

Mogućnosti primene ultrazvučno vođene perkutane elektrolize kod mišićno-skeletnog bola

The possibilities of applying ultrasound-guided percutaneous electrolysis for musculoskeletal pain

Marija Trajkov¹, Kristina Stevanović², Dragana Kljajić¹, Ljiljana Šimpraga¹, Milan Ilić¹, Ivan Stojković³

1-Akademija strukovnih studija Beograd, Odsek Visoka zdravstvena škola, Beograd

2-Dom Zdravlja „Dr Milutin Ivković“, Beograd

3-Opšta bolnica, Jagodina

Marija Trajkov¹, Kristina Stevanović², Dragana Kljajić¹, Ljiljana Šimpraga¹, Milan Ilić¹, Ivan Stojković³

1-Academy of Applied Studies Belgrade, The College of Health Sciences, Belgrade, Serbia

2-Health Center „Dr Milutin Ivković“, Belgrade, Serbia

3-General Hospital, Jagodina, Serbia

PRIMLJEN: 05.06.2024.

PRIHVACEN: 17.09.2024.

RECEIVED: 05.06.2024.

ACCEPTED: 17.09.2024.

APSTRAKT

Fizikalna terapija neprekidno se razvija i prilagođava novim saznanjima i tehnologijama kako bi pružila optimalnu podršku pacijentima sa različitim mišićno-skeletnim stanjima. U tom kontekstu, nedavni napredak u tehnologiji i metodama terapije dovodi do uvođenja novih tehnika, a među njima se ističe ultrazvučno vođena perkutana elektroliza. Ova tehnika, koja kombinuje princip elektroterapije (jednosmerne konstantne struje) sa perkutanom aplikacijom igle, postaje sve značajnija u rehabilitaciji pacijenata sa tendinopatijama, miofascijalnim bolnim sindromima i drugim mišićno-skeletnim stanjima. Najveći broj dosadašnjih studija ukazuje njenu efikasnost bilo da se primenjuje kao pojedinačna procedura ili u kombinaciji sa drugim fizikalnim modalitetima i terapijskim vežbama. Terapijski efekti su praćeni u kratkoročnom i dugoročnom periodu. S obzirom na to da je za rešavanje simptoma i posledica mišićno-skeletnog bola ova tehnika skoro uvedena, još uvek se traga za najadekvatnim terapijskim protokolima. Cilj ovog istraživanja bio je da se sagledaju pristupi i terapijski protokoli primene perkutane elektrolize u tretmanu mišićno-skeletnog bola. Rezultati istraživanja ukazuju na pozitivne terapijske efekte i prednosti primene ultrazvučno vođene perkutane elektrolize kod mišićno-skeletnog bola.

Ključne reči: fizikalna terapija; rehabilitacija; terapija bola; elektroliza; ultrasonografija.

ABSTRACT

Physical therapy is constantly evolving and adapting to new information and technologies in order to provide optimal care to patients with various musculoskeletal conditions. In this context, recent advances in technology and therapy methods has led to the introduction of new techniques, among which ultrasound-guided percutaneous electrolysis stands out. This technique, which combines the principle of electrotherapy (constant direct current) with percutaneous needle application, is becoming increasingly significant in the rehabilitation of patients with tendinopathies, myofascial pain syndromes, and other musculoskeletal conditions. The largest number of studies to date indicate its effectiveness, whether it is applied as an individual procedure, or in combination with other physical modalities and therapeutic exercises. The therapeutic effects were monitored in both the short and long term. The most adequate therapeutic protocols are still being sought after, considering that this technique has recently been introduced as a way of decreasing the symptoms and consequences of musculoskeletal pain. The aim of this research was to review the approaches and therapeutic protocols for the application of percutaneous electrolysis in the treatment of musculoskeletal pain. The research results indicate positive therapeutic effects, as well as the advantages of applying ultrasound-guided percutaneous electrolysis for musculoskeletal pain.

Key words: physical therapy; rehabilitation; pain management; electrolysis; ultrasonography.

