

PROPRIOCEPTIVNA NEUROMUSKULARNA FACILITACIJA U REHABILITACIJI PACIJENTICE S PROTRUZIJOM INTERVERTEBRALNIH DISKOVA

Proprioceptive neuromuscular facilitation in the rehabilitation of a patient with intervertebral disc protrusions

MARINA BRIZIĆ¹

<https://doi.org/10.64542/pc1.20.8>

SAŽETAK

Uvod: Sjedilački način života, nedovoljna razina tjelesne aktivnosti i pretilost povezani su s povećanim rizikom razvoja degenerativnih promjena kralježnice, uključujući protruziju intervertebralnog diska. Takve promjene mogu biti praćene boli, smanjenom pokretljivošću i ograničenjima u svakodnevnom funkcioniranju, što može negativno utjecati na tjelesno i psihološko zdravlje te kvalitetu života pojedinca. Jedan od fizioterapijskih pristupa koji se primjenjuje u rehabilitaciji osoba s mišićno-koštanim poremećajima jest proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (PNF). Cilj ovog rada bio je prikazati učinke rehabilitacijskog pristupa temeljenog na PNF-u kod pacijentice s protruzijom intervertebralnih diskova.

Opis slučaja: Pacijentici u dobi od 62 godine, s dijagnosticiranom protruzijom intervertebralnih diskova i brojnim komorbiditetima, indicirana je fizioterapija. Vodeći simptom bila je bol, praćena značajnim ograničenjem aktivnosti i dugotrajnim mirovanjem tijekom prethodne godine. Početna fizioterapijska procjena uključivala je mjerenje pokretljivosti lumbalne kralježnice, procjenu intenziteta boli te procjenu funkcije i aktivnosti prema Međunarodnoj klasifikaciji funkcioniranja, onesposobljenosti i zdravlja (MKF). U svrhu postizanja kratkoročnih rehabilitacijskih ciljeva, prvenstveno smanjenja boli i povećanja pokretljivosti kralježnice, tijekom dva tjedna primjenjivan je rehabilitacijski pristup temeljen na proprioceptivnoj neuromuskularnoj facilitaciji. Nakon završetka intervencije provedena je završna fizioterapijska procjena.

Zaključak: Nakon dvotjedne primjene rehabilitacijskog pristupa temeljenog na proprioceptivnoj neuromuskularnoj facilitaciji zabilježeno je smanjenje intenziteta boli, povećanje opsega pokreta lumbalne kralježnice te poboljšanje funkcije i aktivnosti. Rezultati ovog prikaza slučaja upućuju na potencijalnu korist primjene PNF-a u rehabilitaciji pacijenata s protruzijom intervertebralnih diskova i funkcionalnim ograničenjima.

Cljučne riječi: kralježnica, protruzija intervertebralnog diska, fizioterapija, proprioceptivna neuromuskularna facilitacija, bol

¹ Zavod za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, KB Sveti Duh, Zagreb

ORCID ID:

Marina Brizić

ORCID: 0009-0002-6705-0435

Autor za korespondenciju:

Marina Brizić, mag.physioth.,

Zavod za fizikalnu medicinu

i rehabilitaciju, KB Sveti Duh, Zagreb

e-mail adresa autora:

marinabrizic97@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: A sedentary lifestyle, insufficient levels of physical activity, and obesity are associated with an increased risk of developing degenerative spinal changes, including intervertebral disc protrusion. Such changes may be accompanied by pain, reduced mobility, and limitations in daily functioning, which can negatively affect physical and psychological health as well as an individual's quality of life. Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) is one of the physiotherapy approaches used in the rehabilitation of individuals with musculoskeletal disorders. The aim of this case report was to describe the effects of a PNF-based rehabilitation approach in a patient with intervertebral disc protrusions.

Case Presentation: A 62-year-old female patient with diagnosed intervertebral disc protrusions and multiple comorbidities was referred for physiotherapy. The predominant symptom was pain, accompanied by significant activity limitations and prolonged inactivity during the previous year. The initial physiotherapy assessment included measurement of lumbar spine mobility, assessment of pain intensity, and evaluation of functioning and activity according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). To achieve short-term rehabilitation goals, primarily pain reduction and improvement in spinal mobility, a rehabilitation approach based on proprioceptive neuromuscular facilitation was implemented over a two-week period. A final physiotherapy assessment was performed upon completion of the intervention.

