



## Procena terapijskog efekta lasera male snage i interferentnih struja kod bolesnika sa kompleksnim regionalnim bolnim sindromom primenom infracrvene termovizijske kamere

Evaluation of low level laser and interferential current in the therapy of complex regional pain syndrome by infrared thermographic camera

Mirjana Kocić\*, Milica Lazović\*, Irena Dimitrijević†, Dragan Mančić‡, Anita Stanković\*

\*Klinički centar Niš, Klinika za fizikalnu medicinu, rehabilitaciju i protetiku, Niš, Srbija; †Institut za lečenje i rehabilitaciju „Niška Banja“, Odeljenje opšte fizikalne medicine i rehabilitacije, Niška Banja, Srbija; ‡Elektronski fakultet, Niš, Srbija

### Apstrakt

**Uvod/Cilj.** Kompleksni regionalni bolni sindrom tipa I (CRPS I) karakteriše kontinuirani regionalni bol, disproporcionalan po trajanju i intenzitetu, vrsti traume ili druge lezije koja ga je izazvala. Cilj rada bio je da se primenom termovizije proceni i uporedi terapijski efekat lasera male snage i interferentnih struja u lečenju CRPS I. **Metode.** Prospektivno randomizirano kontrolisano kliničko ispitivanje obuhvatilo je 45 bolesnika sa unilateralnim CRPS I, nakon frakture u nivou ručnog ili skočnog zgloba, lečenih u Kliničkom centru Niš od 2004. do 2007. godine. U grupi A (20 bolesnika), primenjen je laser male snage i kineziterapija, a u grupi B (25 bolesnika), primenjene su interferentne struje i kineziterapija. Termovizijskom kamerom snimane su obotranog regije od interesa, pre i nakon sprovedenih 20 terapijskih procedura. Zatim je urađena kvantitativna analiza i komparacija termograma pre i posle sprovedene terapije. **Rezultati.** Komparacijom termograma, utvrđeno je statistički značajno sniženje prosečne maksimalne temperaturne razlike obolelog i kontralateralnog ekstremiteta nakon terapije u odnosu na stanje pre terapije i kod bolesnika grupe A ( $p < 0,001$ ) i kod onih iz grupe B ( $p < 0,001$ ). Ovo sniženje bilo je statistički značajno veće u grupi A nego u grupi B ( $p < 0,05$ ). **Zaključak.** Primenom infracrvene termovizije pokazali smo da su obe fizikalne procedure efikasne u lečenju CRPS I, ali da je efikasnost terapije laserom statistički značajno veća nego efikasnost terapije interferentnim strujama.

### Ključne reči:

refleksna simpatička distrofija; lečenje, laserom male snage; elektroterapija; infracrveni zraci; lečenje, ishod.

### Abstract

**Background/Aim.** Complex regional pain syndrome type I (CRPS I) is characterised by continuous regional pain, disproportional according to duration and intensity and to the sort of trauma or other lesion it was caused by. The aim of the study was to evaluate and compare, by using thermovision, the effects of low level laser therapy and therapy with interferential current in treatment of CRPS I. **Methods.** The prospective randomized controlled clinical study included 45 patients with unilateral CRPS I, after a fracture of the distal end of the radius, of the tibia and/or the fibula, treated in the Clinical Centre in Nis from 2004 to 2007. The group A consisted of 20 patients treated by low level laser therapy and kinesy-therapy, while the patients in the group B ( $n = 25$ ) were treated by interferential current and kinesy-therapy. The regions of interest were filmed by a thermovision camera on both sides, before and after the 20 therapeutic procedures had been applied. Afterwards, the quantitative analysis and the comparing of thermograms taken before and after the applied therapy were performed. **Results.** There was statistically significant decrease of the mean maximum temperature difference between the injured and the contralateral extremity after the therapy in comparison to the status before the therapy, with the patients of the group A ( $p < 0.001$ ) as well as those of the group B ( $p < 0.001$ ). The decrease was statistically significantly higher in the group A than in the group B ( $p < 0.05$ ). **Conclusions.** By the use of the infrared thermovision we showed that in the treatment of CRPS I both physical medicine methods were effective, but the effectiveness of laser therapy was statistically significantly higher compared to that of the interferential current therapy.

### Key words:

reflex sympathetic dystrophy; laser therapy, low-level; electric stimulation therapy; infrared rays; treatment outcome.

