

FIZIOLOŠKE I FIZIOTERAPIJSKE OSNOVE BOLA

Milorad R. Jevtić,¹ Dragan Milovanović²

¹-Centar za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, Klinički centar Kragujevac

²-Institut za farmakologiju, Medicinski fakultet u Kragujevcu

PHYSIOLOGICAL AND PHYSIOTHERAPEUTIC BASIS OF PAIN

Milorad R. Jevtic,¹ Dragan Milovanovic²

¹-Center for Physical Medicine and Rehabilitation, Clinical Center Kragujevac

²-Department of Pharmacology, Medical Faculty Kragujevac

SAŽETAK

Bol je jedan od najčešćih razloga zbog koga se pacijenti javljaju lekaru. Najnovija istraživanja neurobiologije bola omogućila su uvođenje novih terapijskih pristupa, posebno sa aspekta primene fizikalnih analgetskih procedura. Nova saznanja u vezi sa psihološkim i socijalnim aspektima bola otvaraju mogućnost dodatnih terapijskih intervencija, naročito kod hroničnog bola. Pacijent se stavlja u odnos saradnika i zajedno sa lekarom procenjuje bol i učestvuje u planiranju i sprovođenju terapijskog programa. U ovom (preglednom) radu dat je prikaz patofizioloških mehanizama nocicepcije, postupaka u kliničkoj evaluaciji bola i najvažnijih analgetskih procedura u fizikalnoj medicini.

Cljučne reči: bol, fizikalna terapija, vizuelno-analogni skala

ABSTRACT

Pain represents one of the most frequent reasons for patients to visit a physician. The newest researches about the pain neurobiology enable the new therapeutic strategies to be introduced, it is particularly true of physical analgesic procedures. New findings concerning the psychological and social aspects of pain open the possibility for additional therapeutic interventions, especially for chronic pain. The patient becomes an associate and together with a physician assess the pain and participate in designing and conducting the therapeutic program. In this review, we describe the mechanism of nociception, courses of clinical examination of pain and the most important analgesic procedures used in physical medicine.

Key words: pain, physical therapy, visual analogue scale

UVOD

Bol je neprijatno senzorno-emocionalno iskustvo nastalo stvarnim ili mogućim oštećenjima tkiva. Kod lezija perifernog nerva bol predstavlja ponekad i vodeći simptom (polyneuritis, plexitis, kompresivne lezije i dr.). Komponente koje učestvuju u formiranju subjektivnog doživljavanja bola su:

- bolni stimulus,
- sistem receptora,
- osetljivost senzornog sistema,
- procesi prepoznavanja,
- emotivno-afektivne komponente,
- način ispoljavanja,
- uticaj okoline.

Bol signalizira potencijalnu opasnost koja može biti spoljašnja i unutrašnja. Stoga bol predstavlja osnovno i rano upozorenje kako bi čovek preduzeo mere zaštite daljeg oštećenja organizma. Prema trajanju bol se deli na akutni i hronični. Kod akutnog bol signal iz oštećenog tkiva primarno prenosi A-delta aferentnim vlaknima, a vremenski prostor (od nastanka bola) je manji od nedelju dana. Hronični bol nastaje kod obol-

jenja gde je signal preuzet uglavnom C- aferentnim vlaknima, a vremenski prostor je duži od tri meseca (1). Pored neurogene komponente, hronični bol indukuje i brojne humoralne odovore. Dugo trajanje bola dovodi do biohemijskih promena u nervnim ćelijama CNS-a i formiranja engramskih promena koje karakterišu bolni osećaj (formiranje intracelularnog C-fos onkogenog proteina).

Iskustvo govori da i pored brojnih farmakoloških, fizikalnih i drugih terapijskih strategija terapija bola u svakodnevnoj praksi je daleko od optimalnog. Jedan od razloga je i nedovoljno poznavanje bazičnih neurobioloških mehanizama koji učestvuju u nastanku, modulaciji i hronificiranju bolnih impulsa. Cilj ovog rada je da analizira rezultate novih studija koje su ispitivale patofiziološke aspekte bola i time stvori osnovu za poboljšanje efikasnosti terapijskih strategija u svakodnevnoj kliničkoj praksi.

