



ULTRAZVUČNA DIJAGNOSTIKA OZLJEDA I OŠTEĆENJA AHILOVE TETIVE U AKTIVNIH SPORTAŠA I REKREATIVACA

ULTRASOUND EXAMINATION OF INJURIES AND OVERUSE INJURIES OF THE ACHILLES TENDON IN ACTIVE AND LEISURE SPORTSMEN

Ivan Krolo, Tatjana Cicvara, Kristina Visković, Nenad Babić, Gordana Lovrenčić-Prpić, Miljenko Marotti

Klinički Zavod za interventnu i dijagnostičku radiologiju KB Sestre milosrdnice, Zagreb
Department of Interventional and Diagnostic Radiology Clinical Hospital "Sestre
milosrdnice", Zagreb

SAŽETAK

Ahилова tetiva je najjača tetiva u čovječjem tijelu, ali usprkos toga često je podvrgnuta akutnim ozljedama, a još češće kroničnim oštećenjima ili tzv. sindromima prenaprezanja.

Ultrazvučna dijagnostika pokazala se nezamjenjiva u svakodnevnom kliničkom radu u smislu potvrde ozljede ili oštećenja Ahilove tetive. Isto tako pokazala se kao vrlo korisna u istraživanjima uzroka nastanka i utvrđivanja patomorfologijskih promjena tkiva same tetive ili njene nježne ovojnice. Zahvaljujući ultrazvučnoj i MR dijagnostici patomorfoloških promjena u samoj tetivi mijenja se i nomenklatura osobito sindroma prenaprezanja Ahilove tetive te se danas uglavnom koristi izraz tendinosis umjesto tendinitis.

Na temelju rezultata ultrazvučne analize patomorfologijskih promjena Ahilove tetive kod aktivnih sportaša pokušali smo utvrditi rizik povećanja lezija tetivnog sustava uzrokovanog aktivnim bavljenjem sportom.

Učinili smo ultrazvučni pregled Ahilovih tetiva kod 63 aktivna sportaša, 42 muškarca i 21 žena, životne dobi od 17 do 28 godina te kod 64 ispitanika, 44 muškarca i 20 žena, životne dobi od 18 do 29 godina koji se ne bave sportom aktivno. U muških aktivnih sportaša bilo je 16 nogometaša, 14 hokejaša na ledu i 12 tenisača, a u žena 13 rukometašica i 8 tenisačica. Ultrazvučni pregled Ahilovih tetiva smo radili linearnim pretvaračem visoke rezolucije, 7 do 13 MHz, komparativno obje tetive, uzdužnim i transverzalnim presjecima. Analizirali smo ultrazvučni izgled tetive, te prikazali akutne traumatske promjene kao i kronične lezije tetive. Dobivene rezultate smo statistički obradili, u postocima i testom o jednakosti proporcija dviju populacija, test na dvije granice, razlikom signifikantnosti 0,005.

Kod skupine aktivnih sportaša (N=63) našli smo 3 akutna tendinitisa, 3 akutna burzitisa, 10 mikrotrauma, 4 peritendinitisa i 7 fokalnih zadebljanja tetive. U kontrolnoj skupini (N=64) nađen je 1 burzitis, kod 5 ispitanika zone mikrotraume te 3 fokalna zadebljanja tetive. U skupini

SUMMARY

Although the Achilles tendon is the strongest tendon in the human body, it is very often exposed to acute and even more often chronic injuries, so-called overuse injuries. Ultrasound examinations have proven to be irreplaceable in everyday clinical practice in confirming acute injury or chronic damage of Achilles tendon. More over, ultrasound diagnostic is very useful methods in establishing etiology and pathomorphological changes of the tendon tissue or its sheath. According to ultrasound and MRI diagnostics of the patomorphological changes in the tendon itself the nomenclature is also changed, for instance today the overuse syndrome of the Achilles tendon is called tendinosis instead of tendinitis.

The aim of this study was to find out the risk of Achilles tendon injuries caused by active sports activities based on the results of ultrasound examination of pathological changes of Achilles tendon.

Sonographic evaluation of the Achilles tendon was been done by ultarsaound scanners with 7.0 to 13 MHz linear - array transducer.

Authors performed ultrasonography at two different groups -the first group consists of 63 active athletes, 42 males and 21 females, 17 to 28 years old and the second group of 64 persons, 44 males and 20 females, 18 to 29 years old, which do not have active sports activities. In the first group there were 16 soccer players, 14 hockey players, 20 tennis players and 13 handball players.

