

Učinkovitost pristupa proprioceptivne neuromuskularne facilitacije u rehabilitaciji neuroloških bolesnika

The effectiveness of the proprioceptive neuromuscular facilitation approach in the rehabilitation of neurological patients

¹Marija Crnković Knežević, univ. mag. physioth.

¹Katarina Kovačević, univ. mag. physioth.

¹ Veleučilište "Lavoslav Ružička" u Vukovaru, Vukovar, Hrvatska

Sustavni pregled literature
Systematic review

Sažetak

Uvod: Neurološki poremećaji pogađaju preko 40% svjetske populacije, značajno narušavajući zdravlje te uzrokujući invalidnost. Neuromuskularna reedukacija, zahvaljujući neuroplastičnosti središnjeg živčanog sustava, omogućuje djelomičan ili potpun funkcionalni oporavak.

Cilj: Istražiti učinkovitost pristupa proprioceptivne neuromuskularne facilitacije u rehabilitaciji bolesnika s neurološkim oboljenjima.

Materijali i metode: Pretraživana je baza podataka PubMed. Korištene su ključne riječi: proprioceptivna neuromuskularna facilitacija i moždani udar, proprioceptivna neuromuskularna facilitacija i Parkinsonova bolest, te proprioceptivna neuromuskularna facilitacija i multipla skleroza.

Rezultati: Nakon provedbe pretraživanja i filtriranja radova u skladu s postavljenim ciljem istraživanja, u konačnu analizu je uključeno 6 radova koji pružaju relevantne i detaljne podatke te su tematski usklađeni s ciljem istraživanja.

Zaključak: U usporedbi s drugim terapijskim metodama i procedurama, proprioceptivna neuromuskularna facilitacija pokazuje usporedive ili superiornije terapijske učinke te se može primjenjivati samostalno ili u kombinaciji s drugim fizioterapijskim postupcima. Potrebna su daljnja istraživanja koja će biti usmjerena isključivo na ispitivanje učinaka proprioceptivne neuromuskularne facilitacije u rehabilitaciji bolesnika s neurološkim oboljenjima.

Ključne riječi: moždani udar, multipla skleroza, Parkinsonova bolest, proprioceptivna neuromuskularna facilitacija

Abstract

Introduction: Neurological disorders affect over 40% of the world's population, significantly impairing health and causing disability. Neuromuscular reeducation, thanks to the neuroplasticity of the central nervous system, enables partial or complete functional recovery, especially in patients with neurological diseases.

Aim: To investigate the effectiveness of the proprioceptive neuromuscular facilitation approach in the rehabilitation of patients with neurological diseases.

Materials and methods: The PubMed database was searched. The following keywords were used: proprioceptive neuromuscular facilitation and stroke, proprioceptive neuromuscular facilitation and Parkinson's disease, and proprioceptive neuromuscular facilitation and multiple sclerosis.

Results: After conducting a search and filtering of papers in accordance with the set research objective, 6 papers were included in the final analysis that provided relevant

and detailed data and were thematically aligned with the research objective.

Conclusion: Compared to other therapeutic methods and procedures, proprioceptive neuromuscular facilitation shows comparable or superior therapeutic effects and can be applied alone or in combination with other physiotherapy procedures. Further research is needed that will be focused exclusively on examining the effects of proprioceptive neuromuscular facilitation in the rehabilitation of patients with neurological diseases.

Key words: stroke, multiple sclerosis, Parkinson's disease, proprioceptive neuromuscular facilitation

Uvod

Više od jedne trećine svjetskog stanovništva (oko 42%) je 2021. godine imalo neki oblik neurološkog poremećaja¹, bez obzira na dob, spol, obrazovanje ili prihode ljudi.² Ovi poremećaji predstavljaju vodeći uzrok lošeg zdravlja i invaliditeta.^{1,3} Motorička i senzorna oštećenja narušavaju tjelesno i mentalno zdravlje, smanjuju kvalitetu života i sposobnost punog sudjelovanja oboljelih u društvu, ograničavajući njihove aktivnosti svakodnevnog života i otežavajući nastavak profesionalnog djelovanja.^{1,4} Neurološki poremećaji doprinose značajnom zdravstvenom, socijalnom i ekonomskom opterećenju.¹

