

## Dinamika volumena prednjeg odjeljka potkoljenice tijekom mišićne kontrakcije

Radiovoje Radić i Vasilije Nikolić

Medicinski fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Stručni rad

UDK 616.718.5:616.748

Prispjelo: 25. kolovoza 1999.

Ultrazvučna dijagnostika predstavlja značajnu pomoć u promatranju promjena unutar prostora prednjeg odjeljka potkoljenice. Vršena su istraživanja na 100 ispitanika. Linearnom je ultrazvučnom sondom 7.5 MHz učinjen poprečni prikaz prednjeg odjeljka potkoljenice na tri razine: u neutralnom položaju stopala, položaju dorzalne te plantarne fleksije stopala. Pri dorzalnoj se fleksiji stopala površina proksimalnog presjeka prosječno poveća za 26.86%, dok se površina srednjeg i distalnog presjeka smanjuje. Volumen ovoga prostora poveća se prilikom dorzalne fleksije stopala za prosječno 4,13% , ali i prilikom kontrakcije stražnje muskulature poveća se za prosječno 1,13%.

**Ključne riječi:** dinamika volumena prednjeg odjeljka potkoljenice, mišićna kontrakcija

### UVOD

Prednji je odjeljak potkoljenice prostor omeđen koštano medialno s goljeničnom kosti, lateralno s lisnom kosti, između kojih je straga razapeta međukoštana opna, a sprijeda je fascia cruris. Radi se o zatvorenom prostoru koji je podložan nastajanju kompartment sindroma, što sa sobom nosi rizik od trajnih oštećenja struktura koje se nalaze u prednjem odjeljku. Kompartiment sindrom je skup simptoma uvjetovan stvaranjem dodatnog volumena unutar zatvorenog prostora, a nauštrb okolnih struktura. Prema načinu pojavljivanja simptoma možemo ga podijeliti na akutni i kronični oblik. Stoga u ovom radu ultrazvučnim istraživanjem želimo pokazati koliki je pomak toga prostora pri kontrakciji mišića prednje, ali i stražnje skupine mišića potkoljenice.

### MATERIJALI I METODE

Istraživanjem je obuhvaćeno 100 ispitanika (54 žene i 46 muškaraca) u dobi od 18 do 75 godina. Rabljena je linearna ultrazvučna sonda frekvencije 7,5 Mhz (Shimadzu), uz odstojni jastučić koji se stavlja između površine kože i sonde, te tako umanjuje artefakt bliskog polja (4,1). Ispitanicima je duljina potkoljenice podijeljena na četiri dijela, te je na granicama četvrtina učinjen poprečni ultrazvučni prikaz prednjeg odjeljka potkoljenice. Tako su dobivene tri razine prikaza prednjeg odjeljka: proksimalni, srednji i distalni.

Na svakom prikazu su učinjene tri snimke: prva u neutralnom položaju, kada je stopalo u pravom kutu s potkoljenicom, druga u položaju dorzalne fleksije stopala te treća u položaju plantarne fleksije stopala.

Na dobivenim prikazima izmjereni su: širina međukoštane opne, udaljenost od prednjeg brida goljenične kosti do prednjeg dijela prednje međumišićne pregrade, te udaljenost od međukoštane opne do fascije potkoljenice (slika 1).

Budući da presjek prednjeg odjeljka ima oblik trapeza, površina mu se može izračunati iz izmjerenih parametara. Nakon što je izračunata površina za sva tri presjeka potkoljenice, mogla se

učiniti procjena ukupnog volumena prostora prednjeg odjeljka, pomnoživši prosječnu površinu presjeka i duljinu potkoljenice.

### REZULTATI

U proksimalnom presjeku širina međukoštane opne se ne mijenja značajno prilikom kontrakcije mišića prednje, ali ni stražnje lože potkoljenice. Najveća se promjena očituje mjerenjem dubine prednjeg odjeljka pri dorzalnoj fleksiji u odnosu na neutralni položaj stopala (+31,2%). Stoga se i površina proksimalnog presjeka mijenja pri dorzalnoj fleksiji u približnom omjeru (+26,84%) dok se pri plantarnoj fleksiji ona prosječno smanjuje za 3,68% (tablica 1).