Conclusion: Following two weeks of PNF-based rehabilitation, a reduction in pain intensity, an increase in lumbar spine range of motion, and improvements in functioning and activity were observed. The findings of this case report suggest that PNF may have potential benefits in the rehabilitation of patients with intervertebral disc protrusions and associated functional limitations.

Keywords: spine, intervertebral disc protrusion, physiotherapy, proprioceptive neuromuscular facilitation, pain



Published under the Creative Commons
Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

UVOD

Hernija intervertebralnog diska jedan je od čestih poremećaja vertebralnog dinamičkog segmenta, pri kojem pomak sadržaja intervertebralnog diska može dovesti do kompresije ili iritacije korijena spinalnih živaca te pojave boli i drugih neuroloških simptoma, ovisno o razini i lokalizaciji hernijacije (1,2). Može se pojaviti u bilo kojem segmentu kralježnice, no najčešće zahvaća lumbalno područje, osobito razine L4–L5 i L5–S1 (1). Procjenjuje se da se incidencija simptomatske hernije intervertebralnog diska kreće između 5 i 20 slučajeva na 1000 odraslih osoba godišnje, pri čemu se najčešće javlja u radno aktivnoj populaciji između 30. i 50. godine života (3). Nastanak lumbalne hernije intervertebralnog diska povezuje se s brojnim čimbenicima rizika, uključujući dob, genetsku predispoziciju, pretilost, pušenje, intenzivna tjelesna opterećenja i učestalo podizanje teških tereta (2).

S obzirom na anatomsku lokalizaciju, hernija intervertebralnog diska može se klasificirati kao posterolateralna, centralna ili lateralna. Prema opsegu pomaka diskalnog

materijala razlikuju se različiti morfološki oblici, među kojima su ispupčenje, protruzija, ekstruzija i sekvestracija (3). U osoba s lumbalnom hernijom intervertebralnog diska mogu biti prisutne smanjena snaga i izdržljivost mišića trupa, uključujući leđnu i abdominalnu muskulaturu, što može biti povezano s boli i smanjenom funkcionalnom sposobnošću (4).

Terapijsko vježbanje predstavlja jednu od temeljnih konzervativnih intervencija u liječenju osoba s boli u lumbalnom dijelu kralježnice, s ciljem smanjenja simptoma, poboljšanja funkcije i povećanja sposobnosti izvođenja svakodnevnih aktivnosti (5,6). Jedan od fizioterapijskih pristupa koji se može primijeniti u rehabilitaciji osoba s lumbalnom boli jest proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (PNF). PNF se temelji na facilitaciji neuromuskularne funkcije primjenom specifičnih obrazaca pokreta i tehnika uz korištenje proprioceptivnih, eksteroceptivnih i drugih senzornih podražaja s ciljem unaprjeđenja motoričke kontrole i funkcionalnog pokreta (7).

PNF je razvijen 1940-ih godina na temelju rada dr. Hermana Kabata, kojemu su se u daljnjem razvoju koncepta pridružile fizioterapeutkinje Margaret Knott i Dorothy Voss. Prvotno se primjenjivao pretežno u neurološkoj rehabilitaciji, dok je njegova primjena s vremenom proširena i na mišićno-koštana stanja. Daljnjem razvoju, edukaciji i kliničkoj primjeni koncepta najviše pridonosi stručni i znanstveni rad Međunarodne PNF organizacije (engl. International PNF Association - IPNFA) koja djeluje od 1990. godine (7–9).

PNF koncept obuhvaća filozofiju, osnovne principe facilitacije i specifične tehnike (7). Prema IPNFA-i, njegova se filozofija temelji na pozitivnom i funkcionalnom pristupu, mobilizaciji postojećih potencijala pacijenta, holističkom pristupu te načelima motoričkog učenja i motoričke kontrole (7,9). Terapijski pristup je individualiziran, usmjeren na funkcionalne ciljeve i aktivno sudjelovanje pacijenta te uzima u obzir tjelesne funkcije i strukture, aktivnosti, participaciju i individualne potrebe, što je u skladu s biopsihosocijalnim pristupom Međunarodne klasifikacije funkcioniranja, onesposobljenosti i zdravlja (ICF) (7,9,10).