The ultrasound findings included the following: in the first group (active athletes) we diagnosed 3 acute tendinitis, 3 acute bursitis, 10 microtears, 4 peritendonitis and 7 focal enlargement of Achilles tendon. In second group (non- athletes) there was no acute tendinitis and peritendinitis, while we find 1 bursitis, 5 microtears and 3 focal enlargement of tendon. In the group of active athletes we found 27 (33%), while in the group of the non-sport active persons it was found 9 (14%) patomorphological changes of the Achilles tendons.

aktivnih sportaša je nađeno 27 patomorfologijskih promjena Ahilove tetive, kod 33% ispitanika, a u kontrolnoj skupini 9, kod 14% pregledanih.

Iz dobivenih rezultata je vidljivo da je ultrazvučna analiza Ahilove tetive vrlo korisna metoda za detekciju patomorfologijskih promjena, utvrđivanje vrste i intenziteta lezije. Aktivno bavljenje sportom povećava broj ozljeda tetivnog sustava već u aktivnoj fazi sportske aktivnosti. Ultrazvučni nalaz je koristan za izbor terapijskog postupka, kao i praćenje uspješnosti izabranog liječenja.

Ključne riječi: Ahilova tetiva, sportske ozljede, ultrazvučna dijagnostika

UVOD

Akutne ozljede i kronična oštećenja nazvana i sindromi prenaprezanja Ahilove tetive česta su u svim sportovima povezanim s trčanjem i skokovima. Tendinitis Ahilove tetive javlja se u 11 % trkača i što je osobito važno izražena je sklonost ponovnom javljanju istih tegoba. Često se ozljede i sindromi prenaprezanja Ahilove tetive javljaju u nogometaša, košarkaša, rukometaša, tenisača, hokejaša i u baletnih plesača. Akutne ozljede u smislu akutnog tendinitisa ili i akutne kompletne rupture su daleko rjeđe od kroničnih oštećenja Ahilove tetive, a koja oštećenja su posljedica dugotrajnih kumuliranih mikrotrauma (20, 21, 24). Navedene mikrotraume preko upalne komponente dovode do degenerativnih promjena u samom tkivu i ovojnicu tetive ili na hvatištu tetive za kost odnosno prelazu mišićnih u tetivne niti. Navedene patomorfološke promjene s osnovnim kliničkim simptomom boli i funkcionalne nesposobnosti moguće je objektivizirati, i to primjenom dijagnostičkih metoda, ultrazvuka i magnetske rezonancije moguće je direktno i neinvazivno slikovno prikazati vrstu i intenzitet oštećenja mišićno-tetivnog sustava (9, 11, 13). Današnje mogućnosti ultrazvučne dijagnostike zbog svoje jednostavne primjene u svakodnevnoj praksi najpouzdanija je, a i najjeftinija dijagnostička pretraga ozljeda i sindroma prenaprezanja mišića i tetiva. Naravno i vrlo pouzdana metoda u rukama iskusnog stručnjaka.

Sportske ozljede Ahilove tetive nastaju kao posljedica kontuzija, prekomjernog istegnuća, pretreniranosti, nedovoljne fizičke pripremljenosti, neadekvatne sportske obuke, što se sve može uvrstiti u tzv. vanjske čimbenike nastanka ozljeda i oštećenja Ahilove tetive. U unutarnje čimbenike prije svega se ubrajaju anatomska odstupanja donjeg ekstremiteta koja dovode do pretjerane i/ili produžene pronacije stopla u fazi oslonca noge u toku trčanja (10, 27). Kao čest uzrok navodi se i pretjerana napetost Ahilove tetive, tj. nesrazmjer između snage i fleksibilnosti mišića, m. triceps surae. Vaskularizacija tetive isto je značajna u nastanku ozljeda i oštećenja same tetive. Podložnije patomorfološkim promjenama su tetive u slučaju slabije prokrvljenosti te mukoidne degeneracije uzrokovane bolestima kao npr. giht i hypercholesterolemia (2, 3, 4, 5, 6, 8).

Ahilova tetiva je najduža i najjača tetiva u čovjekovom tijelu i odgovorna je za plantarnu fleksiju stopala.

As many other soft tissue lesions, ultrasonography is a useful tool in the evaluation of the pathological changes of the Achilles tendon, in defining the kind and intensity of lesion itself, and also in the decisions and evaluations of the treatment.