U Hrvatskoj su cerebrovaskularne bolesti među deset vodećih uzroka smrti, zauzimajući 3. mjesto kod žena i 4. mjesto kod muškaraca.⁵ Invaliditet povezan s oštećenjem središnjeg, odnosno perifernog živčanog sustava u Hrvatskoj je zabilježen kod 116 152, odnosno 19 296 osoba.⁶ Osobe s neurološkim bolestima imaju oštećeno funkcioniranje, što može dovesti do ograničenja aktivnosti i/ili ograničavanja sudjelovanja.⁷ Stoga se optimalna rehabilitacija učinkovito bavi komponentama, kako je definirano Međunarodnom klasifikacijom funkcioniranja (MKF), kao što su oštećenje, ograničenja aktivnosti i ograničenja sudjelovanja te kontekstualni i osobni čimbenici, s ciljem zadovoljavajuće kvalitete života kako je percipira pojedinac.⁴ Odnos između tri domene MKF-a jasan: oštećenja utječu na aktivnosti, a aktivnosti utječu na sudjelovanje.⁴ Osim toga, na sve navedene domene, utječu još i okolišni čimbenici.⁷ Iz tog razloga pristup osobama s invaliditetom zahtijeva multidisciplinarnu intervenciju, pri čemu je fizioterapija u sklopu rehabilitacije jedna od ključnih komponenata.⁷ U fizioterapiji neuroloških bolesnika ciljevi liječenja usmjereni su na poboljšanje tjelesnih funkcija i struktura, osobito motoričke kontrole hodanja i funkcije gornjih ekstremiteta, unaprjeđenje sposobnosti izvođenja aktivnosti, uključujući aktivnosti svakodnevnog života, te povećanje razine sudjelovanja u svakodnevnim i društvenim aktivnostima.⁸ Proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (PNF) učestalo je korišten rehabilitacijski koncept.⁴ Oblik je neuromuskularne reedukacije koji nastoji iskoristiti

fenomen neuroplastičnosti i olakšati oporavak funkcije oštećenog dijela tijela, a uključuje stimulaciju senzornih receptora za pružanje informacija o položaju tijela i kretanju.⁹ Kombiniranjem različitih tehnika PNF ima za cilj stimulirati neuromuskularni sustav kako bi se olakšali funkcionalni obrasci kretanja¹⁰ i omogućio željeni pokret.⁹

Moždani udar je drugi vodeći uzrok smrti u svijetu, treći vodeći uzrok invaliditeta i vodeći uzrok demencije u svijetu.¹¹⁻¹³ Broj osoba s invaliditetom nakon njegovog preboljenja brže raste u zemljama s niskim i srednjim, nego u zemljama s visokim prihodima.¹¹ Kako bi se kvaliteta skrbi za bolesnike s moždanim udarom poboljšala, neophodno je osnaživanje i dodatno osposobljavanje zdravstvenih djelatnika.¹¹ Postoje različiti rehabilitacijski tretmani koji se primjenjuju nakon moždanog udara,¹⁴ uključujući i PNF.^{4,15} Primjenjuje se s ciljem ponovnog učenja izgubljenih funkcija živčanog sustava i kao takav koncept treba biti uključen u bilo koji funkcionalni trening osoba koje su preboljele moždani udar.⁴

Oboljelih od Parkinsonove bolesti u Hrvatskoj, prema dostupnim podacima, trenutno ima oko 16 000 osoba.¹⁶ Smanjena funkcionalna neovisnost i pad kvalitete života samo su neki od izazova s kojima se susreću osobe s Parkinsonovom bolesti.¹⁷ Terapijsko vježbanje smatra se osnovnim elementom svake fizioterapije bolesnika s Parkinsonovom bolesti, pri čemu treba uzeti u obzir niz čimbenika kao što su intenzitet, specifičnost i složenost vježbi kako bi se postigao najbolji rezultat.^{18,19} S obzirom na mehanizme djelovanja koji uključuju autogenu i recipročnu inhibiciju, kao i otpuštanje stresa, PNF bi mogao pozitivno djelovati na liječenje rigidnosti, ali i na prostorno-vremenske parametre hoda, kao što su duljina koraka i brzina hoda.²⁰

U Hrvatskoj trenutno ima preko 7 000 osoba oboljelih od multiple skleroze.¹⁶ S obzirom na prethodna istraživanja²¹ uočava se da je broj bolesnika s multiplom sklerozom u porastu. Bolesnicima s multiplom sklerozom rehabilitaciju treba prilagoditi trenutnim simptomima bolesti zbog čega je vrlo važan individualni pristup bolesniku, kao i intenzitet, učestalost i trajanje vježbi. Spastičnost i dugotrajna neaktivnost mogu dovesti do smanjenog opsega pokreta.^{22,23}

Unatoč dostupnoj međunarodnoj literaturi o primjeni proprioceptivne neuromuskularne facilitacije (PNF) u neurološkoj rehabilitaciji, na hrvatskom govornom području postoji manjak stručnih i preglednih radova koji sustavno prikazuju i analiziraju njezinu primjenu. Stoga je cilj ovog istraživanja bio istražiti učinkovitost pristupa proprioceptivne neuromuskularne facilitacije u rehabilitaciji bolesnika s neurološkim oboljenjima.