Osnovni principi facilitacije uključuju primjenu odgovarajućeg otpora, iradijaciju i pojačanje, taktilnu, vizualnu i auditivnu stimulaciju, optimalan položaj tijela i biomehaniku, trakciju i aproksimaciju, istezanje, vremensko usklađivanje pokreta (timing) te specifične obrasce pokreta. Njihova se primjena individualno prilagođava funkcionalnim sposobnostima i terapijskim ciljevima pacijenta (9).

Cilj ovog rada bio je prikazati učinke rehabilitacijskog pristupa temeljenog na proprioceptivnoj neuromuskularnoj facilitaciji kod pacijentice s protruzijom intervertebralnih diskova i pridruženim komorbiditetima.

PRIKAZ SLUČAJA

Pacijentica u dobi od 62 godine, umirovljena odgajateljica, upućena je na fizioterapiju zbog kronične boli u lumbalnom dijelu kralježnice, čiji se intenzitet tijekom posljednjih nekoliko mjeseci povećavao te značajno ograničavao svakodnevno funkcioniranje i kvalitetu života. Prema nalazu magnetske rezonancije lumbalne kralježnice iz 2023. godine utvrđene su protruzije intervertebralnih diskova na razinama L1–L2, L4–L5 i L5–S1.

Na početku fizioterapijskog procesa provedena je sveobuhvatna fizioterapijska procjena koja je uključivala subjektivni i objektivni pregled. Subjektivnim pregledom prikupljeni su podatci o medicinskoj anamnezi, trenutnom zdravstvenom stanju, karakteristikama boli, razini tjelesne aktivnosti te ograničenjima u svakodnevnom funkcioniranju. Uvidom u medicinsku dokumentaciju utvrđeno je da je pacijentica imala kardiovaskularne komorbiditete, uključujući prethodno učinjenu perkutanu

koronarnu intervenciju s ugradnjom koronarnog stenta. U anamnezi je također bio prisutan depresivni poremećaj zbog kojeg je pacijentica bila u kontinuiranom psihijatrijskom liječenju (Tablice 1. i 2.). Navedeni komorbiditeti uzeti su u obzir prilikom planiranja i provođenja fizioterapijske intervencije.

Spol	Ženski
Zanimanje	Umirovljenica
Hobi	Kućanski poslovi
Glavna dijagnoza	Protrusio disci I.V L1-L2, L4-L5, L5-S1
Prijašnje dijagnoze	Klinička depresija (psihijatrijsko liječenje), 2020. ugrađen koronarni stent, 2024. Fractura collichirurgici humeri sin.
Funkcionalna dijagnoza	Otežane aktivnosti svakodnevnoga života; osobito aktivnosti koje zahtijevaju fleksiju trupa
Komorbiditeti	Ugrađen koronarni stent
Lijekovi	Antidepresivi, diazepam, lijekovi za srce, analgetici

Tablica 1. Opći podatci o pacijentici

Glavna subjektivna tegoba	Otežano pregibanje trupa i aktivnosti koje zahtijevaju fleksiju prema naprijed
Cilj pacijentice	Omogućiti saginjanje tijekom obavljanja kućanskih poslova
Okolišni čimbenici	Obiteljska kuća s približno 10 stepenica
Osobni čimbenici	Živi sa suprugom koji pruža pomoć u svakodnevnim aktivnostima
Mogućnost sudjelovanja	Samostalna pri obavljanju osobne higijene, oblačenja, hod (otežan)
Ograničenje sudjelovanja	Većina aktivnosti koje zahtijevaju fleksiju trupa
Samostalne aktivnosti	Hod, osobna higijena
Primarno ograničenje aktivnosti	Fleksija (pregibanje) trupa
Ograničenje funkcije	Smanjena mobilnost zbog protruzije diskova na više razina te povišen tonus paravertebralne muskulature = smanjena mobilnost