KORESPONDENCIJA / CORRESPONDENCE

Marija Trajkov, Vidikovački venac 35, 11000 Beograd, Tel. 065 23 22 957, I-mejl: marija.trajkov@assb.edu.rs, marijastankovic@gmail.com

Marija Trajkov, Vidikovački venac 35, 11000 Belgrade, Serbia Phone +381 65 23 22 957, E-mail: marija.trajkov@assb.edu.rs, marijastankovic@gmail.com

UVOD

Mišićno-skeletni bol, definisan kao bol koji se javlja u mišićima, ligamentima, tetivama, kostima i zglobovima, predstavlja veliki izazov za kliničare i istraživače. Zbog velike učestalosti predstavlja sociomedicinski, psihološki i ekonomski značaj.¹ Njegova pojava često dovodi do smanjene funkcionalne sposobnosti, a mnoga istraživanja su pokazala da u opštoj populaciji mišićno-skeletni bol povećava rizik od hroničnih oboljenja.² Pojam mišićno-skeletnog bola obuhvata širok spektar kliničkih aktuntih i hroničnih stanja, a prema podacima Svetske zdravstvene organizacije 20 do 33% ima neku hroničnu formu.³ U 2020. godini više od 1,63 milijarde ljudi širom sveta imalo je iskustva sa mišićno-skeletnim disfunkcijama.⁴ Kako predstavljaju vodeći uzrok nefatalnog invaliditeta u rešavanju mišićno-skeletnog bola prisutni su brojni terapijski pristupi koji u manjoj ili većoj meri kontrolišu bol i utiču na njegove posledice. U većini slučajeva kliničko donošenje odluka u vezi sa tretiranjem bola je često fokusirano na specifičnu regiju tela, bez mnogo pribegavanja potencijalnom uticaju prognostičkih faktora ili drugih prisutnih problema sa bolom.⁵ U tretiranju mišićno-skeletnog bola najčešće je prisutan multimodalni pristup, gde primena farmakoloških i ostalih rešenja (primena fizikalne terapije, edukacija o bolu, kognitivni i psihološki pristupi) igraju značajnu ulogu.

Primenjujući brojne modalitete (mehaničke, elektromagnetne i termičke) fizikalna terapija je značajan pristup u mišićno-skeletnoj problematiki.⁶ Kao integralni deo zdravstvene prakse, neprekidno se razvija i prilagođava novim saznanjima i tehnologijama kako bi pružila optimalnu rehabilitaciju pacijentima sa različitim stanjima. Koristeći toplotne, elektromagnetne, mehaničke procedure i manuelne tehnike, fizikalna terapija pruža mnogobrojne neinvazivne, a napredak tehnologije omogućuje uvođenje invazivnih metoda i pristupa. Za tretman mišićno-skeletnog bola kliničari se često opredeljuju za transkutanu električnu nervnu stimulaciju (TENS), koja primenjuje različite oblike impulsnih ili naizmeničnih struja putem kutanih (kožnih) elektroda. U poslednje vreme u fizikalnu terapiju uvode se i iglene elektrode, pa je tako omogućena i perkutana primena. S obzirom na invazivnost perkutane primene, preciznost tehnike se obezbeđuje ultrazvučnom vizuelizacijom.⁷

Ultrazvuk danas predstavlja jednu od najvažnijih neinvazivnih dijagnostičkih metoda. Uz pomoć sonde i gela (koji se postavljaju na ispitivani deo tela), putem ultrazvučnog aparata na ekranu prikazuju se i analiziraju meka tkiva (mišići različitih regija, potkožno masno tkivo, limfne žlezde, nervi) ili organi. Za njihov pregled, zavisno od položaja i načina pristupa, koriste se različite vrste sonde, koje se razlikuju po frekvenciji ultrazvuka koji emituju. Tehnološkim razvojem, naročito sonde, unapređen je pregled i dijagnostikovanje promena na mišićno-skeletnom sistemu. Mišići, tetive i zglobovi su usled svoje lokalizacije pristupačni za dijagnostikovanje. U ispitivanju mišićno-skeletnog sistema najčešće se koriste visokofrekventne linearne sonde. Ultrazvuk je, zbog svoje visoke senzitivnosti, jednostavnosti primene kao i neškodljivosti, metoda izbora u

otkrivanju promena, naročito na mišićima i tetivama. Primena ultrazvučne dijagnostike omogućuje detektovanje funkcionalnih i morfoloških karakteristika mišića i tetiva.⁸ Prilikom posmatranja mekog tkiva ultrazvuk omogućava otkrivanje i lokalizaciju lezija. Dinamički ultrazvučni pregled (ultrazvuk u realnom vremenu) pokazuje interakcije između povređenog tkiva i okolnih struktura,⁹ pa se njegova primena pokazala kao fundamentalna kada su u pitanju perkutane tehnike.¹⁰