U srednjem dijelu potkoljenice nije bilo statistički značajnih razlika prilikom mjerenja širine međukoštane opne i širini prednje granice pri dorzalnoj i pri plantarnoj fleksiji stopala u odnosu na neutralni položaj. Dubina prednje lože se prosječno povećava za 7,36 %, a površina presjeka za 6,3 % prilikom plantarne fleksije stopala. Pri kontrakciji prednje skupine mišića dubina se prednje lože smanji za 5,5 %, a površina za 4,88 % (tablica 2).

U distalnom se presjeku vrijednosti međukoštane opne i širine prednje granice također ne mijenjaju statistički značajno pri kontrakcijama mišića potkoljenice. Najveću promjenu od -14,56 % bilježi površina presjeka prilikom dorzalne fleksije stopala (tablica 3).

Ukupni volumen prednje lože poveća se prilikom dorzalne fleksije stopala za prosječno 4,13%, ali se i prilikom kontrakcije stražnje muskulature poveća za prosječno 1,13 % (9).

### RASPRAVA

Kao zatvorena cjelina, prednja loža potkoljenice podložna je nastajanju kompartment sindroma. Uzroci nastajanja kompartment sindroma mogu biti ozljede potkoljenice, posebice one s lezijom arterija (10), prijelomi (7,11) ili bilo koje drugo stanje koje ima za posljedicu stvaranje novog volumena u tom zatvorenom prostoru. Ovi uzroci se odnose uglavnom na akutni oblik kompartment sindroma. U kroničnom obliku hipertrofija je mišića ta koja povećava volumen struktura unutar prednje lože.

Naime, nekoliko je radova pokazalo povećanje površine presjeka mišića nakon izvedene vježbe, dokazujući to upravo ultrazvukom ili magnetskom rezonancijom (3). Međutim, samo povećanje volumena mišića očigledno nije jedini uzrok nastajanja poremećaja i ishemične boli zbog opstrukcije krvnih žila. Poanta je u fleksibilnosti prostora, tj. mogu li granice prednje lože pratiti dinamičke promjene volumena mišića.

Prema očekivanju (5), mišićna se loža pri transversalnom presjeku prikazuje kao hipohogeno područje s mrežom hiperehogenih odjeka, koje predstavljaju intermuskularna septa, dok granice prostora prednjeg odjeljka potkoljenice daju hiperehogeni odjek. Rezultati su pokazali da je dubina lože najviše podložna promjenama, što znači da se ovaj prostor širi prema naprijed ispušćavanjem fascije potkoljenice. Kako je očito iz formule koju sam koristio za izračunavanje površine presjeka, ovaj parametar, uz relativno male promjene ostalih parametara, dovodi do proporcionalnih promjena površine presjeka. Promjene tih pokazatelja tijekom dorzalne i plantarne fleksije stopala ukazuje na kretanje mišićne mase kroz prednji odjeljak potkoljenice. Tako se prilikom dorzifleksije mišićje prednje lože kreće prema proksimalnom kraju, a pri plantarnoj fleksiji, vjerojatno pritisnuto mišićjem stražnje lože, prema distalnom kraju. Procjena volumena prostora bila je prema relativno jednostavnoj formuli: prosječna veličina presjeka potkoljenice x duljina potkoljenice. Ovakav pristup je proizašao iz želje da se prikaže relativni odnos volumena kroz različite položaje skočnog zgloba, a ne da prikažemo apsolutnu vrijednost volumena toga prostora. On je pokazao porast pri dorzalnoj fleksiji od 4,13% u prosjeku, dok je pri plantarnoj fleksiji taj porast bio 1,13%, s izrazi-

to velikim stupnjem korelacije prema neutralnom položaju od 0,959 za oba položaja.

Ako bi ultrazvučnom tehnikom željeli ispitati fiziološki presjek pomenutih mišića, tada bismo morali uzeti u obzir kut kojeg zatvaraju mišićna vlakna i tetiva (8,6) budući da se radi o perastim mišićima, te pomoću sive skale (2) treba utvrditi postotak nemišićnog tkiva u presjeku.

