumbalne bolne sindrome, ali bez potvrde i sigurnosti da postoji jedna i najbolja metoda (Manusov, 2012). Kisner i Colby (2007) navode iduću podjelu: ozljede intervertebralnog diska, ozljede facetnog zgloba te ozljede mišića i mekih tkiva.

### 2.5.1. Ozljede mišića i mekih tkiva

Neke od ovih vrsta ozljeda su vrlo rijetke kod ozljede leđa. Češće se događaju u drugim dijelovima tijela, kao što su gležanj, koljeno, lakat, rame itd. Ipak, radi što boljeg shvaćanja problematike

ozljede, navesti će se neke od najčešćih.

*Istegnuće* (eng. *strain*) - prekomjerno istezanje, odnosno prenaprezanje mekog tkiva. To je blaža vrsta traume, a najčešće se odnosi na ozljedu mišićno-tetivne veze.

*Uganuće* (eng. *sprain*) – ozbiljan stres, istezanje ili kidanje mekog tkiva, kao što je zglobna kapsula, tetiva, ligament ili mišić. Ovaj termin se najčešće koristi za ozljedu ligamenta. Ozljeda se dijeli na stupnjeve: prvi (blaga ozljeda), drugi (umjerena ozljeda) i treći stupanj (ozbiljna ozljeda).

*Dislokacija* – odvajanje tkiva, najčešće dvaju koštanih tkiva unutar zgloba. To će rezultirati gubitkom anatomske povezanosti, ozljedom mekog tkiva, upalom, bolnim stanjem i mišićnim spazmom.

*Subluksacija* – nepotpuna ili djelomična luksacija dvaju koštanih tkiva u zglobu

*Tendinoza* – degeneracija tetive nastala zbog učestale mikrotraume

## 2.5.2. Ozljede zgloba, kostiju i vezivnog tkiva

U ovom poglavlju navode se i opisuju različite patologije koje pogađaju zglobove, vezivna tkiva i koštano tkivo. Neke od tih bolesti česta su dijagnoza kod lumbalnog bolnog sindroma.

### 2.5.2.1. Artritis

*Artritis* je upala zglobne strukture. Postoji više različitih vrsta artritisa, a koje mogu zahvatiti zglob ili ostala vezivna tkiva u tijelu. Najčešće vrste artritisa, koje terapeuti liječe su *reumatoidni artritis* i *osteoartritis*. Također se u dijagnozama može pronaći i termin *artroza*, što predstavlja funkcionalno ograničenje zgloba bez upalnog procesa.

Znakovi i simptomi svakog artritičnog stanja najčešće uključuju smanjenu i bolnu zglobnu pokretljivost (Kaltenborn, 1993), lošu mišićnu aktivnost, nekvalitetnu ravnotežu i stabilnost tijela zbog promijenjene senzorne aktivacije mehanoreceptora i mišićnog vretena (Wegener, Kisner i Nichols, 1997). Također, osobe za artritičnim stanjem mogu imati velike probleme u svakodnevnim životnim i socijalnim aktivnostima. *Reumatoidni artritis* (RA) je kronična, autoimuna, upalna bolest koja zahvaća sinovijalnu tekućinu zgloba, kao i ostala vezivna tkiva. RA je karakterističan po aktivnoj fazi, kada je bolest aktivna i fazi remisije, odnosno odsutnosti bolesti. Stupnjevi bolesti variraju od blagih simptoma zglobova, kao što su bol i ukočenost, ovisno o napretku može doći i do naglog oticanja, ukočenost i deformacije tjelesnih struktura.

*Osteoarthritis* (OA) je kronična degenerativna bolest koja primarno zahvaća zglobnu hrskavicu uz posljedično mijenjanje oblika kostiju. Uz degeneraciju, može doći i do labavosti u zglobu, koje nastaje zbog remodeliranja oblika kosti i kapsularne rastegnutosti. Sve to rezultira hiperomobilnošću ili nestabilnošću zgloba u određenim dijelovima pokreta. Zbog nastanka boli, želja za pokretom sve je manja, što može dovesti do razvoja bolesti u kapsuli i na okolni susjedni mišić. Time pokret postaje još ograničeniji (Threlkeld i Currier, 1988). Zahvaćeni zglobovi najčešće su kuk, koljeno, facetni zglobovi vratne i lumbalne kralješnice, te distalni zglobovi šake i prstiju.

### 2.5.2.2. Fibromialgija i bolni miofascijalni sindrom

*Fibromialgija* (FM) i *bolni miofascijalni sindrom* kronični su bolni sindromi, vrlo sličnih simptoma i često zamijenjeni prilikom dijagnoze. Fibromialgija, prema Američkom Fakultetu za Reumatologiju (American College of Rheumatology) je kronično stanje karakteristično po proširenoj boli koja zahvaća polovicu tijela (lijevu ili desnu, gornji ili donji dio) i traje duže od 3 mjeseca. Simptomi su najčešće 11 do 18 točaka na tijelu, bolne i na dodir osjetljive, nekvalitetan san i jutarnja ukočenost. Također, umor i smanjena mogućnost obavljanja fizičkih aktivnosti konačni je simptom FM (Wolfe, 1990). Iako simptomi mogu varirati od osobe do osobe, pacijenti kojima je dijagnosticirana FM najčešće se žale na bolove u vratu, prsima, glavi, između lopatica i u donjem dijelu leđa. Još jedan vrlo čest izvještaj je fluktuacija simptoma kroz vremenske periode. Ponekad pacijenti danima ne osjete nikakve bolne ili neugodne simptome, a zatim često uslijedi nekoliko dana u kojima su simptomi izrazito aktivni. Tim danima pacijenti nisu u stanju ni fizički, niti psihički obavljati bilo kakve aktivnosti. Osobe kojima je dijagnosticirana FM podložniji su depresiji, anksioznosti, tendonitisu, glavoboljama i problemom sa pamćenjem.

*Bolni miofascijalni sindrom* (BMS) je sindrom kronične, lokalne boli (Meyer, 2002). Obilježne BMS su miofascijalne *trigger točke* (eng. trigger points) u mišiću koji ima specifičan obrazac boli, na koju se pacijent žali. Trigger točka je osjetljivo područje u napetom dijelu mišića, koje uzrokuje tupu i duboku bol. Dodatne probleme koje uzrokuju trigger točke su skraćen opseg pokreta u zglobu, smanjenu mišićnu jakost, bol pri istezanju mišića. Bol može biti latentna, odnosno bez simptoma sve dok se točka ne palpira, ili aktivna, odnosno bol je konstantno prisutna. Trigger točke mogu nastati uslijed kroničnog ili akutnog nekvalitetnog rada mišića, posturalnih deformiteta ili uslijed loše mehanike kretanja u svakodnevnim aktivnostima, kao što su nošenje

tereta ili hodanje.