Key words: Achilles tendon, sports injuries, ultrasound examination

Tetiva je spoj zasebnih tetiva *m. gastrocnemiusa* i *m. soleusa*. Veličina tetive je varijabilna, debljina iznosi od 5 do 10 mm, dužina komponente *m. gastrocnemiusa* od 11 do 26 cm, dok komponenta *m. soleusa* iznosi od 3 do 11 cm. Ahilova tetiva smještena je u visini nožnog zgoba neposredno između kože i subkutane tkiva. Distalno se hvata na stražnji dio petne kosti. Retrocalcanealna bursa smještena je između Ahilove tetive i stražnje plohe petne kosti, dok subkutana bursa leži između kože i Ahilove tetive. Ahilova tetiva nema klasičnu sinovijalnu ovojnicu (vagina synovialis), već je oblaže tanka opna paratenonij (paratenon). Stražnja strana tetive pokrivena je i fascijom potkoljenice koja je potpuno ovijana. Medijalno od Ahilove tetive nalazi se *m. plantaris*, dok Kagersov masni trokut odvaja tetivu od krvnih žila i mišića. Ahilova tetiva je loše vaskularizirana, 6 cm proksimalno od mjesta hvatišta za petnu kost je hipovaskularno područje u kojem se događa većina parcijalnih i totalnih ruptura tetive.

Normalna Ahilova tetiva prikazana na uzdužnom presjeku je nešto ehogenija od mišića, fine fibularne strukture, oštro ocrtanih paralelnih rubova. Na poprečnom presjeku tetiva je ovalna, dobro demarkirana od okolnih struktura, nešto je smanjene ehogenosti i bez fibrilarnog izgleda u odnosu na uzdužni presjek (sl. 1).

Peritendinealne mekotkivne strukture su hipoehogenije prikaza od tetive kao i *m. plantaris* (15, 17). Retrocalcanealna burza je na longitudinalnom presjeku ovalnog izgleda, promjera do 3 mm, ehogenija od tetive (3, 11, 13, 22).

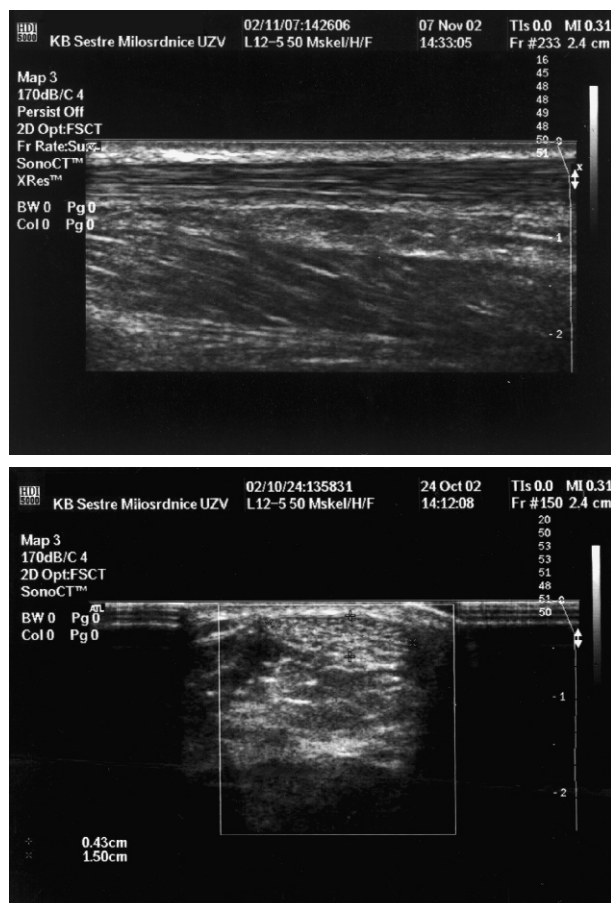
Patomorfologijske promjene Ahilove tetive imaju karakterističnu ultrazvučnu sliku. Kod akutnog tendinitisa tetiva je u cijelosti ili fokalno voluminoznija, smanjene ehogenosti. Na uzdužnom presjeku rubovi tetive nisu paralelni, segmentno se može izgubiti paralelni prikaz fibrila. U transverzalnom prikazu je tetiva voluminoznija i hipoehogenija. Peritendinitis je karakteriziran zadebljanjem peritendinealnih mekotkivnih struktura uz moguću tekući sadržaj peritendinoznog. Pri retrocalcanearnom burzitisu vidljivo je povećanje dimenzija burze uz smanjenje ehogenosti masnog tkiva. Akutne mikrotraume se prikazuju kao fokalne hipoehogene zone u karakterističnoj ehogenoj fibrilarnoj strukturi tetive.

Parcijalna ruptura tetive se pokazuje kao hipoehogena zona koja odgovara djelomičnom prekidu konti-

nuiteta niti tetive, često uz prikaz hematoma i tekućeg sadržaja u retrokalkanearnoj burzi. Ultrazvukom je moguće odrediti opsežnost rupture tetive (18,19,25,26).

Slika 1. Sonografski prikaz Ahilove tetive na uzdužnom i poprečnom presjeku

Figure 1 Longitudinal and transversal sonogram of the Achilles tendon



Kompletna ruptura Ahilove tetive pokazuje potpun prekid kontinuiteta niti tetive uz prikaz hematoma između razdvojenih niti (8,16,17). Moguće je odrediti distancu razdvojenih dijelove tetive.