Materijali i metode

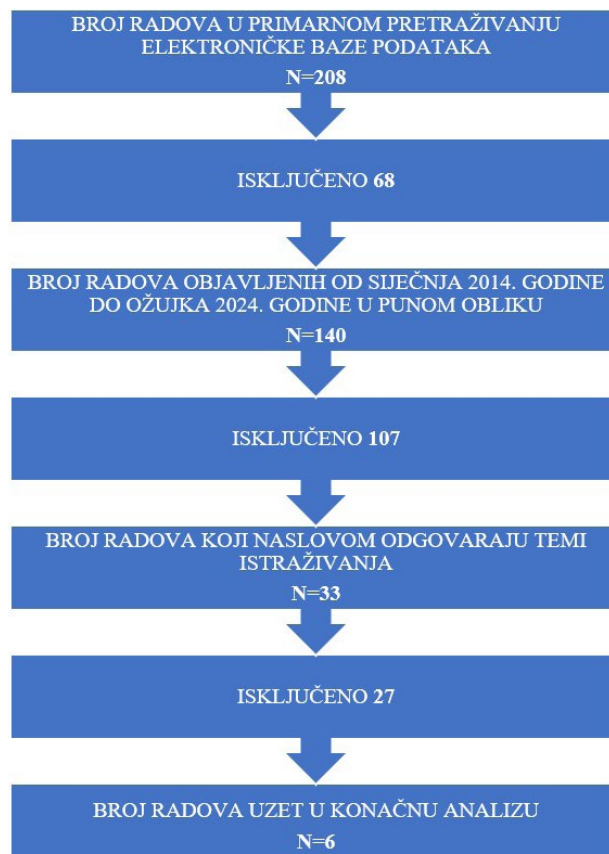
Provedena je elektronička pretraga online baze podataka PubMed. Uključeni su sustavni pregledi literature, meta-analize, klinička istraživanja te randomizirana kontrolirana istraživanja o učinkovitosti pristupa proprioceptivne neuromuskularne facilitacije u rehabilitaciji neuroloških bolesnika u rasponu od siječnja 2014. godine do ožujka 2024. godine. Uključeni pojmovi za pretraživanje su bili proprioceptivna neuromuskularna facilitacija i moždani udar, proprioceptivna neuromuskularna facilitacija i Parkinsonova bolest, te proprioceptivna neuromuskularna facilitacija i multipla skleroza.

Navedenim pretraživanjem dobiveno je 140 cjelovitih radova. Analizom dostupnih cjelovitih radova izabrana su 33 rada koja su naslovom odgovarala temi istraživanja. Pregledom navedenih radova 6 radova je uzeto u konačnu analizu koji su temom odgovarali ciljevima pretraživanja. Niti jedan cjeloviti rad, s obzirom na ciljeve našeg pretraživanja, nije objavljen u navedenom vremenskom razdoblju vezano za proprioceptivnu neuromuskularnu facilitaciju i multiplu sklerozu.

Rezultati

Tijek obrade podataka prikazan je PRIZMA dijagramom (Grafikon 1.).

Grafikon 1. PRIZMA dijagram



Rezultati analiziranih radova prikazani su u Tablici 1. S Tablica 1. sadrži podatke vezane za Parkinsonovu bolest i moždani udar, pri čemu se prvi rad odnosi na

Parkinsonovu bolest (radi se o meta-analizi), dok se preostalih pet radova odnosi na moždani udar.

Tablica 1. Utjecaj PNF-a u rehabilitaciji neuroloških bolesnika

AUTORI	GODINA OBJAVLJIVANJA	VRSTA ISTRAŽIVANJA	BROJ ISPITANIKA	ZAKLJUČAK AUTORA
de Assis, Luvizutto, G, Bruno, de Souza ²⁰	2020	Sustavni pregled literature i meta-analiza	N= 6 studija (153 sudionika)	Na temelju meta-analize, otkrili su da je PNF sličan ili bolji od drugih terapija za poboljšanje brzine hoda.
Nguyen, Chou, Hsieh ²⁴	2022	Sustavni pregled literature i meta-analiza	N= 19 studija (532 sudionika)	Rezultati sugeriraju da fizioterapija temeljena na PNF-u ima statistički značajne učinke na poboljšanje ravnoteže i brzine hoda kod pojedinaca najmanje 6 mjeseci nakon moždanog udara.
Gunning, Uszynski ²⁵	2019	Sustavni pregled literature	N= 5 studija (451 sudionik)	Liječenje PNF metodom dovelo je do statistički značajnog poboljšanja mjera ishoda hoda kod bolesnika s moždanim udarom u svim studijama. Trenutna istraživanja sugeriraju da je PNF učinkovit tretman za poboljšanje parametara hoda kod bolesnika s moždanim udarom.
Ribeiro, Silva, de Alencar Caldas, Silva, Cavalcanti, Lindquist ²⁶	2014	Kliničko istraživanje	N=11	Rezultati su pokazali da je program rezultirao poboljšanjem motoričke funkcije i funkcionalnosti, što sugerira da bi ovaj program mogao biti koristan za ove ishode.
Seo, Park, Park ²⁷	2015	Randomizirano kontrolirano istraživanje	N= 30	Grupa za vježbanje hoda na kojoj je primijenjen PNF imala je poboljšanja u sposobnosti ravnoteže i dobar rezultat pri hodu uz stepenice.
Slupska, Halski, Żytkiewicz, Ptazkowski, Dymarek, Taradaj, Paprocka-Borowicz ²⁸	2019	Randomizirano kontrolirano istraživanje	N = 60	Primjena PNF-a doprinosi smanjenju bioelektrične mišićne aktivnosti pomoćne dišne muskulature zahvaćene strane tijela u usporedbi sa tretmanom pozicioniranja. Autori sugeriraju potencijalnu korisnost primjene PNF-a na pomoćnoj respiratornoj muskulaturi za poboljšanje plućne ventilacije i same oksigenacije tkiva kod bolesnika s moždanim udarom.