### 2.5.2.3. Osteoporoza

*Osteoporoza* je bolest koja zahvaća kosti. Bolest uzrokuje smanjenje mineralnog sadržaja i gustoće kostiju, što često dovodi do prijeloma ili fraktura, najčešće kralješnice, kuka i šake. Tjelesna aktivnost pod nadzorom stručnjaka pokazala se da ima pozitivan utjecaj na povećanje gustoće kostiju lumbalne kralješnice (Dalsky, 1989).

### 2.5.3. Patologija intervertebralnog diska

Različiti autori različito su definirali ozljede i degeneracije intervertebralnog diska. Tako možemo pronaći mnoge definicije za hernijaciju, protruziju, prolaps i ekstruziju. *Hernijacija* je opći termin za stanje u kojem je došlo do bilo kakve promjene annulus fibrosusa, što utječe na njegovo ispušćenje izvan normalnog stanja. *Prolaps* je stanje u kojem je annulus promijenio svoj oblik, ali je nucleus pulposus, još uvijek sadržan vanjskim dijelom prstena i potpornim ligamentima. *Prolaps* je mnogo ozbiljnije stanje, u kojem je došlo do pucanja annulusa i curenja nucleusa u vertebralni kanal (Bogduk, Twomey, 1987). Prolaps se dijeli na ekstruziju i slobodnu sekvestraciju. U *ekstruziji* nucleusov materijal je izvan granica posteriornog longitudinalnog ligamenta i iznad ili ispod prostora diska, ali još uvijek u kontaktu sa diskom. Kod *slobodne sekvestracije* nucleus se odvojio od diska i udaljio se od područja gdje je prolaps nastao. Do promjene u integritetu diska može doći zbog repetitivnog stresa, koji dovodi do sloma uslijed umora (*eng. fatigue breakdown*) ili uslijed jednokratnog događaja kao traumatska ruptura (Adams, 1985). Ozljede diska, općenito, utječu na mehaniku kralješnice. Tijekom rane faze, primjetna je povećana mobilnost zahvaćenog segmenta, uz fleksiju/ekstenziju i translaciju (anteriornu i posteriornu) koja je veća od normalnog. To dovodi do nestabilnosti patološkog područja. Budući da dolazi do promijenjene raspodjele sile među segmentima, stvaraju se abnormalne sile u facetnim zglobovima i ostalim potpornim strukturama kralješaka. Svaki gubitak cjelovitosti diska zbog infekcije, bolesti, hernijacije ili defekta završnih ploča postaju okidači za nastanak degenerativnih promjena diska (Lyons, Eisenstein, Sweet, 1981). Na kraju, ponavljajuća iritacija zbog nepravilne mehanike kralješnice, dolazi do progresivnih koštanih promjena na rubovima facetnih zglobova i tijela kralješaka. Formiraju se osteofiti i spondilitične promjene, što dovodi do smanjene mobilnosti zgloba i sužavanja spinalnog kanala. Jedna od najčešćih patomehaničkih povezanosti između intervertebralnog diska i facetnog zgloba je *stenoza*. Stenoza je općenit pojam

za suženje kanala odnosno prostora. Kod ozljeda kralješnice, stenoza se odnosi na bilo kakvu promjenu u širini kralješničkog kanala (centralna stenoza), suženje kanala korijena živca ili vertebralnog foramena (lateralna stenoza). Ova ozljeda može nastati uslijed patološke promjene mekih tkiva, kao što je protruzija diska, fibrotični ožiljci, oticanje zglobova ili pak uslijed koštanog suženja. Ako se radi o koštanom suženju, dolazi do stvaranja spondilitičnih osteofita, a vrlo čest slučaj je i prisutnost *spondilolisteze*. Spondilolisteza je subluksacija lumbalnih kralježaka.

#### 2.5.4. Patologija facetnog (zygapophysealnog) zgloba

Facetni zglobovi su sinovijalne artikulacije koje reagiraju na mehaničku traumu i artritične promjene identično kao i svaki drugi zglob. Često se može od pacijenata čuti kako se žale na „uklještenje“ u leđima. Bogduk i sur. (1984) su ovo opisali kao *locked-back* mehanizam, što bi predstavljalo odvajanje meniskoidnih tkiva u suprakapsularnim i infrakapsularnim dijelovima zgloba, koje zatim blokira vraćanje u uspravan položaj iz položaja u pregibu. Nagli i neuobičajeni pokret koji prethodi ovakvoj vrsti ozljede nerijetko uključuje pokret pregiba i rotacije kralješnice (Kos, Wolf, 1976.) Najčešće dijagnoze i oštećenja facetnog zgloba su osteoartritis, spondiloza i navedene degenerativne promjene intervertebralnog diska. Ovakve ozljede su često rezultat loše posture, imobilizacije zgloba nakon ozljede i repetitivne traume na tkivo. U početnom stadiju degenerativnih promjena, uočljiva je hipermobilnost i nestabilnost zgloba. Tijekom vremena, stres zbog promijenjene mehanike dovodi do stvaranja osteofita, kada dolazi do nastajanja stenoze i hipomobilnosti zgloba. Nerijetko uslijed hipomobilnosti zahvaćenog zgloba postoji kompenzatorna hipermobilnost u susjednom zglobu. Bol koja nastaje u zahvaćenom zglobu može biti rezultat zadiranja razvijenih osteofita u bolno osjetljivo tkivo, pretjerane mobilnosti ili pri istezanju hipomobilnih struktura. Zanimljivo je da kod nekih pacijenata, kretanje može ublažiti simptome, dok kod nekih može pojačati iritaciju zgloba i dodatno pojačati bolne simptome.