U fizikalnoj terapiji do sada je opisano nekoliko perkutanih tehnika. Neke od njih primenjuju duboko ubadanje, tehniku poznatu kao suva akupunktura (engl. Dry Needling), dok neke tehnike iglu koriste kao elektrodu za plasman električnih modaliteta. Ultrazvučno vođena perkutana elektroliza (engl. Ultrasound-Guided Percutaneous Needle Electrolysis) je inovativna tehnika koje je među fizioterapeutima u poslednjih nekoliko godina stekla ogromnu popularnost. Ova tehnika koristi jednosmernu konstantnu (galvansku) struju koja se u tkivo plasira uz pomoć čvrste iglene elektrode – katode.¹¹ Konstantnom jednosmernom strujom obezbeđuje se elektroliza, koja je definisana kao proces kojim se voda i natrijum hlorid razlažu na svoje sastavne hemijske elemente, brzo pregrupišu i formiraju potpuno nove supstance, natrijum hidroksid (NaOH), divodonik (H₂) i dihlorid (Cl₂).¹² To je zapravo kombinacija mehaničke i električne stimulacije kao metoda za obezbeđivanje kontrolisane mikrotraume zahvaćenih struktura mekog tkiva. Igla se usmerava u lezije mekog tkiva pod direktnom ultrazvučnom vizualizacijom. Tehnika stimuliše lokalni kontrolisani inflamatorni odgovor u kome postoji povećana ćelijska aktivnost i oporavak zahvaćene oblasti.⁷ Ispitivanjem na ljudskim leševima nije utvrđeno da se ovom tehnikom lokalno povećava temperatura na tetivama, masnim i mišićnim tkivima, te ovi rezultati potvrđuju da termički efekat ne treba smatrati mehanizmom kliničkog delovanja perkutane elektrolize.¹³

Perkutana elektroliza primenjena samostalno ili u kombinaciji sa drugim fizikalnim modalitetima pokazala se efikasna za tretman mišićno-skeletnog bola različitog porekla,¹⁴ naročito bola koje je urokovano povredom ili oboljenjem tetiva,¹⁵ mišića¹⁶ ili nerava.¹⁷ Uzimajući u obzir da je metoda relativno nova, broj kliničkih ispitivanja u ovoj oblasti se progresivno povećava. Međutim, još uvek nisu ustanovljeni aplikacioni protokoli za određena stanja, te postoje razlike među autorima. Ovo se naročito odnosi na doziranje, odnosno intenzitet primenjivane struje kao i dužinu stimulacije. Stoga, cilj ovog preglednog rada je da se na osnovu relevantnih naučnih izvora analiziraju dosadnji terapijski pristupi u tretmanu mišićno-skeletnog bola perkutanom elektrolizom.

MATERIJAL I METODE

U skladu sa temom i svrhom prikupljanja literaturnih podataka, korišćene su elektronske baze podataka (PubMed, Google Scholar, Konzorcijum biblioteka Srbije za objedinjenu nabavku (KoBSON)) i zvanični internet sajtovi. Pretraga lit-

erature rađena je primenom adekvatnih ključnih reči (perkutana elektroliza vođena ultrazvukom, perkutana elektroliza iglom, ultrazvukom vođena galvanska tehnika, mišićno-skeletni bol), a u obzir su razmatrane studije i tekstovi na engleskom jeziku koji su objavljeni u periodu od 2014. do 2024. godine. Analizom su obuhvaćene serije slučajeva i radnomizirane kontrolisane studije.

ULTRAZVUČNO VOĐENE PERKUTANE ELEKTROLIZE I MIŠIĆNO-SKELETNI BOL

Najveći broj kliničara ispitivao je perkutanu elektrolizu kod tendinopatija. Tendinopatije podrazumevaju spektar promena koje nastaju u oštećenim i obolelim tetivama, što dovodi do pojave bola i funkcionalne nesposobnosti. Tendinopatiju karakteriše promena u mikrostrukтури tetiva. Za svakodnevno obavljanje aktivnosti neophodno je da tetiva ima sposobnost da izdrži, skladišti ali i da isporuči određenu snagu. U aktivnostima koje zahtevaju drastično ponavljanje i opterećenje tetive, poput aktivnosti vezane za sport, mehanička sila zahteva povećani kapacitet tetive. Tako, u većini slučajeva, tendinopatija nastaje usled prekomerne upotrebe jedne strukture. Uprkos velikom broju mišićno-tetivnih spojnica na čovečijem telu, tendinopatija ima tendenciju da nastane na dve različite anatomske strukture kao što su gornji ekstremitet (naročito rame i lakat) i donji ekstremitet (naročito koleno i skočni zglob).¹⁸

Tabela 1. Pregled analiziranih studija prema autoru, godini izdanja, tipu studije, poreklu bola i karakteristikama uzorka.