## ZAKLJUČCI

Na temelju urađenih istraživanja, može se zaključiti da se ultrazvučnom linearnom sondom frekvencije 7.5 MHz može kvalitetno prikazati poprečni presjek prednje lože potkoljenice i odrediti njegove granice. Najveće promjene, za vrijeme kontrakcije mišića prednje skupine potkoljenice, događaju se u proksimalnom dijelu prednje lože, gdje se značajno povećava površina presjeka (+26.86%) dok se u srednjem i u distalnom dijelu površina presjeka smanjuje.

Prigodom kontrakcije mišića stražnje skupine, mišićne se mase premještaju prema srednjem dijelu potkoljenice, što pokazuje značajan porast površine srednjeg presjeka (+7.37%).

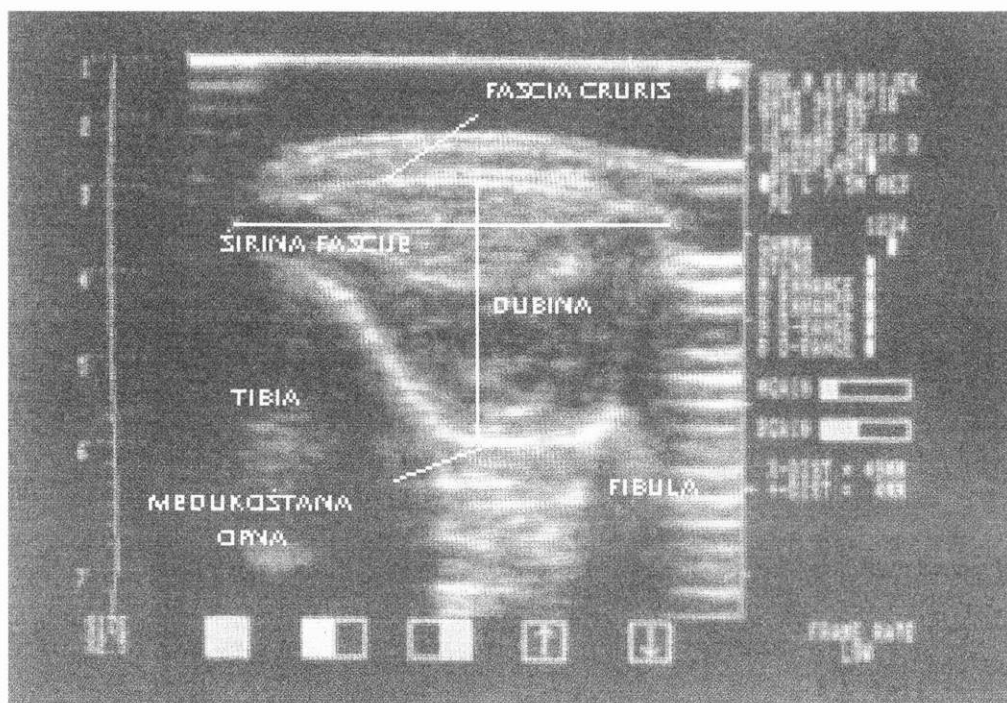
Ukupni volumen prednje lože povećava se prilikom dorzalne fleksije stopala za prosječno 4,13%, ali se i prilikom kontrakcije stražnje muskulature povećava za prosječno 1,13%.

### SLIKA 1.

Ultrazvučni prikaz prednje lože potkoljenice s mjernim pokazateljima

### FIGURE 1.

Ultrasonic image of the front shin compartment with measurement indicators



**TABLICA 1.**

Vrijednosti pokazatelja proksimalnog presjeka potkoljenice u tri položaja stopala i veličine promjena pri dorzalnoj i plantarnoj fleksiji u odnosu na neutralni položaj stopala kod 100 ispitanika