### 3. DINAMIČKA NEUROMIŠIĆNA STABILIZACIJA (DNS)

#### 3.1. Uvod u DNS

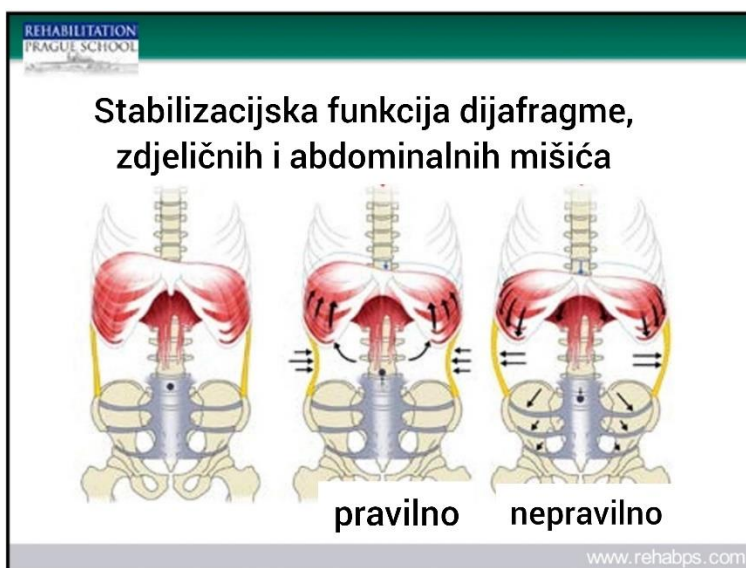
DNS je baziran na znanstvenim principima razvojne kineziologije, odnosno za temelj uzima neurofiziološke aspekte razvoja lokomotornog sustava. U svom sustavu rada, DNS se sastoji od detaljnih procjena stanja lokomotornog sustava, terapijskog vježbanja i funkcionalnih strategija rada. Pod pretpostavkom da je novorođenče zdravo i da je njegov centralni živčani sustav (CNS) bez ikakvih oštećenja, ono će u prvih godinu dana svog života naučiti specifične pokrete i prolaziti kroz razvojne faze koje su samim rođenjem „ugravirane“ u njegov mozak. Već nakon prva tri mjeseca, djetetov CNS oblikuje sagitalnu stabilnost trupa, primarnu fazu čovjekovog razvoja, koja nakon 5 mjeseci prelazi u tzv. „fazu diferencijacije“, odnosno fazu lokomocije. Kroz idućih 7 do 10 mjeseci, dijete će razviti i naučiti sve globalne motoričke obrasce: sagitalnu stabilizaciju, ipsilateralne pokrete, koji se razvijaju iz supinirane pozicije tijela, te kontralateralne pokrete, koji nastaju iz pronirane pozicije tijela. (Frank, Kobesova, Kolar, 2013). U svim tim pokretima, svaki čovjekov zglob je u neutralnoj poziciji, što se zove *funkcionalna centracija zglobova*. To je dinamička neuromuskularna pozicija koja vodi optimalnoj mehanici zglobova. Na taj način pasivna tkiva poput kostiju, zglobova i ligamenata nisu pod rizikom ozljeda.

#### 3.2. Stabilnost trupa i obrazac disanja

DNS svoju filozofiju i praksu temelji na optimalnoj stabilizaciji trupa, koja mora prethoditi svakom voljnom, anticipacijskom i reaktivnom pokretu čovjeka. Svaki kompenzatorni obrazac kretanja, koji često dovodi do ozljeda, kao prethodnika ima nestabilan trup, lošu koaktivaciju svih trbušnih mišića i nepravilan obrazac disanja (Lewit, 1980). Pravilan obrazac disanja bi trebao stvarati intraabdominalni pritisak (IAP) u trbušnoj šupljini i na taj način stabilizirati kralješnicu, a zatim i sve ostale zglobove koji sudjeluju u pokretu (Kolar i sur., 2012). Prsno, odnosno „*plitko*“ disanje je danas svakodnevno vidljivo u današnjih ljudi, koje dolazi do izražaja zbog modernog načina života, stresa, ozljeda i nedovoljne tjelesne aktivnosti. Prsno disanje je nepravilan obrazac disanja kojeg DNS praktičari opisuju kao obrazac prilikom čijeg udisaja dijafragma ima uzlaznu putanju umjesto silazne, ključne kosti idu u elevaciju, a prsa u sagitalnoj ravnini iz neutralne



pozicije prelaze u ekstenziranu poziciju. Tim načinom disanja nepotrebno se napinju i aktiviraju vratni i gornji leđni mišići, a u trbušnoj šupljini se ne stvara IAP i gubi se stabilnost trupa (Frank, Kobesova, Kolar, 2013).



Slika 2. Pravilan i nepravilan obrazac disanja – pogled bočno (izvor: priručnik za tečaj DNS Exercise I )

Idealan, odnosno pravilan način disanja podrazumijeva depresiju dijafragme pri udisaju, koja svojom kretnjom stvara IAP u trbušnoj šupljini, transverzus abdominis je u ekscentričnoj kontrakciji, a cijeli trbušni zid tvori kvalitetan i cilindričan oblik. Prilikom udisaja trup bi se trebao širiti sa svih strana, a ključne kosti i prsa ne bi smjeli ići u elevaciju, odnosno sagitalnu ekstenziju.



Slika 3. Aktivacija trbušnih mišića prilikom udisaja (izvor: priručnik za tečaj DNS Exercise I )