R.br.	Autor	Godina	Tip studije	Poreklo bola	Prosečna starost	Broj ispitanika
1.	Abat ¹⁹	2014	Serijski slučajevi	Patelarna tendinopatija	26	40
2.	Valera-Garrido ²⁰	2014	Serijski slučajevi	Lateralni epikondilitis	38	36
3.	Arias-Burja ²¹	2015	RCT	Subakromijalni sindrom	58	36
4.	Abat ²²	2016	RCT	Patelarna tendinopatija	31	60
5.	García Naranjo ¹⁶	2017	RCT	Povreda (whiplash) vrata	36	100
6.	de Miguel Valtierra ²³	2018	RCT	Subakromijalni bolni sindrom	55	50
7.	Lopez-Martos ²⁴	2018	RCT	Miofacijalni bolni sindrom temporo-mandibularnog zgloba	39	60
8.	Valera-Garrido ²⁵	2020	Serijski slučajevi	Rectus Femoris Muscle Injuries	27	13
9.	De-la-Cruz-Torres ²⁶	2020	RCT	Povreda m. soleusa	21	30
10.	Rodríguez-Huguet ¹⁵	2020	RCT	Tendinopatija supraspinatusa	40	36
11.	Rodríguez-Huguet ²⁷	2020	RCT	Lateralni epikondilitis	38	32
12.	López-Royo ²⁸	2021	RCT	Patelarna tendinopatija	32	48
13.	Benito-de-Pedro ²⁹	2023	RCT	Nespecifičan bol u vratu	38	54

RCT – radnomizirano kontrolisano istraživanje

Tako je najveći broj ispitivanja perkutane elektrolize upravo vezan za pomenute anatomske lokacije^{15,19,20,22,23,27} dok mali broj studija je na nespecifičnim strukturama, poput temporo-mandibularnog zgloba.²⁸ Iako se tendinopatija može javiti u ranom životnom dobu, najčešće se javlja između 18 i 65 godine (najveći broj ispitanika iz analiziranih studija imalo je više od 18 godina). Perkutanom elektrolizom pored tendinopatija, tretiraju se povrede mišića (naročito istegnuća). Nekoliko studija daje uvid o efektima perkutane tehnike kod povreda mišića.^{16,25,26,29} Klinički relevantna područja precizno su se pronalazila ultrazvukom visoke rezulucije.

Terapijsko doziranje

Kao i u svim terapijskim pristupima, tako i u rešavanju mišićno-skeletnog bola različitog porekla, izbor parametara u doziranju je od ključnog značaja. Za ultrazvučno vođenu perkutanu elektrolizu ističu se sledeći parametri: intenzitet primenjene galvanske struje, vreme trajanja pojedinačne perkutane elektrolize, dijametar igle, broj ponavljanja uboda u jednom tretmanu, broj tretmana na nedeljnom nivou kao i ukupan broj tretmana.

Tabela 2. Pregled analiziranih studija prema terapijskom protokolu.