**TABLE 1.**

*Values of the proximal shaft section indicators in three foot positions and the proportions of changes at dorsal and plantar*

| POKAZATELJ<br>INDICATOR  | POLOŽAJ STOPALA<br>POSITION OF THE FEET |   |   | PROMJENA<br>DF prema N<br>CHANGE<br>DF vs. N | PROMJENA<br>PF prema N<br>CHANGE<br>PF vs. N |
|--|---|---|---|--|--|
|  | Neutralni (N)<br>x ± SD<br>Neutral (N)  | Dorzalna<br>fleksija (DF)<br>x ± SD<br>Dorsal<br>flexion (DF) | Plantarna<br>fleksija (PF)<br>x ± SD<br>Plantar<br>flexion (PF) |  |  |
| Međukoštana membrana (cm)<br>Interosseal membrane (cm)                     | 2,13 ± 0,3                              | 2,11 ± 0,31   | 2,15 ± 0,31   | - 2,5 %                                      | - 0,7 %                                      |
| Dubina prednjeg odjeljka (cm)<br>Front shin depth (cm)                     | 2,02 ± 0,31                             | 2,61 ± 0,37   | 1,98 ± 0,31   | + 31,2 %                                     | - 1,1 %                                      |
| Širina prednje granice (cm)<br>Front border width (cm)                     | 5,05 ± 0,54                             | 4,9 ± 0,47  | 4,9 ± 0,53  | - 3,9 %                                      | - 3,6 %                                      |
| Površina presjeka (cm <sup>2</sup> )<br>Section surface (cm <sup>2</sup> ) | 7,3 ± 1,5                               | 9,16 ± 1,71   | 6,99 ± 1,42   | + 26,84 %                                    | - 3,68 %                                     |

**TABLICA 2.**

Vrijednosti pokazatelja srednjeg presjeka potkoljenice u tri položaja stopala i veličine promjena pri dorzalnoj i plantarnoj fleksiji u odnosu na neutralni položaj stopala kod 100 ispitanika

**TABLE 2.**

*Values of the median shaft section indicators in three foot positions and the proportions of changes at dorsal and plantar flexions versus neutral foot position in 100 examinees*

| POKAZATELJ<br>INDICATOR  | POLOŽAJ STOPALA<br>POSITION OF THE FEET |   |   | PROMJENA<br>DF prema N<br>CHANGE<br>DF vs. N | PROMJENA<br>PF prema N<br>CHANGE<br>PF vs. N |
|--|---|---|---|--|--|
|  | Neutralni (N)<br>x ± SD<br>Neutral (N)  | Dorzalna<br>fleksija (DF)<br>x ± SD<br>Dorsal<br>flexion (DF) | Plantarna<br>fleksija (PF)<br>x ± SD<br>Plantar<br>flexion (PF) |  |  |
| Međukoštana membrana (cm)<br>Interosseal membrane (cm)                     | 1,94 ± 0,34                             | 1,99 ± 0,32   | 1,96 ± 0,33   | + 1,78 %                                     | + 0,94 %                                     |
| Dubina prednjeg odjeljka (cm)<br>Front shin depth (cm)                     | 2,62 ± 0,36                             | 2,46 ± 0,41   | 2,82 ± 0,37   | - 5,5 %                                      | + 7,36 %                                     |
| Širina prednje granice (cm)<br>Front border width (cm)                     | 4,59 ± 0,53                             | 4,56 ± 0,59   | 4,50 ± 0,56   | - 0,13 %                                     | - 0,21 %                                     |
| Površina presjeka (cm <sup>2</sup> )<br>Section surface (cm <sup>2</sup> ) | 8,62 ± 1,86                             | 8,16 ± 1,98   | 9,20 ± 1,98   | - 4,88 %                                     | + 6,3 %                                      |

**TABLICA 3.**

Vrijednosti pokazatelja distalnog presjeka potkoljenice u tri položaja stopala i veličine promjena pri dorzalnoj i plantarnoj fleksiji u odnosu na neutralni položaj stopala kod 100 ispitanika

**TABLE 3.**

*Values of the distal shaft section indicators in three foot positions and the proportions of changes at dorsal and plantar flexions versus neutral foot position in 100 examinees*