Na temelju ovog uvoda možemo zaključiti da stabilnost trupa ne ovisi o snazi, jakosti i estetskoj vidljivosti trbušnih mišića, već će rezultirati optimalnom regulacijom IAP-a, a koja se postiže pravilnim obrascem disanja i pravilnom koaktivacijom svih mišića trupa. Zglobovi prsnog koša imaju svoj idealan smjer kretanja, ako je disanje pravilno. Rebra i zdjelica su konstantno u neutralnom, vodoravnom položaju. Gornja rebra imaju smjer rotacije u costovertebralnom zglobu prema naprijed, odnosno ovisno o udahu ili izdahu kreću se dorzalno ili ventralno. Donja rebra, koja se ne vežu na sternum i imaju slobodan luk, imaju lateralni smjer kretanja. Kako bi se utvrdilo je li obrazac disanja pravilan ili nepravilan, te ima li klijent sposobnost optimalnog stabiliziranja trupa, u DNS-u se koriste specifični testovi procjene kvalitete disanja i stabilizacije. Osnovni test je takozvani *Test sagitalne stabilizacije u sjedećoj poziciji*, u kojem se ispituje aktivnost dijafragme i aktivnost ostalih dijelova trupa tijekom disanja. Iako se svaka razvojna DNS pozicija u pravilu koristi za treniranje i optimalizaciju pokreta, također se svaka od tih pozicija može koristiti kao test za procjenu stabilizacije trupa i kretanja. U tom testu ispitanik je u sjedećem položaju, leđa su slobodna i uspravna. Praktičar, odnosno ispitivač ispituje respiratornu, posturalnu i kombinaciju te dvije dijafragmine funkcije. Test se radi s prednje i stražnje strane trupa. Pri ispitivanju straga, ispitivač polaže vrhove prstiju na međurebrene prostore sa lijeve i desne strane trupa. Ako je obrazac disanja kvalitetan, trebala bi postojati simetrična aktivacija, odnosno simetrično širenje međurebrenih prostora sa jedne i druge strane, donji dio prsnog koša trebao bi se širiti lateralno, a pozicija rebara u sagitalnoj poziciji ne bi se smjela mijenjati. Pri lošem obrascu disanja, prsni koš se kreće kranijalno, odnosno gubi se sagitalna stabilizacija trupa i ekspiratorna pozicija rebara. Aktivacija među ispitivačevim prstima je slaba ili je uopće nema, međurebreni prostori se ne šire, što ukazuje na lošu stabilizaciju lumbalne kralješnice. Pri ispitivanju prednje strane trupa, ispitivač polaže prste na bočni dio trbuha, iznad ingvinalnog ligamenta. Ispitiva se simetrična aktivacija i širenje trbušne šupljine u obje ispitivačeve ruke. Prati se kretanje prsnog koša, koje mora ostati u ekspiratornoj poziciji. Pri ispitivanju posturalne stabilizacije dijafragme, potrebno je dati instrukciju ispitaniku da nastoji gurnuti ispitivačeve prste prema vani, stisne truh i povećava IAP iznad prepona. Ako je stereotip ispravan, pupak ne bi smjeo biti uvučen ili povučen prema rebrima, a također bi trebala biti vidljiva snažna simetrična aktivacija iznad svake prepone. Drugi test koji se najčešće provodi je *test sagitalne stabilizacije u supiniranoj poziciji*. Ispitanik leži na leđima, nogama podignutima i koljenima savijenim pod 90°. Terapeut povuče ispitanikova prsa u kaudalnu, ekspiratornu poziciju. Nakon toga ispitanik polako miče ruke, koje

su bile kao potporanj ispod ispitanikovih koljena. Ispitanik aktivno zadržava ovu poziciju, a terapeut promatra aktivnost trupa i poziciju susjednih zglobova. Ako je test pravilno izveden, trebala bi postojati kvalitetna koaktivacija svih dijelova trbušnog zida, prsa moraju ostati u ekspiratornoj poziciji, paralelna sa zdjelicom, a donji dio prsa trebao bi se lateralno širiti. Bilo kakva nepravilnost u aktivaciji trbušnog zida, kao na primjer konkavnosti iznad ingvinalnog ligamenta ukazuju na lošiju stabilnost trupa od idealne. Na lošu stabilnost također ukazuju inspiratorna pozicija prsnog koša, hipertonus gornjih trbušnih mišića (povlačenje pupka u kranijalnom smjeru). Vrlo često je uočljiva i hiperekstenzija u torakolumbalnom spoju, što ukazuje na hipertonus paravertebralnih mišića. Sve navedene nepravilnosti u testovima stabilizacije mogu se povezati sa anatomijom novorođenčeta, koje također ima sve navedene karakteristike nepravilnog obrasca stabilizacije. Nakon provedenih testova, kreće terapijski dio vježbanja sa ciljem otklanjanja posturalnih nepravilnosti, vraćanja idealnog obrasca disanja i automatizacije posturalne stabilizacije.

### 3.3. Faze razvoja motoričkih obrazaca

Kao što je ranije navedeno, od svog rođenja pa kroz idućih 12 do 14 mjeseci dijete će proći izuzetno složene faze razvoja centralnog živčanog sustava (CNS) i svih ostalih sustava koji su važni za njegovu posturu i lokomociju. Dijete je nakon rođenja, mogli bismo reći izuzetno „ranjivo“ i njegov CNS koji će kasnije kroz život kontrolirati sve životne funkcije je nerazvijen. Kroz prva 3-4 mjeseca novorođenče će stvoriti i razviti algoritme kretanja koji su samim rođenjem „zapisani“ u njegov mozak, pod pretpostavkom da je dijete rođeno zdravo, bez oštećenja živčanog sustava. Prva faza promjene koja je vidljiva je stabilizacija trupa u sagitalnoj ravnini. Dijete će većinu svog vremena nakon rođenja provesti u sagitalnoj ravnini, u supiniranoj (na leđima) poziciji, kasnije i u proniranoj (na prsima) poziciji. Iz krute, tonične pozicije CNS će polako početi formirati neutralnu poziciju zdjelice i prsiju, a zatim i svih ostalih zglobova. Formiranjem stabilnog trupa, razvoj se može nastaviti na sve ostale zglobove, odnosno svaku iduću neuromišićnu komponentu čovjeka.

Pravilan obrazac disanja, cilindričan oblik trupa i neutralna pozicija kralješnice prvo je što je vidljivo u razvoju lokomotornog sustava. Zato je disanje i stabilnost trupa prva stavka u radu DNS-ovih praktičara, baš iz razloga jer su to dvije stvari koje prethode svim ostalim pokretima.

Nakon prva 3-4 mjeseca razvoja sagitalne stabilizacije, slijede prvi pravilni pokreti ekstremiteta,

tzv. *homološki pokreti*. To su kretne ekstremiteta u sagitalnoj ravnini, pokreti fleksije i ekstenzije u supiniranoj poziciji, a u proniranom položaju to su pozicije u kojima je oslonac na sva 4 ekstremiteta. Konačno, zadnja faza razvoja lokomotornog sustava je *faza lokomocije*. Kada dođe osmi mjesec života, dijete počinje pokazivati prve pokrete tranzicije i kretanja u prostoru. Kako bi iz supinirane pozicije došla u proniranu poziciju, beba vrši ipsilateralni pokret okretanja. Taj pokret specifičan je po tome što se zdjelica i rebra kreću u istom smjeru u transverzalnoj ravnini, odnosno smjer rotacije je isti. Potporna funkcija lokomocije je ista, odnosno ista ruka i noga rade potporu trupa, dok druga strana tijela, odnosno druga ruka i noga vrše dinamičku funkciju, pokret rotacije. Kroz cijelo vrijeme trajanja pokreta zdjelica i rebra ostaju paralelna i trup ne gubi svoju stabilnost. Primjer ipsilateralnih pokreta su: okretanje i ležeće pozicije, šutiranje lopte u rukometu, zamah u golfu, teniski udarac, udaranje ili bacanje lopte u bejzbolu.