R.br.	Autor	Intenzitet /mA	Trajanje tretmana/ broj uboda	Dijametar igle/mm	Broj tretmana po nedelji	Ukupno nedelja
1.	Abat ¹⁹	3	NN / 3puta	0.30 x 0.32	0/5	≥ 10
2.	Valera-Garrido ²⁰	4-6	3 sec / 3puta	0.3 x 25	1	4-6
3.	Arias-Burja ²¹	0.35	1.2 min / NN	0.3 x 25	1	4
4.	Abat ²²	2	NN / 3puta	0.25 x 25	0.5	≥ 2mes
5.	García Naranjo ¹⁶	2-4	1-2 min / NN	0.25 x 0.16	1	3
6.	de Miguel Valtierra ²³	0.35	90 sec / NN	0.3 x 25	1	5
7.	Lopez-Martos ²⁴	2	3 sec / 3puta	0.25 x 40	1	3
8.	Valera-Garrido ²⁵	1.5-2	3 sec / 5puta	0.30 x 30	1	1
9.	De-la-Cruz-Torres ²⁶	2.5	3 sec / 3puta	0.30 x 40	1	2
10.	Rodríguez-Huguet ¹⁵	0.35	1.2 min / NN	0.30	1	4
11.	Rodríguez-Huguet ²⁷	0.35	1.2 min / NN	0.30	1	4
12.	López-Royo ²⁸	3	3 sec / 3puta	0.25 x 25	0.5	8
13.	Benito-de-Pedro ²⁹	1.5	5 sek / NN	0.30 x 30	1	1

NN – nije navedeno

Pored toga, naovođena je pozicija segmenta koji se tretirao, ugao pod kojim je igla penetrirala u tkivo, a pojedini su naveli i dubinu penetracije igle u tkivo. Intenzitet struje meren u miliamperima (mA) je različito primenjivan i kretao se od 0,3 mA do 6 mA. Jačina intenziteta je uglavnom bila povezana sa trajanjem pojedinačnog tretmana (od 3 sekunde do 1,2 minu-

ta). Može se primetiti da ukoliko je primenjivan jači intenzitet, vreme trajanja pojedinačnog tretmana je bio kraći i obrnuto. Većina uređaja za perkutanu elektrolizu omogućuje manuelno podešavanje intenziteta. Nasuprot tome, u većini aparata polaritet je fiksiran, odnosno može se koristiti samo katodni tok. Tehnika se uglavnom primenjivala jednom nedeljno ili jednom u dve nedelje, dok ukupan broj tretmana u različitim studijama varira (Tabela 2). Kako je prekutana elektroliza relativno invazivna tehnika, aplikacija zahteva pojačane mere opreza, tehniku bi trebalo da izvedu fizioterapeuti sa dugogodišnjim iskustvom, kao što je slučaj u svim obuhvaćenim studijama.

Procena efikasnosti

Kao glavni simptom koji pacijenti sa mišićno-skeletnom problematikom iskuse je bol, a zatim i problem funkcionalnosti. Kao mere ishoda tokom tretmana, tokom kratkoročnog, a kod nekih studija i dugoročnog perioda praćenja, procenjena je jačina bola (ocena intenziteta bola, testovi palpacije i provokacije), funkcionalnost i strukturne promene tetiva. Treba napomenuti da su se efekti tretmana ispitivali odmah po tretmanu,²⁸ posle nekoliko nedelja,^{16,21,24,20,26,28} meseci^{22,23,24,25,27} pa čak i godina.^{15,19,20}

Intenzitet bola je procenjivan na nekoliko načina. Subjektivno ocenjivanje bola na vizuelno analognoj skali (visual analogue scale - VAS) gde se registrovala jačina bola (od 0 gde bola nema do 10 gde se percipita najjači bol) ili numeričkoj skali (numerical pain rating scale - NPRS) prilikom mirovanja ili prilikom aktivnosti. Za procenu mišićno-skeletnog bola pojedini kliničari su koristili digitalni algometar, odnosno prag pritiska bola (engl. pain pressure threshold - PPT) koji se koristi za merenje osetljivosti dubokog mišićnog tkiva. Testom se procenjuje količina pritiska na određenom mišiću lokaciji pri čemu se primenjuje promenljiv pritisak (od 0,5 do 1 kg/sec) vertikalno u odnosu na mišić. Pored toga, primenjivani su testovi provokacije, kao na primer Cozen i Thompson test (za provokaciju bola kod lateralnog epikondilita).

Procena funkcionalnosti je varirala u zavisnosti od anatomske lokacije. Za funkcionalnost ramenog pojasa, najčešće je korišćen upitnik za nesposobnost ruke, ramena i šake (engl. disabilities of the arm, shoulder and hand - DASH) i upitnik o bolu i ograničenoj pokretljivosti ramena (engl. shoulder pain and disability index - SPADI). Zatim, za zglobov kolena, kod patelarne tendinopatije, primenjivan je upitnik za procenu bola i funkcionalnosti (engl. Victorian Institute of Sport Assessment - VISA-P). Za cervikalnu kičmu korišćen je upitnik za procenu bola (engl. Northwick Park Neck Pain Questionnaire - NPQ). Procena funkcionalnosti zgloba procenjena je i primenom standardnog terapijskog merenja obima pokreta ili evidentiranjem dana za potpuni povratak u igru.