Rasprava

Rana intenzivna mobilizacija može poboljšati funkcionalni oporavak nakon moždanog udara.²⁹ Padovi su u najvećoj mjeri posljedica trajnih neuroloških oštećenja, osobito poremećaja ravnoteže i hoda, smanjene mišićne snage te oslabljenog senzornog procesuiranja.³⁰ Takva oštećenja često perzistiraju godinama nakon završetka bolničke rehabilitacije³¹ i objašnjavaju visoku incidenciju padova u populaciji osoba s kroničnim moždanim udarom. U tom kontekstu, dostupni dokazi upućuju na potencijalnu učinkovitost proprioceptivne neuromuskularne facilitacije (PNF)

u poboljšanju ravnoteže, snage donjih ekstremiteta i funkcionalne mobilnosti.^{32,33} Međutim, iako su rezultati većine studija pozitivni, njihova interpretacija zahtijeva oprez zbog izraženih metodoloških razlika i ograničenja.

Pregled literature Gunning i Uszynski ukazuje na povoljan učinak PNF-a na parametre hoda kod osoba nakon moždanog udara, no uključene studije obuhvaćaju heterogene populacije i širok raspon kliničkih indikacija, od neuroloških do mišićno-koštanih i gerijatrijskih poremećaja.²⁵ Takva raznolikost, uz korištenje različitih dizajna istraživanja i mjera ishoda, opravdava narativni pristup pregledu, ali istodobno ograničava mogućnost donošenja snažnih zaključaka o specifičnoj učinkovitosti PNF-a u pojedinim kliničkim

skupinama.²⁵ Posebno zanimljivi rezultati zabilježeni su u istraživanjima koja su primjenjivala PNF tijekom složenijih funkcionalnih zadataka, poput hoda po stepenicama, gdje su zabilježena poboljšanja vremensko-prostornih parametara hoda i funkcionalne izvedbe, uz istodobno poboljšanje ravnoteže.²⁷ S obzirom na povećane zahtjeve za kontrolu trupa i snagu donjih ekstremiteta tijekom ovakvih zadataka, ovi nalazi sugeriraju da PNF može imati veći učinak u uvjetima povećanog motoričkog izazova. Nakon provedenog istraživanja Cayco i sur. su zaključili kako PNF pridonosi pozitivnim promjenama u funkcionalnoj snazi, aktivaciji trupa i zdjelice te brzini hoda koji su važni u smanjenju rizika od pada.⁹ Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se utvrdio utjecaj PNF-a na veći uzorak starijih osoba koji su preboljeli moždani udar.

Važnost kontrole trupa u prevenciji pada i osiguravanju stabilnog hoda dosljedno se naglašava u literaturi.³⁴ PNF se koristi kao metoda koja stimulira proprioceptore unutar mišića i tetiva s ciljem poboljšanja sposobnosti ravnoteže osoba koji su preboljele moždani udar, čime se poboljšavaju njihove funkcije i povećava se snaga mišića, fleksibilnost, ravnoteža i koordinacija, učinkovito maksimizirajući odgovore motoričkih jedinica.³⁵ Spiralni i dijagonalni obrasci pokreta karakteristični za PNF pokazuju povoljan učinak na funkcionalnu stabilnost trupa u antero-posteriornom i lateralnom smjeru,²⁴ a trening usmjeren na trup može poboljšati dinamičku kontrolu, ravnotežu u sjedećem i stojećem položaju te ukupnu mobilnost bolesnika nakon moždanog udara.³⁶ Pozitivni ishodi primjene PNF uzoraka trupa i zdjelice potvrđeni su u više studija^{37,38} pri čemu se učinak pripisuje stimulaciji proprioceptora mišića i zglobova, poboljšanoj kontroli zdjelice i posljedično učinkovitijem hodu i ravnoteži.^{24,39} Ipak, nisu svi nalazi jednoznačni. Istraživanje Chitra i Sharan pokazalo je veći porast funkcionalne neovisnosti pri kombinaciji PNF-a i vježbi stabilnosti trupa u odnosu na same vježbe, dok razlike u ravnoteži i motoričkom oporavku između skupina nisu bile značajne.⁴⁰ Ovi rezultati upućuju na mogućnost doprinosa PNF-a funkcionalnim ishodima, prije nego specifičnim neurološkim promjenama, ali i na ograničenu osjetljivost korištenih mjernih instrumenata. Tehnike ritmička inicijacija, drži-opusti i agonistički obrat mogu pomoći u normalizaciji tonusa zahvaćenih mišića trupa, istezanju skraćenih struktura, smanjenju hipertonusa, inicijaciji pokreta, jačanju oslabljene muskulature i poboljšanju kontrole zdjelice. Svi ti učinci mogu izravno ili neizravno utjecati na kontrolu trupa.³⁷