## Uvod

Kompleksni regionalni bolni sindrom tipa I (CRPS I) je novi naziv za refleksnu simpatičku distrofiju, prema nomenklaturi koju je usvojio Komitet za klasifikaciju hroničnog bola Internacionalne asocijacije za ispitivanje bola. Ovaj sindrom karakteriše kontinuirani regionalni bol, koji nije ograničen na dermatom ili perifernu nervnu distribuciju. Bol nastaje nakon inicijalnog oštećenja, ali je disproportionalan po trajanju i intenzitetu u odnosu na vrstu traume ili druge lezije. Pored bola, CRPS I karakterišu patološke senzorne, motorne, sudomotorne, vazomotorne i/ili trofične promene. Ukoliko se ovaj sindrom razvije usled oštećenja nerva radi se o CRPS II, koji je ranije bio poznat kao kauzalgijski<sup>1</sup>.

Kod CRPS, usled patofiziološkog mehanizma simpatičke disfunkcije, dolazi do vaskularnih promena, koje dovode do abnormalne promene temperature kože zahvaćenog dela ekstremiteta. Na taj način nastaje temperaturna razlika između obolelog i kontralateralnog ekstremiteta, koja se može detektovati infracrvenim (IC) termovizijskim snimanjem. Kvantitativnom analizom temperaturne razlike između simetričnih delova ekstremiteta (homolognih područja) potvrđuje se klinička dijagnoza CRPS<sup>2,3</sup>. Zahvaljujući mogućnosti arhiviranja termograma savremenih termovizijskih kamera, moguće je njihovo poređenje pre i posle sprovedene terapije, čime ove kamere mogu poslužiti u proceni efikasnosti primenjenih terapijskih procedura<sup>4-6</sup>.

Ne postoji jedinstveni tretman, koji dovodi do izlječenja CRPS<sup>7</sup>. Cilj terapije za ovaj sindrom je prevashodno smanjenje bola i otoka, kao i uspostavljanje pune pokretljivosti i snage mišića, poboljšanje funkcije zahvaćenog dela ekstremiteta i, konačno, socijalizacija bolesnika<sup>8</sup>. Naša zapažanja su da se prilikom primene laseroterapije subjektivne tegobe brže povlače nego pri primeni drugih fizikalnih procedura, što smo želeli da proverimo korišćenjem IC termovizije.

Cilj ovog rada bio je da se primenom IC termovizije proceni i uporedi terapijski efekat lasera male snage i interferentnih struja u lečenju bolesnika sa CRPS I.

## Metode

U prospektivno randomizirano kontrolisano kliničko istraživanje bilo je uključeno 45 bolesnika sa unilateralnim CRPS I. Svi bolesnici lečeni su na Klinici za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Kliničkog centra u Nišu, u periodu od decembra 2004. do januara 2007. godine. Kod ispitivanih bolesnika dijagnoza unilateralnog CRPS I postavljena je klinički, na osnovu kriterijuma koje je definisala Internacionalna asocijacija za ispitivanje bola<sup>1</sup> i potvrđena pomoću IC termovizije.

Kriterijumi za uključivanje u studiju podrazumevali su postojanje prvog stadijuma unilateralnog CRPS I, nakon frakture u nivou ručnog ili skočnog zgloba. Stadijum je određivan na osnovu dužine trajanja bolesti. S obzirom na to da razlike u temperaturi kože mogu biti prisutne kod neuropatskih abnormalnosti, fokalne inflamacije, vaskularnih bolesti i dr, iz studije su isključeni svi bolesnici kod kojih su anamnestički ili klinički pokazatelji ukazivali da boluju od: inflamacij-

skih bolesti zglobova, malignih bolesti, infektivnih bolesti, varikoziteta, tromboflebitisa, opstruktivne angiopatije, Raynaudovog fenomena i sindroma karpalnog tunela.

Metodom slučajnog izbora ispitivani bolesnici bili su podeljeni u dve eksperimentalne grupe: grupu A i grupu B. Grupa A obuhvatala je 20 bolesnika, koji su u terapijskom protokolu imali primenu lasera male snage i kineziterapije. Korišćen je poluprovodnički GaAs laser male snage od 70 mW, talasne dužine 810 nm, frekvencije 1–2500 Hz. Tretirane su tačke u predelu linije zgloba i bolne tačke u zahvaćenom području, dozom 1,5 J/cm<sup>2</sup>. Ukupna količina energije po jednom tretmanu iznosila je 25–30 J. Grupa B obuhvatala je 25 bolesnika, koji su u terapijskom protokolu imali primenu interferentnih struja (IFS) i kineziterapije. Primenjivane su bipolarne IFS, frekvencije 90 Hz u trajanju od 15 min, tako da su elektrode plasirane lokalno na bolni i otečeni deo. Bolesnici obe grupe imali su prvih 10 terapija svakodnevno, 5 dana u nedelji (2 nedelje), a nakon toga sledećih 10 terapija na drugi dan. Kod bolesnika obe grupe primenjivana je individualna kineziterapija (aktivne i aktivnopotpomognute vežbe, strogo dozirane do granice bola), 30 minuta, dva puta dnevno. Svi bolesnici pismeno su potvrdili da pristaju na predloženu dijagnostičku metodu i terapijsku proceduru.