KARAKTERISTIKE BOLA

Bol se prenosi nadražajem receptora za bol, ali takodje i preko nadražaja polimodalnih receptora koji reaguju na različite nadražaje (Slika 1).

pretpostavlja da se iz određenih mesta (projekciona mesta odstranjenog ekstremiteta) u kičmenoj moždini može spontano izazvati radraženje. No ovim teorijama ne može se objasniti pojava fantomskog bola kod prekida kičmene moždine visoko iznad projekcionih ulaza senzitivnih nerava u kičmenu moždinu. Takođe i nakon hordotomije dolazilo je do pojave fantomskog bola nakon amputacije noge. Melzack je na osnovu tih saznanja razvio teoriju fantomskog bola na sasvim drugom objašnjenju. On je pretpostavio da se u mozgu nalaze formirani centri (neuromatriks) opažanja za svaki deo tela i da se formira karakteristična šema, koja bez obzira na impulse generiše jedinstvenost sopstvenog tela. To objašnjava da se senzorički impulsi mogu preko karakteristične šeme (neuromatriks) uklopiti u neurosignaturu, koja je ranije kao celina postojala i dati pojavu fantomskog bola. Kod lezije u parijetalnoj regiji nakon CVI-a pacijent može negirati da je oduzeta noga njegova i pokušati da je odstrani kao tuđu iz kreveta. Takođe u obrnutom smislu kada je noga amputirana, može spontani nadražaj usloviti fenomen fantomskog uda i fantomskog bola.

OSOBITOSTI REAKCIJE NA BOL

Kod reakcije na bol mora se razlikovati trenutna refleksna reakcija koja je obično odbrambeni mehanizam ili reakcija mimike i stav odnosno ponašanje jedinke na bolni nadražaj, a što je izraz naučenih obrazaca reagovanja. Ovo ponašanje zavisi ne samo od jačine nadražaja nego i od socijalnih, kulturoloških i psiholoških mehanizama, koje je ličnost ugradila u svoj način ponašanja.

Muskularni bol dovodi do aktiviranja simpatičkog nervnog sistema i promene krvotoka u regionu bola. Većina receptora za bol su polimodalni i reaguju na više nadražajnih modaliteta. U kičmenoj moždini, nakon ukopčavanja perifernih nadražaja, impulsi se šalju preko lateralnih spinalnih puteva ka CNS-u, a preko prednjih rogova kičmene moždine i simpatičkih ganglija daju eferencu, što uslovljava promenu krvotoka u regionu bola. Ishemija koja je posledica simpatičke eferencu, uslovljava povećanu osetljivost nocireceptora i tako se uspostavlja "circullus viciosus". Aktivacija simpatičkih refleksa je osnovni uslov za nastanak simpatičke refleksne distrofije. Ovde još uvek nije razjašeno da li sensibilizacija nocireceptora uslovljena povećanim lučenjem adrenalina i noradrenalina ili kontrakcijama glatke muskulature krvnih sudova (5).

Psihološka obrada bola

Motorička eferenca preko a i d motoneurona uključuje zaštitni refleks, koji se sastoji iz istovremene

izotonične kontrakcije - povećanja tonusa ekstenzora i fleksora, a što se manifestuje mirovanjem zgloba i smanjenjem bolova. U psihologiji se ovaj mehanizam naziva "negativno pojačanje".