| POKAZATELJ<br>INDICATOR   | POLOŽAJ STOPALA<br>POSITION OF THE FEET       |   |   | PROMJENA<br>DF prema N<br>CHANGE<br>DF vs. N | PROMJENA<br>PF prema N<br>CHANGE<br>PF vs. N |
|---|---|---|---|--|--|
|   | Neutralni (N)<br>x ± SD<br><i>Neutral (N)</i> | Dorzalna<br>fleksija (DF)<br>x ± SD<br><i>Dorsal<br/>flexion (DF)</i> | Plantarna<br>fleksija (PF)<br>x ± SD<br><i>Plantar<br/>flexion (PF)</i> |  |  |
| Međukoštana membrana (cm)<br><i>Interosseal membrane (cm)</i>                   | 1,10 ± 0,21                                   | 1,14 ± 0,23   | 1,09 ± 0,24   | + 0,27 %                                     | - 0,38 %                                     |
| Dubina prednjeg odjeljka (cm)<br><i>Front shin depth (cm)</i>                   | 1,90 ± 0,28                                   | 1,62 ± 0,23   | 2,03 ± 0,29   | - 13,94 %                                    | + 7,42 %                                     |
| Širina prednje granice (cm)<br><i>Front border width (cm)</i>                   | 3,28 ± 0,51                                   | 3,26 ± 0,49   | 3,20 ± 0,42   | - 0,93 %                                     | - 2,08 %                                     |
| Površina presjeka (cm <sup>2</sup> )<br><i>Section surface (cm<sup>2</sup>)</i> | 4,20 ± 1,06                                   | 3,61 ± 0,91   | 4,38 ± 0,10 c   | - 14,56 %                                    | + 4,06 %                                     |

LITERATURA

- Chan B, Merton-Gaythorpe JV, Kadaba MP, Zafaranloo S and Bryk D. Acoustly properties of polyvinyl chloride gelatin for use in ultrasonography. *Radiology* 1984;152: 215-6.
- Cisneros F, Ellis M, Miller KD, Novakofski J, Wilson ER and McKeith FK. Comparison of transverse and longitudinal real-tima ultrasound scans for prediction of lean cut yields and fat- free lean content in live pigs. *Journal of Animal Sciences* 1996;74-11:2566-76.
- Eskelin MK, Lotjonen JM, Mantysaari MJ. Chronic exertional compartment syndrome: MR imaging at 0.1 T compared with pressure measurement. *Radiology*. 1998; 206-2: 333-7.
- Fornage BD and Rifkin MD. Ultrasound examination of the hand and foot. *Radiol Clin North Am* 1988;26: 87-107.
- Fornage BD, Touche DH, Segal P and Rifkin MD. Ultrasonography in the evaluation of muscular trauma. *J. Ultra-sound Med*1983; 2:549- 54.
- Friedrich JA, Brand RA. Muscle fiber architecture in the human lower limb. *J. Biomechanics* 1990;23-1:91-5.
- Hyder N, Kessler S, Jennings AG, De Boer PG. Compartment syndrome in tibial shaft fracture missed because of a local nerve block. *J Bone Joint Surg (Br)* 1996; 78 - 3: 499 - 500.
- Nikolić V, Hudec M. Principi i elementi biomehanike. Zagreb: Školska knjiga, 1985.
- Radić R. Dinamička anatomija prednjeg odjeljka potkoljenice (Magistarski rad) Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, 1998. 36-42.
- Radonić V, Barić D, Petričević A, Kovačević H, Sapunar D, Glavinadarudov M. War injuries of the crural arteries. *British Journal of surgery* 1995; 82: 777-83.
- Roberts S, Thomas P. Acuta compartment syndrome in tibial diaphyseal fractures. *J Bone Joint Surg (Br)* 1996; 78 - 4: 683.

**VOLUME DYNAMICS OF THE FRONT SHIN COMPARTMENT IN MUSCLE CONTRACTION**

Radivoje Radić and Vasilije Nikolić  
 Medical School University of Osijek

ABSTRACT

The ultrasound diagnostic procedure is of great help in observing the changes within front shin compartment. 100 patients had the diametrical scan of the front shin compartment at three levels of the same distance, made with ultrasound with the linear probe of 7.5 MHz. We repeated the measuring at the same levels with the feet in the neutral position as well as in dorsal and plantar flexion. In case of feet dorsal flexion, the proximal diameter of the surface is increasing by 26.86%, whereas in case of middle and distal diameter decreases. The volume of this space it increases by 4.13% in feet dorsal flexion, and by 1.13% in feet plantar flexion.

**Key words:** muscle contraction, volume dynamics of the front shin