Tablica 2. Klinički status i funkcionalna procjena pacijentice

Kao dominantan simptom pacijentica je navela kontinuiranu bol u lumbalnoj regiji, koja se pojačavala tijekom aktivnosti koje su uključivale fleksiju trupa. Bol nije mogla precizno lokalizirati, a opisivala je njezino povremeno širenje kranijalno prema području lopatica te kaudalno prema glutealnoj regiji. Prema navodima pacijentice, povećanje intenziteta boli bilo je praćeno pogoršanjem subjektivnog psihološkog stanja. Također je navela svakodnevnu primjenu analgetika. Intenzitet boli procijenjen je vizualnom analognom skalom (VAS).

Prije razvoja zdravstvenih poteškoća pacijentica je, prema vlastitim navodima, bila tjelesno aktivna, a priroda njezina zanimanja uključivala je svakodnevno kretanje. Nakon značajnog traumatskog životnog događaja, razvoja depresivnog poremećaja i kardiovaskularnih poteškoća došlo je do postupnog smanjenja razine tjelesne aktivnosti. U vrijeme početne fizioterapijske procjene svakodnevne aktivnosti bile su uglavnom ograničene na aktivnosti samozbrinjavanja. Pacijentica je navela da tijekom prethodnih 12 mjeseci gotovo uopće nije napuštala obiteljski dom niti odlazila u kraće šetnje. Prema njezinu iskazu, razlog takvog ograničenja nije bila isključivo fizička sposobnost, već ponajprije psihološko stanje. Dugotrajna tjelesna neaktivnost, uz postojeće strukturne promjene lumbalne kralježnice i pridružene komorbiditete, mogla je biti povezana s perzistiranjem boli i izraženim ograničenjima funkcionalnog statusa.

Objektivnim pregledom procijenjene su funkcionalne sposobnosti i ograničenja pacijentice (Tablica 3.). Procjena je uključivala opservaciju posture, palpaciju miškulature te mjerenje mobilnosti lumbalne kralježnice. Funkcioniranje pacijentice dodatno je procijenjeno prema Međunarodnoj klasifikaciji funkcioniranja, onesposobljenosti i zdravlja (ICF), uključujući domene tjelesnih funkcija i struktura, aktivnosti i participacije te okolišne i osobne čimbenike. Na temelju rezultata početne procjene definirani su individualni fizioterapijski ciljevi i plan intervencije.

Fizioterapijska intervencija provedena je tijekom dva tjedna kroz ukupno deset individualnih tretmana. Intervencija je individualno prilagođena funkcionalnom statusu, simptomima i sposobnostima pacijentice, a temeljila se na primjeni proprioceptivne neuromuskularne facilitacije (PNF), uz edukaciju i individualno prilagođen program vježbi za samostalno provođenje kod kuće.

Po završetku fizioterapijskog procesa ponovljena je procjena, pri čemu je zabilježeno objektivno poboljšanje promatranih kliničkih i funkcionalnih pokazatelja (Tablica 4.). Pacijentica je bila sposobna samostalno obavljati kućanske aktivnosti bez značajnijeg ograničenja ili pogoršanja simptoma. Uz smanjenje intenziteta boli i povećanje razine tjelesne aktivnosti, pacijentica je navela poboljšanje subjektivnog psihološkog stanja i ponovno uključivanje u socijalne aktivnosti. Također je zabilježena

veća motivacija za nastavak tjelesne aktivnosti i samostalno provođenje naučenih vježbi.

Rezultati završne procjene upućuju na poboljšanje funkcionalnog statusa i aktivnosti pacijentice nakon provedenog dvotjednog individualiziranog fizioterapijskog programa temeljenog na PNF konceptu. S obzirom na prirodu prikaza slučaja i istodobnu primjenu edukacije i kućnog programa vježbi, opažene promjene nije moguće pripisati isključivo primjeni PNF-a.