Ispitivani bolesnici snimani su IC termovizijskom kamerom na početku ispitivanja i nakon sprovedenih 20 terapijskih procedura. Zatim je urađena kvantitativna analiza i komparacija termograma pre i posle sprovedene terapije.

Uslovi snimanja bili su jednaki za sve bolesnike, s obzirom na to da na temperaturu kože utiču bazalni metabolizam i metabolizam uzrokovan mišićnom aktivnošću i da na emitovanje toplote utiču faktori okoline<sup>9</sup>. Temperatura prostorije za snimanje bila je 22–24 °C. Najmanje 1 sat pre snimanja, bolesnici nisu konzumirali obilne obroke, tople napitke, alkohol, čaj ili kafu, nisu pušili, niti koristili kozmetičke preparate. Fizičke aktivnosti su redukovali na minimum. Fizičke procedure nisu sprovedene najmanje 4–6 sati pre snimanja. Deo tela označen kao regija od interesa (ROI), bio je bez odeće najmanje 15 minuta pre snimanja. Ručni/skočni zglob i dorzalna strana šaka/stopala, postavljeni paralelno, tako da im se palčevi ne dodiruju, predstavljali su ROI gornjeg/donjeg ekstremiteta. Termovizijskom kamerom *Varioscan high resolution 3021* („Jenoptik“, Dresden, Nemačka) snimane su obostrano ROI. Za obradu termograma korišćen je IRIBIS – grafički orjentisan softverski paket.

Kvantitativnom analizom dobijenih termograma verifikovane su maksimalne (max) vrednosti temperature ROI, izražene u Celzijusovim stepenima. Kod svakog bolesnika izračunata je razlika max vrednosti temperatura pre i nakon terapije, između ROI obolelog i kontralateralnog ekstremiteta, po formuli:  $\Delta T_{\max} = \max \text{ temperatura ROI obolelog} - \max \text{ temperatura ROI kontralateralnog ekstremiteta}$ . Na kraju ispitivanja, za obe grupe za svakog ispitanika izračunata je razlika vrednosti  $\Delta T_{\max}$  pre i nakon sprovedene terapije, po formuli:  $\Delta T_{\max \text{ diff}} = \Delta T_{\max} \text{ pre terapije} - \Delta T_{\max} \text{ posle terapije}$ .

Nakon ispitivanja dobijeni rezultati su statistički obrađeni u SPSS 10.0 paketu (*Statistical Package for the Social Sciences Program* – version 10) za statističku obradu podataka. Za statističku analizu podataka primenjena je srednja

vrednost, standardna devijacija,  $\chi^2$  test, zavisni i nezavisni Studentov  $t$  test za male uzorke. Pre utvrđivanja vrednosti Studentovog  $t$  testa nezavisnih uzoraka ispitivana je jednakost varijansi Leavenovim testom. Vrednost  $p < 0,05$  smatrana je statistički značajnom.

## Rezultati

Demografske i bazične karakteristike bolesnika date su u tabeli 1. Ispitivane grupe bile su komparabilne u odnosu na

Studentovim  $t$ -testom zavisnih uzoraka, utvrđeno je statistički značajno smanjenje prosečne vrednosti  $\Delta T_{\max}$  nakon sprovedene terapije, kako kod bolesnika grupe A ( $t = 6,269$ ,  $p < 0,001$ ), tako i kod bolesnika grupe B ( $t = 8,827$ ,  $p < 0,001$ ) (tabela 2). Poredeći prosečne vrednosti temperaturnih razlika između obolelog i kontralateralnog ekstremiteta pre i nakon terapije, Studentovim  $t$  testom nezavisnih uzoraka, utvrđeno je da je smanjenje tih temperaturnih razlika statistički značajno veće u grupi A nego u grupi B ( $t = 2,759$ ,  $p < 0,05$ ).