Na osnovi disfunkcionalne obrade stresa dolazi do povećanog naprežanja-zatezanja muskulature. Normalno kod mišićne kontrakcije nema bola, ali se bolni nadražaj javlja kada je zatezanje mišića preko maksimalne kontrakcije. Tada se javlja ishemija i lošije snabdevanje kiseonikom. Ph vrednost krvi i intersticijalnog prostora se smanjuje, to uslovljava smanjenje praga za bol. Dolazi do oslobađanja zapaljenskih medijatora, koji preko hemijskih nociceptora uzrokuju bol. Takođe i mehaničko delovanje na receptore tetiva i mišića dovodi do povećanja bola. Kod pacijenata sa muskularnom glavoboljom i mala pomeranja odnosno kontrakcije do 25% mišićne snage izazivaju pojačanje bola. Zbog toga pacijent pokušava da grčenjem mišića uspostavi mirno držanje glave i redukuje bol.

Interakcija između straha i bola može se objasniti fiziološkim principima. Strah može modulisati bol pod uslovom da se aktivira locus coeruleus. Aktivitet locus coeruleus-a se upravo kroz nocicepciju može izazvati preko adrenergičnih stimulusa. Kako strah dovodi do pretnje integritetu jedinke aktivira se odbrambeni sistem i to povećanom produkcijom adrenalina, koji podiže prag za bol na nivou razdvajanja noradrenergičnih puteva u prednjemoždanoj vezi. Povezano sa tim emotivno stanje osobe značajno utiče na jačinu bola. Osobe koje samo razmišljaju o bolu osećaju se bespomoćno i stalno im je sve lošije, a bolovi sve jači. No, osobe koje rade neke zanimljive i pozitivne stvari imaju manje bolova odnosno intezitet bola opada. Velika briga roditelja je značajan faktor u formiranju ličnosti koja će kasnije daleko teže savladivati životne prepreke i bolovi će biti daleko intezivniji nego kod osoba koje su rasle u porodici koja je imala mnogo dece pa majka nije mogla da zauzima zaštitni stav, a i briga majke je bila, pojedinačno gledano, daleko manja. Bol koji dugo traje naziva se hronični bol. Ovakvo stanje dovodi do gubitka pozitivnog afektiviteta, depresije i povišenja osećaja bola. No, depresija takođe uslovljava jedan viši predikativ za hronificiranje bola. Iz tih razloga je neophodno kod hroničnog bola delovati u smislu redukcije depresije. Osnovni cilj je dobro planiranje aktivnosti dnevnog života i optimističko životno planiranje. Pored depresije značajan faktor je socijalni milje, gde treba raditi na stvaranju optimalnih socijalnih relacija i stvarati aktivan socijalni život. Osnovni faktor promene aktiviteta na psihičkom i socijalnom planu mora biti pacijent, odnosno on mora biti subjekt rehabilitacije i terapije hroničnog bola (6).

MERENJE BOLA

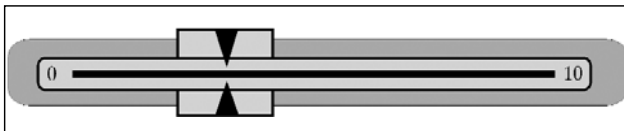
U kliničkoj praksi merenje bola se svodi na kvantifikaciju inteziteta bola. Ostale karakteristike (socijalni, kulturološki, psihološki i drugi aspekti) se ne mogu precizno izmeriti, iako postoje pokušaji da se kvalitativna svojstva bola uredi kroz kvantitet. Melzack je 1991. godine razvio upitnik za bol (engl. "McGill Questionnaire-MPQ") gde se kroz psihometrijske ocene dolazi do kvantifikacije bola od 1-5.

Vizuelno analogna skala za bol-VAS

Zbog svoje jednostavnosti u klinici se koriste jednodimenzionalne skale za bol:

- Skala verbalne procene (engl. Verbal Rating Scale - VRS)
- Skala numeričke procene (engl. Numerical Rating Scale - NRS)
- Vizuelno-analogna skala (VAS)

VAS skala pokazuje prednost jednog kontinuuma, naročito kod praćenja i terapijske kontrole, u smislu finog graduiranja. VAS skala se sastoji od jedne linije dužine 10 cm koja je na početku obeležena sa "0" (bez bola), a na kraju sa "10" (maksimalni bol). Ispitanik treba da osećaj bola izrazi kroz numerizaciju između ove dve krajnje tačke. Rastojanje od početka skale do markirane tačke se meri u milimetrima. Ovaj metod je usavršen kroz izradu "šiber-merača" koji imaju savremen dizajn (Slika 2).