Slika 4. Ipsilateralni pokreti (izvor: priručnik za tečaj DNS Exercise II )

Nakon što je iz pokreta rotacije došla u proniranu poziciju, slijedi prava faza kretanja kroz prostor, tzv. kontralateralni pokreti. Specifičnost ovih pokreta je da su točke oslonca na suprotnoj ruci i nozi, odnosno potporna funkcija je dijagonalna. Druga dijagonala, točnije druga suprotna ruka i noga vrše pokret, *stepping forward function*. Rebra i zdjelica se rotiraju u suprotnom smjeru u transverzalnoj ravnini. Ovo su pokreti koje dominantno koristimo u kasnijem kretanju kroz prostor, a to su: puzanje, hodanje i trčanje. Osim tih osnovnih lokomotornih kretanja, kontralateralni pokreti su vidljivi i u sportu, kao što je šutiranje nogometne lopte ili sportsko klizanje. Kao što je već ranije navedeno, čovjek kroz svoju prvu godinu života prolazi kroz različite

razvojne faze i pozicije tijela, koje se u DNS-u koriste kao testovi ili pozicije za vježbanje, također ih se naziva *razvojnim pozicijama*.



Slika 5. Kontralateralni pokreti (izvor: priručnik za tečaj DNS Exercise II)

Osnovna i polazišna pozicija za vježbanje je tromjesečna pozicija u supiniranom položaju. Nakon 1-2 mjeseca pokazuju se kvalitetni i zdravi pokreti ekstremiteta, a u supiniranoj poziciji se razvijaju ipsilateralni pokreti, kao što je ranije navedeno (Kolar, 2012). Iz te pozicije dijete će promatranjem okoline doći u izazov da se u petom mjesecu rođenja zarola i okrene u proniranu poziciju. Od osmog do desetog mjeseca života, dijete će uspjeti doći iz pozicije na leđima u poziciju na prsima. Razvojne pozicije kroz koje će proći su *low oblique sit* i *high oblique sit*. Nakon uspješnog prolaska kroz te faze, dolazi u *quadruped* poziciju, odnosno proniranu poziciju na sve 4 točke oslonca. Također, dijete može biti u proniranoj poziciji već u trećoj godini života. Motoričkom stimulacijom roditelj može dijete postaviti u proniranu poziciju, iz koje dijete ima potpuno novi način promatranja stvari i potpuno novu mogućnost motoričkog razvoja (Krstulović, 2017). Iz pronirane pozicije dijete će razviti prvi kontralateralni pokret – puzanje. Nakon 9 mjeseci života vidljivi su prvi pokreti puzanja, a u desetom mjesecu javlja se prvi oblik vertikalne stabilizacije trupa – sjedeći položaj. Zadnja dva mjeseca života dijete nastoji doći u uspravan položaj iz *tripod* pozicije i pozicije čučnja. Razvojne faze završavaju otprilike u trinaestom mjesecu, kada je dijete već na nogama i prolazi kroz fazu vertikalizacije u prostoru.

## RAZVOJNE POZICIJE 3 -14 MJESECI



Slika 6. DNS razvojne faze (izvor: priručnik za tečaj DNS Exercise I)

## 4. POVEZNICA DNS-A I REHABILITACIJE LUMBALNIH BOLNIH SINDROMA

Kronične boli povezane sa mišićno-koštanim oštećenjima danas se najčešće rješavaju farmakoterapijom, manualnim tehnikama ili akupunkturoom (Bokarius, 2008). Prilikom konzultacija sa doktorom ili uvidom u nalaz, često je vidljivo da se preporučuju vježbe jačanja muskulature, istežanja ili ravnoteže. Danas su muskuloskeletalna oštećenja lumbalne kralješnice jedan od najčešćih razloga traganja za stručnom pomoći (Pope, Andersson, Frymoyer, Chaffin (1991).

U potrazi za što kvalitetnijim rehabilitacijskim procesom, došlo se do saznanja da stabilnost trupa, jakost i zajednička koaktivacija svih trbušnih mišića igra presudnu ulogu u prevenciji LBS-a (Chang, Lin, Lai 2015). S obzirom da je kralješnica obavijena mnoštvom dubokih i perifernih mišića trupa, isti ti mišići svojom aktivacijom doprinose kvalitetnijim transferiranjem sile sa kralješnice. Wang i sur. (2012) u svojoj su meta-analizi dokazali da su vježbe za stabilnost trupa efikasnije za reduciranje bolova u donjem dijelu leđa, u odnosu na generalne vježbe. Coulombe i sur. (2017) su na osnovu svoje meta-analize došli do saznanja da su vježbe stabilnosti trupa dovele do značajnog smanjenja boli u lumbalnom dijelu leđa u prva tri mjeseca rehabilitacije. O'Sullivan i sur. (1997) su u svom istraživanju dokazali da specifične vježbe za stabilnost trupa i jačanje dubokih stabilizatora trupa značajno utječu na smanjenje bolova kod pacijenata kojima je dijagnosticirana spondiloza i spondilolisteza.

Osim toga, u dosadašnjim istraživanjima dokazano je da senzorno-motorički sustav tijela i CNS predstavljaju važan temelj za kvalitetnu stabilnost trupa (Borghuis, Hof, Lemmink (2008). Kako se CNS kreće razvijati samim rođenjem djeteta, još je profesor Vojta u svom istraživanju (1968) naveo da ako novorođenče postavimo u precizne i specifične pozicije, to će rezultirati konzistentnim motoričkim obrascima kretanja. To se događa zato što te pozicije imaju direktan utjecaj na lokomotorne centre u CNS-u. Iste pozicije prof. Kolar će koncipirati u razvojne faze i terapijske vježbe DNS-a. Kolar (2009) kao ključan faktor stabilizacije trupa navodi disanje i funkciju dijafragme pri stvaranju IAP-a. Prijašnja istraživanja to potvrđuju. U istraživanju Kolar i sur. (2012) dokazano je da pacijenti sa lumbalnim bolnim sindromima imaju abnormalnu poziciju dijafragme. Uspoređivalo se 29 zdravih ispitanika i 18 pacijenata sa kroničnom boli u donjem dijelu leđa. Tijekom disanja uz davanje izometrijskog otpora na donje i gornje ekstremitete, dinamičkom magnetnom rezonancom pratilo se kretanje dijafragme. Analizom kovarijance došlo se do rezultata

da grupa pacijenata ima manju ekscurziju i višu poziciju dijafragme tijekom disanja sa aktivacijom ekstremiteta ( $p < 0.05$ ), što može utjecati na etiologiju ozljede.