Postignuti terapijski efekti

Postignuti terapijski efekti primenjivane elektrolize uglavnom su povezani sa terapijskim protokolom i kombinacijom sa drugim fizikalnim modalitetima i terapijskim vežbama. U većini obuhvaćenih studija primena ove tehnike je dovela do očekivanih pozitivnih ishoda.

Tabela 3. Pregled analiziranih studija prema proceni bola, funkcionalnosti i postignutim rezultatima.

R.br.	Autor	Procena bola i funkcionalnosti	Rezultati
1.	Abat ¹⁹	VISA - P (upitnik za procenu bola i funkcionalnosti)	Značajno dugoročno poboljšanje funkcije kolena u kombinaciji sa ekscentričnim vežbama
2.	Valera-Garrido ²⁰	DASH (nesposobnost ruke, ramena i šake); VAS (vizuelno analogna skala); PPT (prag pritiska bola)	Simptomi i strukturne promene su smanjene
3.	Arias-Buría ²¹	NPRS (numerička skala procene bole); DASH (procena funkcionalnost ramenog pojasa)	Neznatni ishodi na bol i funkcionalnost u ramenom zglobov
4.	Abat ²²	VISA - P (upitnik za procenu bola i funkcionalnosti)	Kombinacija elektrolize sa vežbama dala je bolje rezultate od konvencionalne fizikalne terapije
5.	García Naranjo ¹⁶	VAS (vizuelno analogna skala); NPQ (upitnik za procenu bola vratne kičme); PPT (prag pritiska bola)	Nije bilo značajne prednosti elektrolize u odnosu na primenu fizikalne terapije
6.	de Miguel Valtierra ²³	DASH (nesposobnost ruke, ramena i šake); PPT (prag pritiska bola); SPADI (upitnik o bolu i ograničenoj pokretljivosti ramena); Obim pokreta	Kombinacija elektrolize sa vežbama nije dala veće rezultate od grupe koja je imala samo vežbe i manualnu terapiju
7.	Lopez-Martos ²⁴	Bol pri mirovanju i pri zvakanju	Smirivanje simptoma ranije u grupi koja je imala elektrolizu
8.	Valera-Garrido ²⁵	Povratak u igru; UZ (ultrazvuk)	Oporavak mišića bez ponovnih povreda
9.	De-la-Cruz-Torres ²⁶	VAS (vizuelno analogna skala); Funkcionalna procena	Kombinovana primena elektrolize sa vežbama pokazala je najbolje rezultate
10.	Rodríguez-Huguet ¹⁵	NPRS (numerička skala bola); ROM (obim pokreta); TPPT (prag pritiska bola na triger tačkama)	Dugoročni efekat na smanjenju bola i prednosti elektroliza i programa vežbanja u odnosu na suvu akupunkтуру
11.	Rodríguez-Huguet ²⁷	NPRS (numerička skala bola); ROM (obim pokreta); PPT (prag pritiska bola); SF-12 (procena kvaliteta života)	Prednosti elektrolize i programa vežbanja na smanjenje bola i povećanje obima pokreta u odnosu na suvu akupunkтуру
12.	López-Royo ²⁸	VISA - P (upitnik za procenu bola i funkcionalnosti); VAS (vizuelno analogna skala); SF-12 (procena kvaliteta života); UZ (ultrazvuk)	Nije pokazana prednost elektrolize u odnosu na ekcentrične vežbe i suvu akupunkтуру
13.	Benito-de-Pedro ²⁹	NPQ (upitnik za procenu bola); PPT (prag pritiska bola); ROM (obim pokreta u vratnoj kičmi);	Povećan obim pokreta u grupi elektrolize; dok po pitanju intenziteta bola nije bilo razlike među grupama