Tabela 1

Demografske i bazične karakteristike bolesnika					
Karakteristike bolesnika	Grupa A	Grupa B	$t$	$\chi^2$	$p$
Starost (god), $\bar{x} \pm SD$ (min-max)	53,90 $\pm$ 13,36 (23–77)	57,80 $\pm$ 10,75 (23–77)	1,08		> 0,05
Pol (broj), ženski / muški	12/8	17/8		0,31	> 0,05
Trajanje bolesti (dani), $\bar{x} \pm SD$ (min-max)	33,75 $\pm$ 8,44 (20–44)	31,64 $\pm$ 7,79 (20–44)	0,87		> 0,05
Lokalizacija CRPS I* (broj) gornji/ donji ekstremitet	7/13	14/11		1,97	> 0,05

\* kompleksni regionalni bolni sindrom tipa I

pol, starost, trajanje bolesti i zahvaćenost gornjih/donjih ekstremiteta. Kvantitativnom analizom termograma pre i nakon terapije, verifikovana je prosečna vrednost  $T_{\max}$  ROI ( $\bar{x} \pm SD$ ) i opseg (min-max)  $T_{\max}$  kod bolesnika grupe A i grupe B (tabela 2). Razlika max temperature između obolelog i zdravog ekstremiteta ( $\Delta T_{\max}$ ), pre terapije, kod ispitivanih bolesnika kretala se u opsegu od 1,0 °C do 2,81 °C, čime je potvrđena dijagnoza CRPS I.

Pre početka terapije nije postojala statistički značajna razlika u prosečnim max temperaturama obolelih ekstremiteta između ispitivanih grupa A i B ( $t = 1,462$ ;  $p > 0,05$ ), niti u prosečnim max temperaturama zdravih ekstremiteta ( $t = 0,377$ ;  $p > 0,05$ ), kao ni u vrednostima razlike max temperatura obolelog i kontralateralnog ekstremiteta ( $\Delta T_{\max}$ ) ( $t = 1,911$ ;  $p > 0,05$ ) (tabela 2).

Termogrami dva bolesnika grupe A pre i nakon terapije sa određenim maksimalnim vrednostima temperature, prikazani su na slikama 1 i 2.

## Diskusija

Postavljanje dijagnoze i započinjanje terapije CRPS I u početnom stadijumu, značajno je u cilju zaustavljanja progresije bolesti u smislu razvoja atrofije mišića, kontraktura susednih zglobova i disfunkcije zahvaćenog ekstremiteta. Mi smo koristili IC termovizijsku kameru pre početka fizikalne terapije za potvrđivanje dijagnoze CRPS, kao i nakon sprovedene terapije za procenu terapijskog efekta lasera male snage i IFS.