Položaj glave	Protrakcija
Torakalna kralježnica	Naglašena kifoza
Rameni obruč	Unutarnja rotacija
Lumbalna kralježnica	Naglašena lordoza
Mobilnost kukova	Ograničena
Paravertebralna miškulatura	Povišen tonus duž cijele kralježnice, osobito lumbalno
Glutealna miškulatura	Hipotona
Trbušna miškulatura	Hipotona
Pokretljivost lumbalne kralježnice	Ograničena u svim smjerovima uz prisutnu bol pri kraju pokreta
Hod	Spor, nesiguran, kraći koraci

Tablica 3. Posturalna i funkcionalna procjena pacijentice

	Početak	Završetak
VAS u mirovanju	30/100 (uz analgetik)	40/100 (bez analgetika)
VAS u aktivnosti	90/100 (uz analgetik)	60/100 (bez analgetika)
Fleksija trupa	62cm (uz bol)	15cm (bez boli)
Laterofleksija u desno	65cm (uz bol)	52cm (bez boli)
Laterofleksija u lijevo	68cm (uz bol)	55cm (bez boli)

Tablica 4. Rezultati početne i završne fizioterapijske procjene pacijentice

RASPRAVA

Suvremeni rehabilitacijski pristup osobama s boli u lumbalnom dijelu kralježnice uključuje različite oblike terapijskog vježbanja, pri čemu se program intervencije individualno prilagođava kliničkom i funkcionalnom statusu te potrebama pacijenta. Proprioceptivnu neuromuskularnu facilitaciju (PNF) stoga ne treba promatrati kao pristup koji zamjenjuje druge oblike terapijskog vježbanja, već kao jednu od mogućnosti unutar individualiziranog fizioterapijskog procesa (2,4).

U prikazanom slučaju nakon dvotjednog individualiziranog fizioterapijskog programa temeljenog na PNF konceptu zabilježeni su smanjenje intenziteta boli, povećanje mobilnosti lumbalne kralježnice te poboljšanje funkcionalnog statusa i aktivnosti pacijentice. Pacijentica je nakon završetka intervencije ponovno bila sposobna obavljati aktivnosti svakodnevnog života te se uključivati u socijalne aktivnosti. Najizraženija promjena zabilježena je u intenzitetu boli tijekom aktivnosti, koji se na vizualnoj analognoj skali (VAS) smanjio s 90/100 na 60/100. Pri interpretaciji ovog rezultata potrebno je uzeti u obzir činjenicu da je početna procjena boli provedena uz primjenu analgetika, dok je završna procjena provedena bez analgetika, što otežava izravnu usporedbu dobivenih vrijednosti.

Rezultati prikazanog slučaja u skladu su s rezultatima sustavnog pregleda i meta-analize u kojima je utvrđeno da primjena PNF-a može imati povoljan učinak na smanjenje boli i funkcionalne onesposobljenosti kod osoba s kroničnom boli u lumbalnom dijelu kralježnice. Međutim, autori su kvalitetu dostupnih dokaza ocijenili niskom do umjerenom te naglasili potrebu za metodološki kvalitetnijim istraživanjima (10). Slično tome, meta-analiza Linga i suradnika pokazala je povoljne učinke PNF-a na bol i aktivnosti kod osoba s kroničnom lumbalnom boli, ali zbog malog broja uključenih randomiziranih kontroliranih istraživanja autori preporučuju oprez pri interpretaciji rezultata (11).

Potencijal PNF-a u smanjenju boli i poboljšanju funkcionalnog statusa pokazali su i Areeudomwong i Buttagat u randomiziranom kontroliranom istraživanju provedenom na 44 osobe s kroničnom lumbalnom boli. Sudionici su tijekom tri tjedna provodili PNF program ili standardni program vježbi za trup. U PNF skupini zabilježeni su smanjenje intenziteta boli i poboljšanje funkcionalne sposobnosti, međutim bez statistički značajne razlike u odnosu na skupinu koja je provodila standardne vježbe (12). Ovakvi rezultati dodatno upućuju na to da se PNF ne može smatrati superiornim drugim oblicima terapijskog vježbanja, ali može predstavljati jednu od mogućnosti u individualiziranom rehabilitacijskom pristupu.