Kombiniranje PNF-a s drugim terapijskim modalitetima često pokazuje bolje rezultate od samostalne primjene. PNF zdjelice u kombinaciji s vježbama za donje ekstremitete povoljnije utječe na parametre hoda i asimetriju zdjelice nego same vježbe ravnoteže,⁴¹ dok je kombinacija PNF uzoraka zdjelice i stabilizacijskih vježbi trupa učinkovitija od kombinacije s vježbama fleksibilnosti.⁴² Slični trendovi uočeni su i pri kombinaciji PNF-a s trakom za trčanje,⁴³ kineziološkom trakom za

potkoljenu^{44,45} te transkranijalnom istosmjernom stimulacijom u kombinaciji s konvencionalnom fizioterapijom.⁴⁶ Suprotno tome, u istraživanju Shim-a i sur. nisu pronađene razlike između primjene samog PNF-a i njegove kombinacije s EMG-om potaknutom funkcionalnom električnom stimulacijom (FES).³⁸ Autori ističu značajna metodološka ograničenja, uključujući nemogućnost kvantifikacije otpora u PNF obrascima te ograničenu primjenu FES-a na svega dva mišića.³⁸

Osim posturalne kontrole, nakon moždanog udara često je narušena i funkcija respiratorne muskulature. Nalazi Slupske i sur. upućuju na promjene bioelektrične aktivnosti pomoćnih respiratornih mišića nakon primjene PNF tehnika, uz potencijalnu korist u normalizaciji disanja i prevenciji hipoksije.²⁸ Iako su ovi rezultati obećavajući, riječ je o području s izrazito ograničenim brojem istraživanja, što onemogućuje donošenje čvrstih kliničkih preporuka.

Bolesnici s hemiplegijom uzrokovanom ozljedom mozga suočavaju se s izraženim poteškoćama u hodu koje proizlaze iz poremećenog vremenskog slijeda mišićnih kontrakcija, smanjene mišićne napetosti te nedostatne posturalne stabilnosti.⁴⁷ Takva kombinacija neuromuskularnih deficita značajno narušava učinkovitost i sigurnost hoda te povećava rizik od sekundarnih komplikacija. Stoga se u rehabilitacijskom pristupu opravdano daju prednost fizioterapijskim metodama koje ciljano detektiraju funkcionalne poremećaje, poput facilitacijskih tehnika, budući da one putem ponavljane senzomotoričke stimulacije i usmjerenog motoričkog učenja mogu potaknuti adaptivne procese središnjega živčanog sustava i aktivirati mehanizme neuroplastičnosti. Kod hemiplegičnog hoda PNF pokazuje povoljan učinak na normalizaciju mišićne aktivacije, smanjenje spasticiteta antagonista i poboljšanje sinergijskog rada mišića.^{26,39,48}

Slični principi primjenjuju se i u rehabilitaciji Parkinsonove bolesti, gdje je poboljšanje hoda jedan od ključnih ciljeva fizioterapije.^{19,49,50} Primjena PNF-a u rehabilitaciji bolesnika s Parkinsonovom bolesti mogla bi imati pozitivne učinke na kliničko stanje i fizičke aspekte kao što su bradikineza, hipokineza, tremor u mirovanju, rigidnost, posturalna nestabilnost²⁰, a koje posljedično dovode do poteškoća s hodom, te povećanog rizika od padova.⁵¹ Dokazi upućuju na to da PNF, osobito u kombinaciji s konvencionalnom fizioterapijom, može poboljšati ravnotežu, hod i funkcionalnu sposobnost kod bolesnika s Parkinsonovom bolesti, u odnosu na primjenu samostalne konvencionalne fizioterapije prema Europskim smjernicama za fizioterapiju.^{52,53} Meta-analiza i sur. pokazuje da PNF ima sličan ili bolji učinak na brzinu hoda u odnosu na druge terapijske pristupe,²⁰ no većina uključenih studija karakterizirana je malim uzorcima i kratkim trajanjem intervencija.