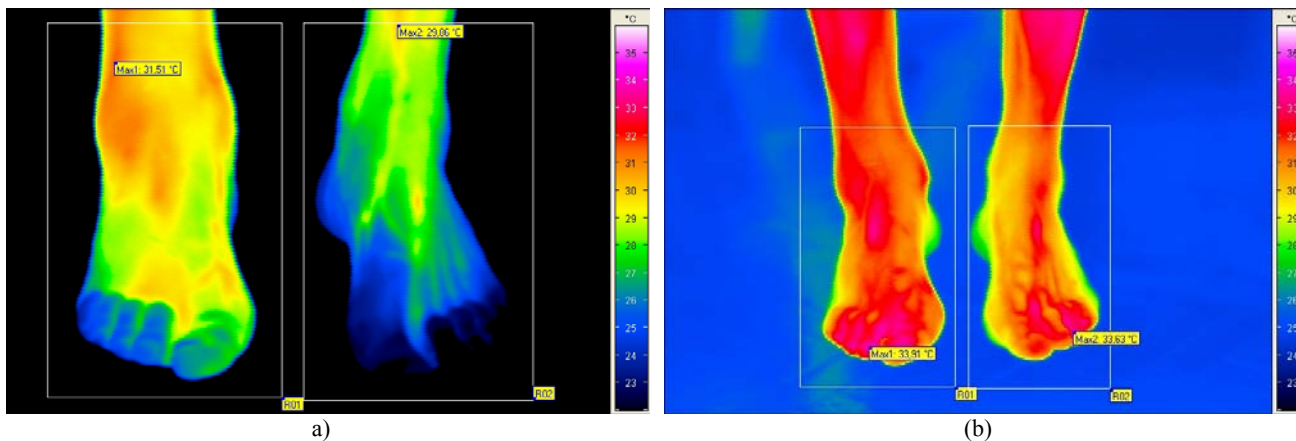
Tabela 2

Temperaturni parametri ( $T_{\max}$ regije od interesa; $\Delta T_{\max}$ i $\Delta T_{\max}$ diff) pre i nakon terapije					
Parametar	Ekstremitet	Grupa A		Grupa B	
		pre terapije	posle terapije	pre terapije	posle terapije
$T_{\max}$ (°C) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)	bolestan	33,49 $\pm$ 1,48* (30,99–36,34)	32,66 $\pm$ 1,00* (30,86–34,32)	32,77 $\pm$ 1,75 (27,46–35,42)	32,27 $\pm$ 1,83 (27,53–35,80)
	kontralateralan	31,69 $\pm$ 1,42* (28,90–35,16)	31,96 $\pm$ 1,11* (29,79–33,96)	31,51 $\pm$ 1,79 (26,67–33,77)	31,61 $\pm$ 1,95 (26,74–34,55)
$\Delta T_{\max}$ (°C), $\bar{x} \pm SD$		1,79 $\pm$ 1,04	0,64 $\pm$ 0,83†	1,26 $\pm$ 0,77	0,65 $\pm$ 0,67†
$\Delta T_{\max}$ diff (°C), $\bar{x} \pm SD$		1,15 $\pm$ 0,82‡		0,61 $\pm$ 0,35	

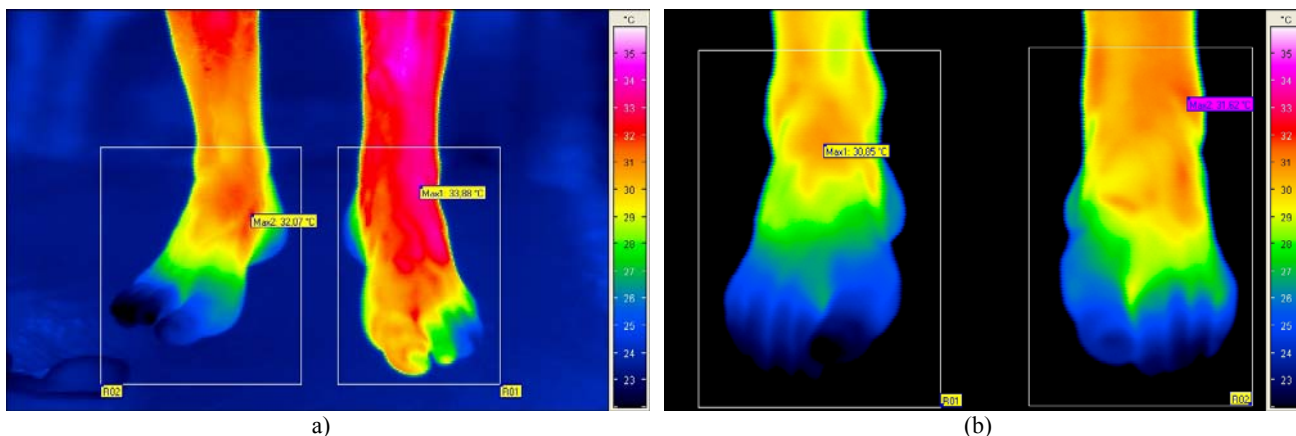
$T_{\max}$  = maksimalna vrednost temperatura regije od interesa;  $\Delta T_{\max}$  = razlika maksimalnih vrednosti temperatura regije od interesa obolelog i kontralateralnog ekstremiteta;  $\Delta T_{\max}$  diff = razlika  $\Delta T_{\max}$  pre terapije i  $\Delta T_{\max}$  nakon terapije; \* –  $p > 0,05$  (između grupa A i B), † –  $p < 0,001$  statistički značajna razlika posle terapije; ‡ –  $p < 0,05$  statistički značajna razlika između grupa A i B.

Nakon sprovedene terapije, prosečna vrednost  $\Delta T_{\max}$  kod bolesnika grupe A iznosila je 0,64  $\pm$  0,83 °C, a kod bolesnika grupe B 0,65  $\pm$  0,67 °C (tabela 2). Komparativnom analizom termograma dobijenih pre i nakon terapije,

Pošto su etiologija i patofiziološki mehanizmi CRPS još uvek sporni, razumljivo je što ni nakon dve održane konferencije Internacionalne asocijacije za ispitivanje bola posvećene ovom oboljenju, još uvek nije usvojen terapijski proto-



Sl. 1 – Termogram bolesnika sa CRPS I desnog stopala pre (a) i nakon (b) terapije