Uz smanjenje boli, u prikazanom slučaju zabilježeno je i povećanje mobilnosti lumbalne kralježnice, što je predstavljalo jedan od primarnih ciljeva fizioterapijske intervencije. Slične rezultate navode Kofotolis i Kellis, koji su na uzorku od 86 žena s kroničnom lumbalnom boli ispitivali učinke dvaju PNF programa tijekom četiri tjedna. U obje ispitivane skupine zabilježeni su poboljšanje mobilnosti lumbalne kralježnice, povećanje izdržljivosti mišića trupa i poboljšanje funkcionalnog statusa (13). Mogući učinci PNF-a na funkciju mogu se povezati s primjenom funkcionalnih obrazaca pokreta i koordiniranom aktivacijom više mišićnih skupina tijekom izvođenja zadataka (7).

Povoljne promjene nakon PNF programa mogu se zadržati i nakon završetka intervencije. Mavromoustakos i suradnici usporedili su učinke šestotjednog PNF programa sa standardnim programom vježbanja kod osoba s kroničnom boli u lumbalnom dijelu kralježnice te su smanjenje intenziteta boli zabilježili i osam tjedana nakon završetka programa (14). U prikazanom slučaju praćenje nakon završetka dvotjedne intervencije nije provedeno, stoga nije moguće procijeniti održivost postignutih promjena.

Važan aspekt ovog prikaza slučaja predstavlja i promjena razine aktivnosti i participacije pacijentice. Prije početka fizioterapije pacijentica je zbog kombinacije boli, dugotrajne tjelesne neaktivnosti i psiholoških čimbenika bila izrazito ograničena u svakodnevnim i socijalnim aktivnostima. Nakon završetka intervencije navela je veću razinu tjelesne aktivnosti, ponovno obavljanje kućanskih poslova, povećanu motivaciju i ponovno uključivanje u socijalne aktivnosti. Međutim, zbog složenosti kliničke slike i istodobne prisutnosti brojnih čimbenika nije moguće navedene promjene pripisati isključivo primjeni PNF-a. Rezultate je prikladnije promatrati u kontekstu individualiziranog i holističkog fizioterapijskog pristupa koji je, osim PNF-a, uključivao edukaciju, kućni program vježbi i aktivno sudjelovanje pacijentice u rehabilitacijskom procesu.

Ovaj prikaz slučaja ima nekoliko metodoloških ograničenja. Prije svega, riječ je o pojedinačnom slučaju zbog čega rezultate nije moguće generalizirati na širu populaciju osoba s protruzijom intervertebralnog diska ili kroničnom lumbalnom boli. Intervencija je trajala dva tjedna, a izostanak naknadnog praćenja onemogućuje procjenu dugoročnog održavanja postignutih rezultata. Nadalje, mišićna snaga i izdržljivost nisu objektivno mjerene, zbog čega nije moguće donositi zaključke o promjenama tih parametara. Početna i završna procjena boli provedene su u različitim uvjetima s obzirom na primjenu analgetika, što predstavlja dodatno ograničenje pri interpretaciji promjene intenziteta boli. Također, intervencija nije uključivala isključivo PNF, već i edukaciju i kućni program vježbi, zbog čega nije moguće izdvojiti učinak

pojedine komponente terapijskog programa.

Unatoč navedenim ograničenjima, u prikazanom slučaju nakon provedenog individualiziranog fizioterapijskog programa zabilježena su poboljšanja boli, mobilnosti, funkcionalnog statusa, aktivnosti i participacije. Dobiiveni rezultati u skladu su s dosadašnjim istraživanjima koja upućuju na potencijalnu korist primjene PNF-a kod osoba s kroničnom boli u lumbalnom dijelu kralježnice (10–14).

ZAKLJUČAK

U prikazanom slučaju nakon dvotjednog individualiziranog fizioterapijskog programa temeljenog na PNF konceptu zabilježeni su smanjenje boli tijekom aktivnosti, povećanje mobilnosti lumbalne kralježnice te poboljšanje funkcionalnog statusa, aktivnosti i socijalne participacije pacijentice. S obzirom na složenost kliničke slike, prisutnost protruzija intervertebralnih diskova na više razina, pridruženih komorbiditeta, dugotrajne tjelesne neaktivnosti i psiholoških čimbenika, rezultati ovog prikaza slučaja naglašavaju važnost individualiziranog i holističkog pristupa tijekom fizioterapijskog procesa.