Slika 2. Vizuelna analogna skala.

Za decu ispod 6 godina, osobe sa psihijatrijskim poremećajima i osobe koje imaju smetnje govora koristimo tzv. "Smile" skalau. "Smile" skala umesto numeričkih oznaka ima predstavljene crteže koji odslikavaju bolno stanje pacijenta. Svaki crtež se može prevesti na numeričku vrednost i na taj način doći do kvantifikacije bola. Pravac VAS skale treba da odgovara pravcu pisanja. U zapadnom svetu to je sa leva na desno, a kod Kineza to je vertikalna linija odozgo na dole. Najpouzdanija skala je onda kada su samo obeleženi početak skale i kraj skale ("0"- "10"), a na toj liniji pacijent obeležava rastojanje koje odražava njegov bol. To rastojanje se meri u milimetrima. Objektivizacija se postiže i kroz dužinu osnovne linije. Ukoliko je linija duža to je objektivizacija bola veća. Skale od 1-5 su manje pouzdane. Individualne greške

na VAS skali, na osnovu statističkog praćenja, su od 2-7% (7,8). Upoređivanja VAS skale sa VRS i NRS skalama su pokazala da postoji usaglašenost na nivou od 77-99% (8).

OSNOVI FIZIKALNE TERAPIJE BOLA

Fizikalna terapija kod akutnog bola je praktično neposredna terapija, a kod hroničnog bola fizikalna terapija mora svojim delovanjem ukloniti - poništiti nastale engramske promene u nervnim ćelijama (Tabela 1).

Fizioterapijsko sredstvo	Fiziološko delovanje
Jednosmerna struja	Neuralno: Uticaj na C-aferecu, promena jonskog miljea. Humoralno: Oslobađanje neuropeptidnih transmitera
Niskofrekventne impulsne struje	Neuralno: "gate control theory" segmentalna blokada; hiperstimulacija-suprasegmentalna blokada; zamor A-delta aference (periferna aksonalna blokada). Humoralno: Oslobađanje neuropeptidnih transmitera
Viskofrekventne struje	Humoralno: toplotna- stres reakcija (izlučivanje kortisola) Neuralno: Toplotno uslovljeno aktiviranje mesencephalične blokade
Krioterapija (krioterapija do 3 min)	Neuralno: "gate control theory" - segmentalna kompetitivna blokada kroz aktiviranje A-delta aference i blokiranje C- aference
Krioterapija (20 minuta)	Neuralno: kao i kratka krioterapija Humoralno: redukcija metabolizma (redukcija bolnih i zapaljenskih medijatora)
Hidroterapija	Neuralno: "gate control theory" segmentalna kompetitivna blokada kroz razdraženje termoreceptora. Humoralno: Toplotni i hladni stres- lučenje kotrizola.
Laser	Neuralno: "gate control theory" - segmentalna kompetitivna blokada kroz aktiviranje A-delta aference. Humoralno: Oslobađanje neuropeptidnih transmitera, stabilizacija ćelijske membrane i redukcija stvaranja zapaljenskih medijatora.
Ultrazvuk terapija	Neuralno: Uticaj na bolne impulse kroz aktiviranje mesencephaličnog blokadnog sistema. Humoralno: toplotna reakcija i smanjenje algogenih produkata na nivou receptora.
Opšta masaža	Neuralno: "gate control theory"(segmentalna kompetitivna blokada kroz nadražaj mehanoreceptora) Humoralno: smanjenje bolnih medijatora (aksonrefleks, aktiviranje metabolizma i krvotoka) emocionalno: uticaj na limbični sistem.
Masaža vezivnog tkiva	Neuralno: specifična autonomna regulacija, promene vegetativnog tonusa.
Kineziterapija	aktiviranje segmentalne blokade, aktiviranje suprasegmentalne blokade povećanje psihotonusa: radost, samostalnost, komunikacija, doživljaj sopstvene sigurnosti, sadržaj i dr.