Sl. 2 – Termogram bolesnika sa CRPS I levog stopala pre (a) i nakon (b) terapije

kol<sup>7, 10–12</sup>. S obzirom na kompleksnost ovog sindroma, preporučuje se multidisciplinarni pristup u lečenju, u kome je najznačajnija fizikalna terapija primenjena u početnom stadijumu<sup>13–17</sup>. Međutim, ni primena multidisciplinarnog pristupa nije dala očekivane rezultate, jer nakon sprovedene terapije kod velikog procenta bolesnika zaostaje disfunkcija zahvaćenog ekstremiteta<sup>11, 12</sup>. Američka asocijacija za fizikalnu terapiju ukazuje da fizikalna terapija može poboljšati funkciju kod 80% bolesnika<sup>7</sup>. Važno je da fizikalna terapija bude individualno prilagođena u odnosu na ispoljenu kliničku sliku<sup>18</sup>.

Mi smo primenjivali dve fizikalne procedure (laseroterapiju i IFS) u lečenju bolesnika sa CRPS I u ranom stadijumu, uz individualno doziranu kineziterapiju. Poznati terapijski efekti ovih fizikalnih procedura su analgetski, antiedematozni, kao i stimulacija osteogeneze<sup>19, 20</sup>. S obzirom na to da je cilj terapije u ranom stadijumu prevashodno smanjenje bola i otoka, izbor fizikalnih procedura baziran je na analgetskom i antiedematoznom dejstvu IFS i lasera male snage. Nikolova<sup>21</sup>, u studiji koja je obuhvatala 400 bolesnika sa CRPS I, upoređujući efekte terapije interferentnim strujama, ultrazvukom i diadinamičnim strujama, ističe da se najbolji rezultati u lečenju postižu primenom IFS u prvom stadijumu.

Za procenu i poredenje efekta navedenih fizikalnih procedura, koristili smo IC termovizijsku kameru *Varioscan*

*high resolution 3021*. Termovizijska kamera detektuje emitovane IC zrake sa površine tela, zatim ih fokusira i usmerava pomoću specijalnih sočiva ka fotosenzoru, koji energiju detektovanih emitovanih IC zraka pretvara u električne impulse, a zatim transformiše u vidljiv snimak – termogram. Na ovaj način, emitovana temperatura sa kože vizuelizuje se na ekranu spektrom boja<sup>22</sup>. Zahvaljujući razvoju informacionih tehnologija, redukovani su nedostaci subjektivne procene intenziteta prebojenosti na termogramu, jer savremene termovizijske kamere, temperaturne razlike površine tela prikazuju u vidu visokokvalitetne termovizijske slike što omogućava njihovu kvantitativnu analizu i arhiviranje<sup>4, 23</sup>. Termovizijskim praćenjem bolesti tokom primene terapije, postoji mogućnost da se proceni i uporedi efikasnost pojedinih terapijskih procedura. Zbog ovoga se termovizija smatra objektivnim vodičem za izbor terapijskih procedura<sup>5, 6</sup>.

Niehof i sar.<sup>24</sup> pokazali su da postoji dobra korelacija između temperature kože i simpatičke aktivnosti kože. Termovizijska kamera, detektujući promenu temperature kože, može pomoći u dijagnostici bolesti koje direktno ili indirektno utiču na vaskularni tonus mikrocirkulacije koji je regulisan autonomnim nervnim sistemom<sup>5</sup>. Smatra se da procenom neurovaskularne disfunkcije, termovizija ima mogućnost dijagnoze CRPS I u ranom stadijumu i praćenje njegove progresije<sup>5, 24</sup>.

Postoje studije u kojima se termovizijom procenjuje terapijski efekat pojedinih fizikalnih procedura kod različitih bolesti. Hakgüder i sar.<sup>25</sup> ispitivali su termovizijom efekat lasera male snage kod bolesnika sa miofascijalnim bolom i uočili statistički značajno veće poboljšanje ispitivanih parametara u grupi u kojoj je primenjena terapija laserom uz kinetoterapiju, nego u grupi u kojoj je primenjivana samo kinetoterapija.<sup>25</sup> Chin-Li Wu i sar.<sup>26</sup> vršeci procenu efekata manualne masaže u kombinaciji sa kratkotalasnom diatermijom, kod bolesnika sa kockigodinijom, istakli su prednost termovizije kao objektivne metode za praćenje dinamike bolesti, nad subjektivnom procenom bola. Takođe, pokazano je da termovizija može poslužiti u vizuelizaciji efekata tradicionalne i laserske akupunkture.<sup>27</sup>