Dostupna literatura upućuje na potencijalne povoljne učinke PNF-a na bol, funkcionalnu sposobnost, mobilnost lumbalne kralježnice i izdržljivost mišića trupa, ali PNF ne treba promatrati kao izoliran ili superioran pristup u odnosu na druge oblike terapijskog vježbanja. Može predstavljati jednu od mogućnosti unutar individualiziranog rehabilitacijskog programa. Za pouzdaniju procjenu učinaka PNF-a potrebna su daljnja kvalitetna randomizirana kontrolirana istraživanja na većim uzorcima, uz primjenu standardiziranih objektivnih mjernih instrumenata i dugoročnije praćenje ispitanika.

LITERATURA

- Pojksic M, Bisson E, Oertel J, Oertel J, Zygorakis C, Takami T, Zygorakis C, Costa F. Lumbar disc herniation: epidemiology, clinical and radiologic diagnosis WFNS spine committee recommendations. *World Neurosurgery* X. 2024; 22:100279. DOI:10.1016/j.wnsx.2024.100279.
- George SZ, Fritz JM, Silfies SP, Schneider MJ, Beneciuk JM, Lentz TA, et al. Interventions for the management of acute and chronic low back pain: revision 2021. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2021; 51 (11): CPG1-CPG60. DOI: 10.2519/jospt.2021.0304.
- Stretanski M.F., Hu Y, Mesfin FB; Disk Herniation. National Library of Medicine. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Hayden JA, Ellis J, Ogilvie R, Malmivaara A, van Tulder MW. Exercise therapy for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;9(9): CD009790. DOI: 10.1002/14651858.CD009790.pub2.
- Bekkering GF, Hendriks HJ, Koes BW, Oostendorp RA, Ostelo RW, Thomassen JM, et al.; Dutch physiotherapy guidelines for low back pain. *Physiotherapy*. 2003;89(2):82-96. DOI: 10.1016/S0031-9406(05)60579-2
- Anggiat L, Arianawati Manurung NS, Hasoloan Manik JW; Proprioceptive neuromuscular facilitation approach for low back pain: A review study. *International Journal of Sport, Exercise and Health research* 2022; 6(1):82-87. DOI:10.31254/sportmed.6113.
- Smedes F, Heidmann M, Schafer C, Fischer N, Stepien A. The proprioceptive neuromuscular facilitation-concept; the state of the evidence, a narrative review. *Physical Therapy Reviews* 2016; 21(1):17-31. DOI:10.1080/10833196.2016.1216764.
- International PNF Association. Dostupno na: <https://www.ipnfa.org/organisation/history-of-pnf/>
- Beckers D, Buck M; PNF in Practice. 5th edition. Springer ,2021. DOI:10.1007/978-3-662-61818-9.
- Arcanjo FL, Martins JVP, Mote P, Leporace G, de Oliveira DA, de Sousa CS, et.al. Proprioceptive neuromuscular facilitation training reduces pain and disability in individuals with low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Clin Pract*. 2022;46:101505. DOI: 10.1016/j.ctcp.2021.101505.
- Ling LX, Huang KY, Zhang R, Liu ZY, Pu LH. Efficacy and safety of proprioceptive neuromuscular facilitation for chronic low back pain: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Turk J Phys Med Rehabil*, 2022;25;68(3):439-446. DOI: 10.5606/tftrd.2022.7797.
- Areeudomwong P, Buttagat V. Proprioceptive neuromuscular facilitation training improves pain-related and balance outcomes in working-age patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Baz J Phys Ther*. 2019;23(5):428-436. DOI: 10.1016/j.bjpt.2018.10.005.
- Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility and functional performance in women with chronic low back pain. *Phys Ther*. 2006;86(7):1001-1012 DOI: 10.1093/ptj/86.7.1001.
- Mavromoustakos S, Beneka A, Malliou V, Adamidis A, Kellis E, Kagioglou A; Effects of a 6-week proprioceptive neuromuscular facilitation intervention on pain and disability in individuals with chronic low back pain. *J Phys Act Nutr Rehabil*. 2015;1(1):1-13.