Bartelink (1957) u svom istraživanju navodi da kralješnica nije jedina struktura koja prenosi sile sa zdjelice na ramena, već da IAP raste proporcionalno povećanju težine koja se podizala u istraživanju. Hodges, Eriksson, Shirley & Candevia (2004) u svom su istraživanju dokazali da IAP povećava stabilnost i krutost lumbalne kralješnice. Na ispitanicima u istraživanju proveli su nevoljnu aktivaciju dijafragme stimulaciju jednog ili oba frenična živca na vratu. Krutost kralješnice mjerena je pomakom trnastih nastavaka nakon što je na iste aplicirana sila, dok su ispitanici ležali u proniranom položaju. Rezultati istraživanja potvrdili su njihovu hipotezu da promjena IAP-a tijekom funkcionalnih zadataka pridonosi mehaničkoj stabilnosti kralješnice. Električnom stimulacijom dijafragme, IAP se povećao za 27-61%, a krutost lumbalne kralješnice se povećala za 8-31%.

Iz navedenih istraživanja možemo zaključiti da je CNS zaslužan za kvalitetnu stabilnost trupa, da se stabilnost trupa postiže koaktivacijom trbušnih mišića i povećanjem IAP-a, a da vježbe stabilnosti trupa u kombinaciji sa kvalitetnim obrascem disanja značajno utječu na smanjenje boli i rehabilitaciju lumbalnih bolnih sindroma. Pošto se filozofija i praksa DNS-a temelji na svemu ovome navedenom, logično je za pretpostaviti da DNS, iako relativno nova metoda rehabilitacije u odnosu na tradicionalne metode, može znatno pridonijeti rješavanju problema LBS-a.

Pogledajmo za početak utjecaj DNS treninga na svakodnevne funkcionalne pokrete (FP). Preko 70% mišićno-koštanih ozljeda rezultat su intrinzičnih faktora (Boden i sur., 2000). Istraživači mišićno-koštanih ozljeda vjeruju da je glavni razlog intrinzičnih ozljeda „*disfunkcija funkcionalnih pokreta*“, neuromišićno stanje nastalo zbog „*dinamičke posturalne nestabilnosti*“ (Cook i sur., 2010; Sahrman, 2002). FP se generalno dijele na bazične pokrete kao što su hodanje, trčanje, čučanj i iskorak, te na sportsko-specifične kao što su udaranje loptice u bejzbolu ili skok-šut u rukometu. Ako su disfunkcija funkcionalnih pokreta i dinamička posturalna nestabilnost glavni razlog intrinzičnih ozljeda, onda bismo u budućnosti imali bolje preventivne rezultate kada bismo dijagnosticirali i uključili rizične skupine u kvalitetnije korektivne programe. Mahdih i sur. (2019) željeli su usporediti efikasnost DNS treninga na poboljšanje FP u odnosu na standardne fitness vježbe. 34 ispitanika podijeljeni su u kontrolnu grupu koja je provodila standardne fitness vježbe i eksperimentalnu grupu koja je provodila DNS trening. Testovi koji su se računali bili su



jednonožni čučanj, Y-balance test, test doskoka, test doskoka u stvarnom vremenu i FMS ocjenjivanje prema Cooku (2010). Nakon šest mjeseci treninga, eksperimentalna grupa je pokazala značajno poboljšanje u svim testovima funkcionalnih pokreta u odnosu na kontrolnu grupu ( $p < .05$ ). Ovo je istraživanje samo potvrdilo očekivanje DNS-ovih praktičara. Polazište DNS-a je da zdravo dijete ima urođene osnovne obrasce kretanja koji se spontano događaju u određenim životnim razdobljima, a neadekvatan razvojni okoliš i nekvalitetna tjelesna aktivnost prikladna bebama, djeci, adolescentima i starijima imaju za rezultat nerazvijanje FP ili njihovo narušavanje u starijoj dobi. DNS treningom stimuliramo osnovne senzorne i motoričke centre u CNS-u, na taj način ispravljajući funkcionalne pokrete čovjeka.

Bokarius (2010) u svojem retrospektivnom istraživanju analizira 2824 pacijenta sa kroničnom mišićno-koštanom boli, koji su unutar šest godina stigli u Cedars-Sinai Medical Center u Los Angelesu i primili 4 do 12 terapijskih tretmana. Grupa A od 2004 pacijenta su liječena farmakoterapijom (FT), manualnom terapijom (MT) i akupunkturom (AK). Grupa B od 820 pacijenata provodilo je DNS treninge u kombinaciji sa FT, MT i AK. Više od 30% pacijenata imalo je dijagnozu LBS. Rezultati T-testa su pokazali da se Grupa B značajno rjeđe ( $p < .05$ ) vraćala na terapijske tretmane u odnosu na Grupu B, koja nije provodila DNS treninge. Iz rezultata se zaključilo da su DNS treninzi u kombinaciji sa MT, FT, i AK značajno su smanjili frekvenciju dolazaka pacijenata nakon početnog tretmana, samim time su se smanjili medicinski troškovi bolnice i poboljšalo opće dobro pacijenata.