Pokazalo se da tretman elektrolize u kombinaciji sa vežbama, konkretno ekscentričnim, efikasno poboljšava simptome patelarne tendinopatije i omogućuje brz povratak na prethodni nivo aktivnosti nakon nekoliko sesija.²² U odnosu na konvencionalnu fizikalnu terapiju (primenu lasera, interfer-

entnih struja i ultrazvuka) primena elektrolize u kombinaciji sa ekscentričnim vežbama dala je bolje rezultate u tretmanu patelarne tendinopatije.²² Pored toga, autori koji su kod subakromijalnog bola upoređivali razlike u efektima primenjujući vežbe, maneulnu terapiju i elektrolizu došli su do sličnih rezultata.²³ Takođe, perkutana elektroliza imala je prednost kod subakromijalnog bola u odnosu na suhu akupunkturu na dugoročnom planu, konkretno praćeno godnu dana nakon tretmana.¹⁵ Simptomi i degenerativne strukturalne promene kod hroničnog lateralnog epikondilitisa su se smanjile nakon primene elektrolize u kombinaciji sa vežbama istezanja,²⁰ a u odnosu na suhu akupunkturu primećeno je smanjenje bola i povećanje obima pokreta.¹⁵ Primena fizikalnih modaliteta naspram elektrolize proučavana je u tretmanu temporomandibularnog zgloba, gde su se simptomi bola ranije povukli u grupi koja je primala elektrolizu za razliku od grupe koja je imala suhu akupunkturu.²⁴ Međutim, nisu svi autori naišli na iste rezultate. Primena perkutane elektrolize u odnosu na vežbe i suhu akupunkturu nije bila u značajnoj prednosti^{16,21,28} u manjem broju studija.

ZAKLJUČAK

Primena ultrazvučno vođene perkutane elektrolize u fizikalnoj terapiji predstavlja značajan korak napred u tretmanu mišićno-skeletnog bola različitog porekla. Iako su dostupne studije obećavajuće, potrebna su dalja istraživanja kako bi se bolje razumeli mehanizmi delovanja ove tehnike, identifikovali optimalni protokoli tretmana i utvrdili dugoročni efekti. Dalje, istraživanje bi trebalo da se fokusira na standardizaciju procedura, identifikaciju indikacija i kontraindikacija, kako bi se osigurala efikasna i sigurna primena perkutane elektrolize u praksi fizikalne terapije.