Slična metodološka ograničenja prisutna su i u studijama koje ispituju primjenu PNF-a kod multiple skleroze. Pilot studije upućuju na potencijalne koristi u ranim stadijima bolesti,^{54,55} ali istraživanja s većim uzorcima i dugoročnim praćenjem zasad nedostaju. Usporedna istraživanja, poput onog Hortobágyi i sur. sugeriraju manju učinkovitost PNF-a u odnosu na druge oblike vježbanja, no i ona imaju metodološka ograničenja u procjeni njegova utjecaja na progresiju bolesti.⁵⁶ Spastičnost i dugotrajna neaktivnost mogu dovesti do smanjenog opsega pokreta.^{22,23} Tehnike ponovljeni nateg u toku pokreta i drži-opusti koriste se za hipotonične mišiće zbog aktiviranja alfa motoneurona, pokretanja refleksa istezanja i aktiviranja gama petlje koje posljedično dovode do olakšanja mišićne kontrakcije. Ritmička rotacija utječe na mehanoreceptore u zglobu, inhibirajući alfa motoneurone spastičnih mišića. Drži-opusti tehnika djeluje inhibirajuće na alfa motoneurone zbog utjecaja na Golgijev sustav u mišićnom vretenu i podraživanja Renshaw stanica u kralježničnoj moždini.⁵⁴ Umor je glavna prepreka intenzivnoj fizioterapiji zbog čega je potrebno konstantno prilagođavanje plana fizioterapije. Napredovanjem bolesti umor se javlja sve češće zbog povećane potrošnje energije te su posljedično koristi od fizioterapije smanjene zbog slabijeg intenziteta.²³

Dostupni dokazi sugeriraju da PNF može imati pozitivan učinak na ravnotežu, hod, kontrolu trupa i funkcionalnu sposobnost kod različitih neuroloških bolesti, osobito kada se primjenjuje kao dio multimodalnog rehabilitacijskog programa. Ipak, većinu studija obilježavaju mala veličina uzorka, heterogeni protokoli rehabilitacije i raznolike mjere ishoda, što otežava usporedbu rezultata i sintezu dokaza. Ograničen broj randomiziranih kontroliranih istraživanja visoke metodološke kvalitete dodatno umanjuje snagu preporuka. Buduća istraživanja trebala bi se usmjeriti na standardizaciju intervencija i mjernih instrumenata, uključivanje većih uzoraka te dugoročno praćenje ishoda kako bi se jasnije utvrdila uloga PNF-a u suvremenoj neurorehabilitaciji.

Zaključak

Na temelju provedenog pregleda literature može se zaključiti da propioceptivna neuromuskularna facilitacija ima potencijalno pozitivne učinke u rehabilitaciji bolesnika s neurološkim oboljenjima, osobito na poboljšanje neuromuskularne kontrole, aktivaciju mišića te ponovno uspostavljanje izgubljenih funkcija. Fizioterapijske intervencije kod neuroloških bolesnika koje kombiniraju komponente različitih pristupa, pokazale su pozitivne rezultate u kliničkoj praksi, osobito u oporavku funkcionalne neovisnosti.

Trenutno je dostupno vrlo malo istraživanja koja ispituju učinak PNF-a kod neuroloških bolesti. Najviše dokaza dostupno je za populaciju osoba nakon moždanog udara, dok su rezultati kod Parkinsonove bolesti i multiple skleroze obećavajući, ali još uvijek nedostatni

za donošenje čvrstih kliničkih preporuka. Potrebna su nova istraživanja usmjerena isključivo na ispitivanje učinaka PNF-a kod specifičnih neuroloških dijagnoza, s posebnim fokusom na ciljane mišićne skupine.

Novčana potpora: Nema

Sukob interesa: Nema

Doprinos autora:

MCK i KK jednako su sudjelovale u osmišljavanju koncepta i dizajnu istraživanja, prikupljanju podataka, analizi i interpretaciji podataka.