U istraživanju Park i sur (2021), dokazano je da terapijski tretmani koji uključuju DNS vježbe pozitivno utječu na ispravljanje skolioze i redukcije boli u donjem dijelu leđa kod igrača bejzbola. Nakon osam tjedana provođenja terapijskih vježbi, eksperimentalna grupa vježbača koja je u kombinaciji sa vježbama na pilates lopti provodila i DNS vježbe, značajno je smanjila ( $p < .05$ ) Cobbov kut (-22%) u odnosu na kontrolnu grupu vježbača (-7%) koja je provodila samo vježbe na pilates lopti. Razina boli u donjem dijelu leđa se smanjila u obje grupe, bez značajne razlike među grupama ( $p > .05$ ). Postoji, međutim bitan razlog zbog kojeg DNS vježbe smanjuju razinu boli u donjem dijelu leđa. Iz prije navedenog istraživanja Kolar i sur. (2012) dokazano je da osobe sa lumbalnim bolnim sindromima imaju abnormalnu poziciju dijafragme i manju ekscurziju istog mišića pri disanju i aktivaciji mišića. Pretpostavlja se da su, iako nije ispitivano, ispitanici iz ovog istra-

živanja imali nekvalitetnu ekskuziju dijafragme. S obzirom da se DNS vježbe baziraju na kvalitetan obrazac disanja i stvaranje IAP-a mijenjanjem pozicije dijafragme, tako direktno utječu na rehabilitaciju leđa i smanjenje boli u lumbalnom dijelu leđa.

LBS su često navođeni kao simptomi dijastaze rectus abdominis (Emanuelsson i sur. 2016). Dijastaza rectus abdominis (DRA) se definira kao razdvajanje navedenog trbušnog mišića od lineae albae (Hickey, Fitch i Khanna, 2011). Ovo mišićno-vezivno stanje ne zahtjeva nužno rehabilitaciju i popravljivanje (Akram i Matzen, 2014). Međutim DRA može utjecati na stvaranje posturalnih disbalansa, nestabilnosti trupa i nepravilnog transfera sile među zglobovima što može dovesti do bolnih stanja, uključujući LBS (Lee i sur. 2008). Uzroci nastanka DRA mogu biti različiti, od kojih su česti neurorazvojni aspekti ili laksitet trbušnog zida (Brauman, 2008). Koordinacija lumbalno-zdjeličnih i trbušnih mišića zajedno sa fascijama značajno pridonosi pravilnom disanju, mišićno-koštanom funkcioniranju i optimalnoj posturalnoj stabilizaciji (Lee i sur. 2008). U istraživanju Doubkova, Andel, Palascakova-Spingrova, Kolar, Kriz & Kobesova cilj je bio utvrditi učestalost pojave LBS kod pacijenata kojima je dijagnosticirana DRA. Na uzorku od pedeset i pet ispitanika, došlo se do rezultata da je 69% ispitanika sa DRA imalo i oblik LBS. Na temelju dobivenih rezultata, dala se pretpostavka da se LBS kod ispitanika sa DRA javlja zbog kompenzatornog prenaprezanja mišićne mase leđa uslijed neaktivnosti i nestabilnosti trbušnog zida (Cheesborough, Dumanian, 2015). Zahvaljujući dosadašnjim istraživanjima dokazano je da mišići trbušnog zida zajedno sa dijafragmom, mišićima zdjelice i intraabdominalnim pritiskom povećavaju krutost i stabilnost lumbalne kralješnice (Hodges i sur. 2005), a ključna svrha DNS-a je optimalizacija stabilnosti trupa putem koaktivacije svih trbušnih mišića i stvaranja IAP-a (Frank, Kobesova, Kolar, 2013), onda bi uključivanje DNS treninga u rehabilitaciju DRA direktno imalo utjecaj i na rehabilitaciju LBS-a.

## 5. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad prikazana je međusobna povezanost lumbalnih bolnih sindroma i Dinamičke neuro-mišićne stabilizacije, koja je potencijalna metoda rehabilitacije navedenog patološkog stanja. S obzirom da su LBS učestala pojava, a njihova etiologija je izrazito kompleksna i zahtijeva specifične terapijske metode, DNS kroz svoj integrativni sustav vježbanja i osvještavanja motoričkog sustava može imati značajan utjecaj u rehabilitacijskom procesu i prevenciji od budućeg nastanka ozljede. Kroz DNS vježbe cilj je doći do optimalne stabilizacije trupa i svih susjednih zglobova, vodeći računa da je kroz čitavu izvedbu prisutan kvalitetan obrazac disanja. Na taj način svi se zglobovi dovode u centriranu poziciju, nema dominantnog povlačenja zgloba od strane određenog mišića, a meka tkiva se rasterećuju. Povezujući patologiju LBS i koncepte rada DNS, zaključuje se da DNS može pozitivno utjecati na rehabilitaciju i prevenciju LBS, na način da se uključe vježbe disanja, specifičnih vježbi stabilizacije trupa i progresivnog napredovanja kroz vježbanje.

Buduća istraživanja bi trebala ispitati utjecaj DNS-a kao zasebne metode rada u prevenciji i rehabilitaciji LBS. Također, preporučuje se ispitivanje efikasnosti DNS-a u rehabilitaciji pojedinačnih LBS, na primjer spondiloze.

## 6. LITERATURA

1. Akram, J., & Matzen, S. H. (2014). Rectus abdominis diastasis. *Journal of plastic surgery and hand surgery*, 48(3), 163-169.
2. Analiza podataka iz Centralnog zdravstvenog informacijskog sustava Republike Hrvatske (CEZIH) za 2019. godinu
3. Andersson, G. B. (1999). Epidemiological features of chronic low-back pain. *The lancet*, 354(9178), 581-585.
4. Bartelink, D. (1957). The role of abdominal pressure in relieving the pressure on the lumbar intervertebral discs. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 39(4), 718-725.
5. Birge, S. J., & Dalsky, G. (1989). The role of exercise in preventing osteoporosis. *Public health reports*, 104(Suppl), 54.
6. Boden, B. P., Dean, G. S., Feagin, J. A., & Garrett, W. E. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury.
7. Bogduk, N., & Engel, R. (1984). The menisci of the lumbar zygapophyseal joints. A review of their anatomy and clinical significance. *Spine*, 9(5), 454-460.
8. Bogduk, N., & Twomey, L. T. (1987). Pathological anatomy of the lumbar spine. *Clinical anatomy of the lumbar spine*, 139-147.
9. Bokarius, V. (2008). Long-term efficacy of dynamic neuromuscular stabilization in treatment of chronic musculoskeletal pain. *Age*, 18(25), 3.
10. Borghuis, J., Hof, A. L., & Lemmink, K. A. (2008). The importance of sensory-motor control in providing core stability. *Sports medicine*, 38(11), 893-916.
11. Brauman, D. (2008). Diastasis recti: clinical anatomy. *Plastic and reconstructive surgery*, 122(5), 1564-1569
12. Casato, G., Stecco, C., & Busin, R. (2019). Role of fasciae in nonspecific low back pain. *European journal of translational myology*, 29(3).
13. Cheesborough, J. E., & Dumanian, G. A. (2015). Simultaneous prosthetic mesh abdominal wall reconstruction with abdominoplasty for ventral hernia and severe rectus diastasis repairs. *Plastic and reconstructive surgery*, 135(1), 268.
14. Cook, G. (2010). Movement: Functional movement systems: Screening, assessment. *Corrective Strategies (1st ed.)*. Aptos, CA: On Target Publications, 73-106.