Tabela 1. Fizioterapijsko i fiziološko delovanje fizickih agenasa (1,9)

Neposredne indikacije za terapiju bola su nociceptivne aference, mehanička i hemijska nocicepcija iz sistema za kretanje (nerv, mišić, tetiva, ligament, kapsula i periost), sistema za krvotok (loša regulacija) i visceralnih organa (splanhnična diskinezija). Za ordiniranje adekvatne terapije potrebna je dobra dijagnostika bolnih stanja i precizno određivanje nociceptivnih struktura (3, 10).

Objašnjenje terapijskog delovanja primenjenih fizikalnih agenasa zasniva se na teoriji kontrole i mod-

ulacije bolnih impulsa na perifernom, spinalnom-segmentalno-presinaptičkom (enkefalin, endorfin, dinorfin) kao i supraspinalnom-centralnom blokirajućem sistemu (primarni i sekundarni ćelijski glasnici). U fizioterapiji postoji pojam "proces zamora aference A-delta vlakna" kroz aksonalnu blokadu (repetitivni, visokofrekventni nadražaji), kao i oslobađanje neuropeptidskih transmitera (jednosmerna modulirana struja) uz blokadu prenosa bola na perifernom i spinalnom nivou. Ovde treba napomenuti tzv. "gate control theory" (kompetitivna blokada A-delta i C-vlakana kroz interneuronske veze zadnjih rogova kičmene moždine). Hiperstimulaciona analgezija i analgezija kroz TENS terapiju pored već navedenih mehanizma deluje i na supraspinalnom nivou blokirajući prenos bola do svesnog saznanja (somatosezorični korteks). U čitavom procesu analgetskog delovanja fizikalne terapije pacijent treba da bude subjekat, a ne objekat delovanja. Pacijenti, posebno oni sa hroničnim bolom, moraju naučiti da žive sa bolom, da sami kontrolišu bol, da koriste pozitivne socijalne promene i da izgrade pozitivan životni stav prema svom oboljenju koje uzrokuje bol.

LITERATURA:

1. Jevtić RM. Fizikalna medicina i rehabilitacija. Kragujevac: Medicinski fakultet, 1999.
2. Stux G, Stiller F, Pomeranz B. Akupunktur - lehrbuch und atlas. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1999.
3. SchÛnle C. Die effektivität konservativer therapien bei chronischen rÛckenschmerzen in spiegel der literatur. Munchen: George Thieme Verlag, 1993.
4. Uhlemann Ch.: Physiotherapie als schmerztherapie. Krankengymnastik 1997; 49: 1867-76.
5. Nachemson AL. Newest knowledge of low back pain, a critical look. Clin Orthopaed Relat Res 1992; 279: 8-20.
6. Schreiber Wilnow K. Korper-selbst-und gruppen-erleben in der stationaren konzentrativen bewegungetherapie. Bremen: Psychosocial Verlag, 1999.
7. Moll J. Integrative therapie bei chronischen Schmerzen. Krankengymnastik 2003; 55: 404-11.
8. Winkelmann C, Schreiber TU. Die Visuelle Analogskala (VAS) zur "Schmerzmessung" in der physiotherapie. Krankengymnastik 1997; 49: 1856-67.
9. Jevtić RM. Rehabilitacija neuroloških bolesnika. Kragujevac: Udruženje studenata Ekonomskog fakulteta, 1995.
10. Ray CHD. Elektrikal stimulation, new methodes for therapy and rehabilitation. Scan J Rehabil Med 1978; 10: 65.