Literatura

- World Health Organization. Global status report on neurology. 2025. [Internet] Dostupno na: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240116139>
- World Health Organization. Neurological disorders affect millions globally: WHO report. 2007.
- Aravamuthan BR, Moretti L, Cejas D, et al. Advancing Disability Equity in Neurology: An AAN Position Statement. *Neurology*, 2025; 105: e213873.
- Guiu-Tula FX, Cabanas-Valdés R, Sitjà-Rabert M, Urrútia G, & Gómara-Toldrà N. The Efficacy of the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) approach in stroke rehabilitation to improve basic activities of daily living and quality of life: a systematic review and meta-analysis protocol. *BMJ open*, 2017; 7: e016739.
- Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 2024. g. – tablični podaci. Stanovništvo i vitalni događaji (podatci o umrlima). 2025.
- Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 2023. godinu.
- Correa CL, Liou TH, Barrios M. ICF-based rehabilitation for neurological disease. *Front. Rehabil. Sci.* 2022; 3: 995070.
- Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJ, Van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence?. *Clin Rehabil.* 2004;18:833-862.
- Cayco CS, Gorgon EJ, Lazaro RT. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation on balance, strength, and mobility of an older adult with chronic stroke: A case report. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21:767-774.
- George J, Maqsood M, Ahmed HS, Muhammad AS. The Efficacy of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Techniques in Improving Range of Motion and Strength: A Systematic Review. *EEJPH.* 2025; 26:996-1002.
- Feigin VL, Owolabi MO, Abd-Allah F. et al. Pragmatic solutions to reduce the global burden of stroke: a World Stroke Organization–Lancet Neurology Commission. *Lancet Neurol.* 2023;22:1160-1206.
- Soto-Vidal C, Calvo-Fuente V, Hidalgo-Galante E, Cerezo-Téllez E, Pérez-Martín Y, Pacheco-da-Costa S. Effectiveness of physiotherapy for improving functionality, participation, and quality of life after a stroke: Study protocol for a randomized controlled clinical trial. *J Pers Med.* 2024; 14: 891.
- Feigin VL, Brainin M, Norrving B et al. World stroke organization: global stroke fact sheet 2025. *Int J Stroke.* 2025. 20: 132-144.
- Todhunter-Brown A, Sellers CE, Baer GD et al. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2025:CD001920.
- Pollock A, Baer G, Pomeroy V, Langhorne P. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007:CD001920.
- Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Rezultati projekta EUROSTAT "Morbidity Statistics" - podaci za Hrvatsku. 2022.
- Zhao N, Yang Y, Zhang . Quality of life in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis of comparative studies. *CNS Neurosci Ther.* 2021;27:270-279.
- Radder DLM, Sturkenboom IH, van Nimwegen M, Keus SH, Bloem BR, de Vries NM. Physical therapy and occupational therapy in Parkinson's disease. *Int J Neurosci.* 2017;127:930-943.
- Abbruzzese G, Marchese R, Avanzino L, Pelosin E. Rehabilitation for Parkinson's disease: Current outlook and future challenges. *Parkinsonism Relat Disord.* 2016;22:S60-S64.
- de Assis ISA, Luvizutto GJ, Bruno ACM, de Souza LAPS. The Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Concept in Parkinson Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Chiropr Med.* 2020;19:181-187
- Benjak T, Štefančić V, Draušnik Ž. Prevalence of multiple sclerosis in Croatia: data from national and non-governmental organization registries. *Croat. Med. J.* 2018;59:65-70.
- Halabchi F, Alizadeh Z, Sahraian MA, Abolhasani M. Exercise prescription for patients with multiple sclerosis; potential benefits and practical recommendations. *BMC Neurol.* 2017;17:185.
- Kubsik-Gidlewska AM, Klimkiewicz P, Klimkiewicz R, Janczewska K, Woldańska-Okońska M. Rehabilitation in multiple sclerosis. *Adv Clin Exp Med.* 2017;26:709-715.
- Nguyen PT, Chou LW, Hsieh YL. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation-Based Physical Therapy on the Improvement of Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Life (Basel).* 2022;12:882.
- Gunning E, Uszynski MK. Effectiveness of the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Method on Gait Parameters in Patients With Stroke: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2019;100:980-986.
- Ribeiro TS, de Sousa e Silva EM, Sousa Silva WH. Effects of a training program based on the proprioceptive neuromuscular facilitation method on post-stroke motor recovery: a preliminary study. *J Bodyw Mov Ther.* 2014;18:526-532.
- Seo K, Park SH, Park K. The effects of stair gait training using proprioceptive neuromuscular facilitation on stroke patients' dynamic balance ability. *J Phys Ther Sci.* 2015;27:1459-1462.
- Slupska L, Halski T, Żytkiewicz M, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation for Accessory Respiratory Muscles Training in Patients After Ischemic Stroke. *Adv Exp Med Biol.* 2019;1160:81-91.
- Morreale M, Marchione P, Pili A. Early versus delayed rehabilitation treatment in hemiplegic patients with ischemic stroke: proprioceptive or cognitive approach. *Eur J Phys Rehabil Med* 2016; 52: 81-89.
- Weerdesteyn V, de Niet M, van Duijnhoven HJ, Geurts AC. Falls in individuals with stroke. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45:1195-1213.
- Lim JY, Jung SH, Kim WS, Paik NJ. Incidence and risk factors of poststroke falls after discharge from inpatient rehabilitation. *PM R.* 2012;4:945-953.
- Akosile CO, Adegoke BOA, Johnson OE, Maruf FA. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation technique on the functional ambulation of stroke survivors. *J. Nig. Soc. Physiother.* 2011;18:22.
- Kim EK, Lee DK, Kim YM. Effects of aquatic PNF lower extremity patterns on balance and ADL of stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2015;27:213-215.
- Cabrera-Martos I, Ortiz-Rubio A, Torres-Sánchez I, López-López L, Jarrar M, Valenza MC. The Effectiveness of Core Exercising for Postural Control in Patients with Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PM R.* 2020;12:1157-1168.

35. Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, Gangi J, Hartman S. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *J Aging Phys Act.* 2002; 10: 476-488.
36. Van Crielinge T, Truijen S, Schröder J. The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2019;33:992-1002.
37. Shinde K, Ganvir S. Effectiveness of trunk proprioceptive neuromuscular facilitation techniques after stroke: a meta-analysis. *Natl J Med Allied Sci* 2014; 3:29-34.
38. Shim J, Hwang S, Ki K, Woo Y. Effects of EMG-triggered FES during trunk pattern in PNF on balance and gait performance in persons with stroke. *Restor Neurol Neurosci.* 2020;38:141-150.
39. Shah SR, Doshi H, Shah, C. Effectiveness of Pelvic Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Trunk Stability and Gait Parameter in Stroke Patients: A Systemic Review. *Med J.* 2022; 15:475-482.
40. Chitra J, Sharan R. A comparative study on the effectiveness of core stability exercise and pelvic proprioceptive neuromuscular facilitation on balance, motor recovery and function in hemiparetic patients: a randomized clinical trial. *Rom J Phys Ther.* 2015; 21:12-18.
41. Boob MA, Kovala RK. Effectiveness of Pelvic Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Techniques on Balance and Gait Parameters in Chronic Stroke Patients: A Randomized Clinical Trial. *Cureus.* 2022;14:e30630.
42. Sharma V, Kaur J. Effect of core strengthening with pelvic proprioceptive neuromuscular facilitation on trunk, balance, gait, and function in chronic stroke. *J Exerc Rehabil.* 2017;13:200-205.
43. Kim CH, Kim YN. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and treadmill training on the balance and walking ability of stroke patients JKPTS. 2018; 30. 79-83.
44. Kim BR, Kang TW. The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation lower-leg taping and treadmill training on mobility in patients with stroke. *Int J Rehabil Res.* 2018;41:343-348.
45. Jeong WM, Kim BR, Kang MG. Effect of treadmill training and proprioceptive neuromuscular facilitation lower leg taping on balance and gait ability in stroke patients. *PNF Move.* 2016; 14: 83-91.
46. Tedla JS, Rodrigues E, Ferreira AS. Transcranial direct current stimulation combined with trunk-targeted, proprioceptive neuromuscular facilitation in subacute stroke: a randomized controlled trial. *PeerJ.* 2022;10:e13329.
47. Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ- Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89:304-310.
48. Mann DK, Raja NR, Bhardwaj N, Singh J. Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation in hemiplegic gait a randomized trial of 4 weeks and a follow up after 2 weeks. *Indian J Occup Ther.* 2013; 7:59.
49. Radder DLM, Sturkenboom IH, van Nimwegen M, Keus SH, Bloem BR, de Vries NM. Physical therapy and occupational therapy in Parkinson's disease. *Int J Neurosci.* 2017;127:930-943.
50. Pang MY. Physiotherapy management of Parkinson's disease. *J Physiother.* 2021;67:163-176.
51. Opara J, Małeckı A, Małeckı E, Socha T. Motor assessment in Parkinson's disease. *Ann Agric Environ Med.* 2017;24:411-415.
52. Lee JH. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation on components of functional physical activity in patients with Parkinson's disease. *JMPAS.* 2023; 12:5768 – 5774.
53. Mazhar T, Jameel A, Sharif F, Asghar M. Effects of conventional physical therapy with and without proprioceptive neuromuscular facilitation on balance, gait, and function in patients with Parkinson's disease. *J Pak Med Assoc.* 2023;73:1280-1283.
54. Marcu FM, Brihan I, Ciubara A, et al. The Early Initiation Advantages of Physical Therapy in Multiple Sclerosis-A Pilot Study. *Life (Basel).* 2023;13:1501.
55. Korkmaz NC, Kirdi N, Temucin CM, Armutlu K, Yakut Y, Karabudak R. Improvement of muscle strength and fatigue with high voltage pulsed galvanic stimulation in multiple sclerosis patients—a non-randomized controlled trial. *J Pak Med Assoc.* 2011;61:736-743.
56. Hortobágyi T, Ács P, Baumann P, et al. Comparative Effectiveness of 4 Exercise Interventions Followed by 2 Years of Exercise Maintenance in Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2022;103:1908-1916.

Primljen rad: 5.10.2025.

Prihvaćen rad: 28.01.2026.

Adresa za korespondenciju: mcrnkovic@vevu.hr