15. Coulombe, B. J., Games, K. E., Neil, E. R., & Eberman, L. E. (2017). Core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *Journal of athletic training*, 52(1), 71-72.
16. Emanuelsson, P., Gunnarsson, U., Dahlstrand, U., Strigård, K., & Stark, B. (2016). Operative correction of abdominal rectus diastasis (ARD) reduces pain and improves abdominal wall muscle strength: A randomized, prospective trial comparing retromuscular mesh repair to double-row, self-retaining sutures. *Surgery*, 160(5), 1367-1375.
17. Frank, C., Kobesova, A., & Kolar, P. (2013). Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, 8(1), 62.
18. Hickey, F., Finch, J. G., & Khanna, A. (2011). A systematic review on the outcomes of correction of diastasis of the recti. *Hernia*, 15(6), 607-614.
19. Hodges, P. W., Eriksson, A. M., Shirley, D., & Gandevia, S. C. (2005). Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *Journal of biomechanics*, 38(9), 1873-1880.
20. Janda, V. (1994). Muscles and motor control in cervicogenic disorders: assessment and management. *Physical therapy of the cervical and thoracic spine*.
21. Janda, V. (1978). Muscles, central nervous motor regulation and back problems. In *The neurobiologic mechanisms in manipulative therapy* (pp. 27-41). Springer, Boston, MA.
22. Kaltenborn, F. M. (1993). The spine. Basic evaluation and mobilization techniques. *Olaf Norlis Bokhandel*.
23. Kisner, C., Colby, L. A., & Borstad, J. (2017). *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. Fa Davis.
24. Kolar, P., Sulc, J., Kyncl, M., Sanda, J., Neuwirth, J., Bokarius, A. V., ... & Kobesova, A. (2010). Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. *Journal of applied physiology*, 109(4), 1064-1071.
25. Kolář, P., Šulc, J., Kynčl, M., Šanda, J., Čakrt, O., Andel, R., ... & Kobesová, A. (2012). Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 42(4), 352-362.
26. Kos, J., & Wolf, J. (1976). Intervertebral menisci and their possible role in intervertebral blockage. *Bull Sports Med Sect*, 1, 8-9.

27. Lee, D. G., Lee, L. J., & McLaughlin, L. (2008). Stability, continence and breathing: the role of fascia following pregnancy and delivery. *Journal of bodywork and movement therapies*, 12(4), 333-348.
28. Lee, C. W., Hwangbo, K., & Lee, I. S. (2014). The effects of combination patterns of proprioceptive neuromuscular facilitation and ball exercise on pain and muscle activity of chronic low back pain patients. *Journal of physical therapy science*, 26(1), 93-96.
29. Lewit, K. (1980). Relation of faulty respiration to posture, with clinical implications. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 79(8), 525-529.
30. Lippert, L. (2006). *Clinical kinesiology and anatomy*. FA Davis,.
31. Lyons, G., Eisenstein, S. M., & Sweet, M. B. E. (1981). Biochemical changes in intervertebral disc degeneration. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 673, 443-453.
32. Mahdieh, L., Zolaktaf, V., & Karimi, M. T. (2020). Effects of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) training on functional movements. *Human movement science*, 70, 102568.
33. Manusov, E. G. (2012). Evaluation and diagnosis of low back pain. *Primary Care-Clinics in Office Practice*, 39(3), 471.
34. Meyer, H. P., & Med, M. (2002). Myofascial pain syndrome and its suggested role in the pathogenesis and treatment of fibromyalgia syndrome. *Current pain and headache reports*, 6(4), 274-283.
35. Morris, J. M., Lucas, D. B., & Bresler, B. (1961). Role of the trunk in stability of the spine. *JBJS*, 43(3), 327-351.
36. O'Sullivan, P. B., Phytty, G. D. M., Twomey, L. T., & Allison, G. T. (1997). Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*, 22(24), 2959-2967.
37. Page, P., Frank, C. C., & Lardner, R. (2010). *Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach*. Human kinetics.
38. Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders*, 5, 383-383.
39. Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of spinal disorders*, 5, 390-390.
40. PARK, I., PARK, C., KIM, K., & CHA, Y. (2021). THE EFFECTS OF DYNAMIC NEUROMUSCULAR STABILITY EXERCISE ON THE SCOLIOSIS AND PAIN CONTROL IN THE YOUTH BASEBALL PLAYERS. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 2140030.
41. Priručnik za DNS EXERCISE I tečaj
42. Priručnik za DNS EXERCISE II tečaj
43. Priručnik za DNS EXERCISE III tečaj

44. Sahrmann, S. (2001). *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes*. Elsevier Health Sciences.
45. Smith, L. K., Lehmkuhl, L. D., & Weiss, E. L. (1996). *Brunnstrom's clinical kinesiology* (5th ed.). Philadelphia: F.A. Davis.
46. Threlkeld, A. J., & Currier, D. P. (1988). Osteoarthritis: effects on synovial joint tissues. *Physical therapy*, 68(3), 364-370.
47. Vojta, V. (2008). *Die zerebralen Bewegungsstörungen im Säuglingsalter: Frühdiagnose und Frühtherapie; 48 Tabellen*. Georg Thieme Verlag.
48. Wang, X. Q., Zheng, J. J., Yu, Z. W., Bi, X., Lou, S. J., Liu, J., ... & Chen, P. J. (2012). A meta-analysis of core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *PloS one*, 7(12), e52082.
49. Wegener, L., Kisner, C., & Nichols, D. (1997). Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 25(1), 13-18.
50. Wolfe, F., Smythe, H. A., Yunus, M. B., Bennett, R. M., Bombardier, C., Goldenberg, D. L., ... & Sheon, R. P. (1990). The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of fibromyalgia. *Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology*, 33(2), 160-172.