LITERATURA

1. El-Tallawy SN, Nalamasu R, Salem GI, et al. Management of musculoskeletal pain: an update with emphasis on chronic musculoskeletal pain. *Pain Ther* 2021; 10: 181-209.
2. Williams A, Kamper SJ, Wiggers JH, et al. Musculoskeletal conditions may increase the risk of chronic disease: A systematic review and metaanalysis of cohort studies. *BMC Med* 2018; 16: 1-9.
3. World Health Organization. Musculoskeletal health: Geneva: Word Health Organization, 2022. (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>).
4. GBD 2021 Osteoarthritis Collaborators. Global, regional, and national burden of osteoarthritis, 1990-2020 and projections to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Rheumatol* 2023; 5: 508-22.
5. Babatunde OO, Jordan JL, Van der Windt DA, et al. Effective treatment options for musculoskeletal pain in primary care: A systematic overview of current evidence. *PloS One* 2017; 12: e0178621.
6. Mannerkorpi K, Henriksson C. Non-pharmacological treatment of chronic widespread musculoskeletal pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2007; 21: 513-34.
7. Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F. Fundamentos y principios de la electrolisis percutánea musculoesquelética. In *Fisioterapia Invasiva*. 2nd ed. Barcelona: Elsevier, 2016: 390-91.
8. Stević R, Mašulović D. Ultrazvuk u dijagnostici povreda mišića i tetiva. *Srp Arh Celok Lek* 2009; 137: 647-52.
9. Robotti G, Draghi F, Bortolotto C, et al. Ultrasound of sports injuries of the musculoskeletal system: gender differences. *J Ultrasound* 2020; 23: 279-85.
10. Pirri C, Pirri N, Stecco C, et al. 'Ultrasound Examination' of the musculoskeletal system: bibliometric/visualized analyses on the terminology (change). *Tomography* 2023; 9: 352-61.
11. Sánchez Ibañez JM. Clinical course in the treatment of chronic patellar tendinopathy through ultrasound guided Percutaneous Electrolysis Intratissue (EPI®): study of a population series of cases in sport. Ph.D. Thesis, Honolulu: Atlantic International University, 2009.
12. Colmena, C. New technique in tendon sport recovery. Percutaneous Electrolysis Intratissue (EPI®). *Int J Phys Med R habil* 2013; 1: 1000113.
13. Borrella-Andrés S, Malo-Urriés M, Pérez-Bellmunt A, et al. Application of percutaneous needle electrolysis does not elicit temperature changes: an in vitro cadaveric study. *Int J Environ Res Public Health* 2023; 19: 15738.
14. Gómez-Chiguano GF, Navarro-Santana MJ, Cleland JA, et al. Effectiveness of ultrasound-guided percutaneous electrolysis for musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis. *Pain Med* 2021; 22: 1055-71.
15. Rodríguez-Huguet M, Góngora-Rodríguez J, Rodríguez-Huguet P, et al. Effectiveness of percutaneous electrolysis in supraspinatus tendinopathy: a single-blinded randomized controlled trial. *J Clin Med* 2020; 6: 1837.
16. García Naranjo J, Barroso Rosa S, Loro Ferrer JF, et al. A novel approach in the treatment of acute whiplash syndrome: ultrasound-guided needle percutaneous electrolysis. a randomized controlled trial. *Orthop Traumatol Surg Res* 2017; 103: 1229-234.
17. Margalef R, Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, et al. Percutaneous needle electrolysis reverses neurographic signs of nerve entrapment by induced fibrosis in mice. *Evid Based Complement Altern Med* 2020; 2020: 6615563.
18. Millar NL, Silbernagel KG, Thorborg K, et al. Tendinopathy. *Nat Rev Dis Primers* 2021; 7: 1. (Erratum in: *Nat Rev Dis Primers* 2021; 7: 10).
19. Abat F, Sánchez-Sánchez JL, Martín-Nogueras AM, et al. Randomized controlled trial comparing the effectiveness of the ultrasound-guided galvanic electrolysis technique (USGET) versus conventional electro-physiotherapeutic treatment on patellar tendinopathy. *J Exp Orthop* 2016; 3: 34.
20. Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Medina-Mirapeix F. Ultrasound-guided percutaneous needle electrolysis in chronic lateral epicondylitis: short-term and long-term results. *Acupunct Med* 2014; 32: 446-54.
21. Arias-Buría JL, Truyols-Domínguez S, Valero-Alcaide R, et al. Ultrasound-guided percutaneous electrolysis and eccentric exercises for subacromial pain syndrome: a randomized clinical trial. *Evid Based Complement Alternat Med* 2015; 2015: 315219.
22. Abat F, Gelber PE, Polidori F, Monllau JC, Sanchez-Ibañez JM. Clinical results after ultrasound-guided intratissue percutaneous electrolysis (EPI®) and eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23: 1046-52.

23. de Miguel Valtierra L, Salom Moreno J, Fernández-de-Las-Peñas C, et al. Ultrasound-guided application of percutaneous electrolysis as an adjunct to exercise and manual therapy for subacromial pain syndrome: a randomized clinical Trial. *J Pain* 2018; 19: 1201-10.

24. Lopez-Martos R, Gonzalez-Perez LM, Ruiz-Canela-Mendez P, et al. Randomized, double-blind study comparing percutaneous electrolysis and dry needling for the management of temporomandibular myofascial pain. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2018; 23: e454-e462.

25. Valera-Garrido F, Jiménez-Rubio S, Minaya-Muñoz F, et al. Ultrasound-guided percutaneous needle electrolysis and rehab and reconditioning program for rectus femoris muscle injuries: a cohort study with professional soccer players and a 20-week follow-up. *Appl Sci* 2020; 10: 7912.

26. De-la-Cruz-Torres B, Barrera-García-Martín I, Valera-Garrido F, et al. Ultrasound-guided percutaneous needle electrolysis in dancers with chronic soleus injury: a randomized clinical trial. *Evid Based Complement Alternat Med* 2020; 2020: 4156258.

27. Rodríguez-Huguet M, Góngora-Rodríguez J, Lomas-Vega R, et al. Percutaneous Electrolysis in the treatment of lateral epicondylalgia: a single-blind randomized controlled trial. *J Clin Med* 2020; 9: 2068.

28. López-Royo MP, Ríos-Díaz J, Galán-Díaz RM, et al. A comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2021; 102: 967-75.

29. Benito-de-Pedro AI, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, et al. Efficacy of deep dry needling versus percutaneous electrolysis in ultrasound-guided treatment of active myofascial trigger points of the levator scapulae in short-term: a randomized controlled trial. *Life (Basel)* 2023; 13: 939.