Postoji studija u kojoj su termovizijom ispitivani efekti primene modulirane vidljive svetlosti niskog intenziteta kod bolesnika sa CRPS I i kod zdravih osoba. U ovoj studiji, nakon sprovedene terapije, utvrđeno je statistički značajno veće smanjenje temperature kože, kod bolesnika sa CRPS, nego kod zdravih osoba. Navedena studija pokazala je da se termovizijom obezbeđuju objektivni podaci o fiziološkim promenama u regionalnoj perfuziji obolelog ekstremiteta, kao i da se može kvantifikovati odgovor na terapijske modalitete, što može poslužiti u izboru terapijskog protokola.<sup>28</sup>

U dostupnoj literaturi nismo našli studije koje se odnose na procenu i upoređivanje efekata laseroterapije i IFS u lečenju CRPS I. U našoj studiji pokazano je da između ispitivanih grupa pre terapije nije postojala statistički značajna razlika u prosečnoj maksimalnoj temperaturi ni obolelih, niti

kontralateralnih ekstremiteta, a što je najvažnije, nije postojala statistički značajna razlika u odnosu na prosečnu vrednost razlike maksimalnih temperatura obolelih i kontralateralnih ekstremiteta ( $\Delta T_{max}$ ). Nakon sprovedene terapije, postignuto statistički značajno smanjenje temperature obolelih ekstremiteta, odnosno statistički značajno smanjenje razlike maksimalnih temperatura obolelih i kontralateralnih ekstremiteta u obe grupe, ukazalo je na povoljno dejstvo obe procedure u terapiji CRPS I. Statističko poređenje između grupa pokazalo je da je to smanjenje statistički značajno veće u grupi A nego u grupi B, što daje prednost primeni laseroterapije u lečenju CRPS.

Povoljan efekat ovih procedura CRPS sugeriše da one, delujući analgetski i antiedematozno, deluju regulatorno na vaskularni tonus mikrocirkulacije kože, s tim što bi dejstvo lasera u ovom smislu bilo izraženo od dejstva IFS.

### Zaključak

Primenom IC termovizije pokazali smo da su obe fizikalne procedure, i laser male snage i IFS, efikasne u lečenju CRPS I, ali da je efikasnost terapije laserom statistički značajno veća od terapije IFS. Ovaj rezultat navodi na uključivanje lasera male snage, kao značajne fizikalne procedure u lečenje bolesnika sa CRPS I. Takođe, pokazali smo da IC termovizijsko snimanje može služiti u proceni i komparaciji efekata različitih fizikalnih procedura u terapiji CRPS I, kao i da može doprineti objektivnijem izboru fizikalnih procedura za njegov tretman.

### L I T E R A T U R A

- Harden RN, Bruhl SP. Diagnostic criteria: The statistical derivation of the four criterion factors. In: *Wilson PR, Stanton-Hicks M, Harden RN*, editors. CRPS: current diagnosis and therapy progress in pain research and management. Seattle, WA: IAPS Press; 2005. pp. 45–58.
- Wasner G, Baron R. Vasomotor changes-pathophysiology and measurement. In: *Wilson PR, Stanton-Hicks M, Harden RN*, editors. CRPS: current diagnosis and therapy progress in pain research and management. Seattle, WA: IAPS Press; 2005. pp. 81–106.
- Rommel O, Häbler HJ, Schürmann M. Laboratory tests for complex regional pain syndrome. In: *Wilson PR, Stanton-Hicks M, Harden RN*, editors. CRPS: Current diagnosis and therapy progress in pain research and management. Seattle, WA: IAPS Press; 2005. pp. 139–59.
- Herry CL, Frizze M. Quantitative assessment of pain-related thermal dysfunction through clinical digital infrared thermal imaging. *Bio Med Eng Online* 2004 June [cited 2004 June 28]. Available from: <http://www.biomedical-engineering-online.com/content/3/1/19>
- Hooshmand H, Hashmi M, Phillips EM. Infrared thermal imaging as a tool in pain management - an 11 year study. Part I of II. *Thermol Int* 2001; 11(2): 53–65.
- O'Young BJ, Cohen JM. The role of thermography in the diagnosis and management of complex regional pain syndrome. In: *Lee MHM, Cohen JM*, editors. Rehabilitation medicine and thermography. Wilsonville, Morrisville: Impress Publications; 2008. p. 45–66.
- Dommerholt J. Complex regional pain syndrome-2: physical therapy management. *J Bodyw Mov Ther* 2004; 8: 241–8.
- Bengston K. Physical modalities of complex regional pain syndrome. *Hand Clin* 1997; 13: 443–54.
- Ring EFJ, Ammer K. The technique of infrared imaging in medicine. *Thermol Int* 2000; 10(1): 7–14.
- Forouzanfar T, Koke AJ, van Kleef M, Weber WE. Treatment of complex regional pain syndrome type I. *Eur J Pain* 2002; 6(2): 105–22.
- Subbarao J, Stillwell GK. Reflex sympathetic dystrophy syndrome of the upper extremity: analysis of total outcome of management of 125 cases. *Arch Phys Med Rehabil* 1981; 62(11): 549–54.
- Wilder RT, Berde CB, Wolohan M, Vieyra MA, Masek BJ, Micheli LJ. Reflex sympathetic dystrophy in children. Clinical characteristics and follow-up of seventy patients. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74(6): 910–9.
- Kemler MA, Rijks CP, de Vet HC. Which patients with chronic reflex sympathetic dystrophy are most likely to benefit from physical therapy? *J Manipulative Physiol Ther* 2001; 24(4): 272–8.
- Lee KJ, Kirchner JS. Complex regional pain syndrome and chronic pain management in the lower extremity. *Foot Ankle Clin* 2002; 7(2): 409–19.
- Stanton-Hicks M, Baron R, Boas R, Gordb T, Harden N, Hendler N et al. Complex regional pain syndromes: guidelines for therapy. *Clin J Pain* 1998; 14(2): 155–66.
- Rbo RH, Brewer RP, Lamer TJ, Wilson PR. Complex regional pain syndrome. *Mayo Clinic Proc* 2002; 77(2): 174–80.
- Wasner G, Schattschneider J, Binder A, Baron R. Complex regional pain syndrome – diagnostic, mechanisms, CNS involvement and therapy. *Spinal Cord* 2003; 41: 61–75.

18. *Eccleston C, Crombez G, Aldrich S, Stannard C.* Worry and chronic pain patients: a description and analysis of individual differences. *Eur J Pain* 2001; 5(3): 309–18.
19. *Lazović M.* Laser therapy. Beograd: Evropski centar za mir i razvoj (ECPD); 1997. (Serbian)
20. *Mihajlović V.* Physical therapy. 3rd ed. Rijeka Crnojevića: Obodsko slovo; 2002. p. 190–201. (Serbian)
21. *Nikolova L.* Treatment with interferential current. Edinburgh, London, Melbourne, New York: Churchill Livingstone; 1987.
22. *Sarquent GR.* The use of thermography in clinical thoracolumbar disease in dachshunds. [thesis]. Department of Clinical Sciences College of Veterinary Medicine, Kansas: 2008.
23. *Uematsu S, Edwin D, Jankel W, Kozickowski J, Trattner M.* Quantification of thermal asymmetry. Part 1: Normal values and reproducibility. *J Neurosurg* 1988; 69: 552–5.
24. *Niebof SP, Huygen F, van der Weerd RWP, Westra M, Zijlstra FJ.* Thermography imaging during static and controlled thermoregulation in complex regional pain syndrome type 1: diagnostic value and involvement of the central sympathetic system. *Bio Med Eng Online* 2006 May [cited 2006 May 12]. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1479347>
25. *Hakgüder A, Birtane M, Gürçan S, Kokino S, Turan FN.* Efficacy of low level laser therapy in myofascial pain syndrome: an algometric and thermographic evaluation. *Lasers Surg Med* 2003; 33(5): 339–43.
26. *Wu CL, Yu KL, Chuang HY, Huang MH, Chen TW, Chen CH.* The application of infrared thermography in the assessment of patients with coccygodynia before and after manual therapy combined with diathermy. *J Manipulative Physiol Ther* 2009; 32(4): 287–93.
27. *Litscher G, Wang L.* Thermographic visualization of changes in peripheral perfusion during acupuncture. *Biomed Tech* 1999; 44(5): 129–34.
28. *Gardiner A, Florin RE, Haber C.* Complex regional pain syndrome: a new approach to therapy. In: *Waynant R, Tata DB*, editors. Proceedings of light-activated tissue regeneration and therapy Symposium, Engineering Conferences International, 2007 June 24–29; Tomar, Portugal. London, New York: Springer; 2008. p. 283–92.

Primljen 21. VII 2009.

Revidiran 11. I 2010.

Prihvaćen 3. III 2010.