Tendinoze, odnosno kronične degenerativne promjene tetive i peritendinealnih struktura su karakterizirane prikazom fokalno ili difuzno voluminoznije tetive, pojačane ehogenosti, diskontinuitetom niti, mogućom inhomogenijom strukturom s hipoehogenim arealima, prikazom mikrokalcifikata, ožiljnih promjena i granulacijskih hipoehogenih čvorića. Opisane promjene mogu biti posljedica trauma, mikrotrauma, čak i neprepoznatih parcijalnih ruptura, kao i upalnih promjena. Nakon kirurški zbrnutih kompletnih ruptura vidljivi su ožiljci s nepravilnim hiperehogenim oblikom, diskontinuitetom niti, nejednolikom debljinom tetive, te peritendinealnim promjenama (1, 12, 14, 19).

ISPITANICI I METODE

Ispitanike smo podijelili u dvije grupe. Grupi 1A su činila 63 aktivna sportaša, 42 muškarca i 21 žena. Dob je

bila od 17 do 28 godina, prosjek 21 godina. Profesionalni muški takmičari su bili 16 nogometaša, 14 hokejaša na ledu, 12 tenisača, a kod žena 13 rukometašica i 8 tenisačica. Učestalost treninga je 5 dana u tjednu, muškarci 4 sata dnevno, žene 3 sata uz takmičarski dio. Grupa 1B bila je kontrolna, sastojala se od 64 ispitanika, 44 muškaraca i 20 žena, u dobi od 18 do 29, prosjek 23 godine, sporadično se bave sportom.

Svi ispitanici obrađeni su uz primjenu posebno sastavljenog upitnika i svi su dobrovoljno pristali na UZV pregled Ahilovih tetiva.

Anamnestički ozljede muskuloskeletnog sustava u skupini 1A navodi 38 muških (90%), od toga dvoje leziju Ahilove tetive, kod ženskih 18 (85%), jedna ozljeda Ahilove tetive. Medicinski tretman ozljeda bio je učinjen kod 22 muška, te 16 ženskih osoba. Akutnu lakšu ozljedu Ahilove tetive, fizikalnim pregledom nedefinirane dijagnoze, navodi 4 ispitanika.

U kontrolnoj 1B skupini ozljede mišićno-koštanog sustava navodi 8 muških (18%), 4 ženske (20%). Medicinski tretman je bio kod 6 muških i 3 ženske osobe. Akutnu povredu Ahilove tetive nije imao nitko u kontrolnoj skupini ispitanika.

Ultrazvučni pregled Ahilovih tetiva radili smo komparativno, bolesnik je ležao na trbuhu, stopala su bila izvan plohe stola, u umjerenoj plantarnoj fleksiji, kako bi tetiva bila izravnata, te tako izbjegli artefakte. Primijenili smo linearni pretvarač visoke rezolucije, 7 do 13 MHz, uz moguću primjenu color dopplera. Uvijek smo radili uzdužne i porečne presjeke, pazeći da sonda bude u dobrom kontaktu s kožom. Pri uzdužnom prikazu transducer je bio paralelan sa tetivom, a pri poprečnom prikazu okomit na uzdužnu osovinu. Za potpuni uzdužni prikaz tetive koristili smo i panoramix mod. Analizirali smo paralelnost tetivnih niti rubova tetive, ehogenost tetive, fokalne i difuzne promjene, kao i izgled peritendinelanih struktura, mišića te burse retrocalcanei et subcutanea tendo Achillis.

Dobivene rezultate smo statistički obradili u brojčanim vrijednostima, postocima, te testom o jednakosti proporcija dviju populacija, test na dvije granice, s razlikom signifikantnosti 0.005.

REZULTATI

U skupini 1A kod muških ispitanika (N42) smo ultrazvučno utvrdili: 2 akutna tendinitisa (4%), 6 mikrotrauma (14%) bez promjene paralelnosti rubova tetive, fokalno zadebljanje tetive kod 4 (9,5%), peritendinitisa 3 (7%), te 2 burzitis (4%) (sl. 2,3). Kod jednog sportaša uz akutni burzitis nađena je Haglundova deformacija. U ženskoj populaciji grupe 1A (N21) našli smo 1 (4,7%) akutni tendinitis, mikrotraume kod 4 (19%), fokalno zadebljanje kod 3 (14%), peritendinitis kod 1 (4,7%), burzitis kod 1 (4,7%) sportašice (sl.6,7). Ukupno u grupi 1A je nađeno 27 patomorfologijskih promjena Ahilove tetive u 21 ispitanika. Kod 6 ispitanika su pronađene po dvije promjene.

U skupini 1B kod muških ispitanika (N44) našli smo zone mikrotraume kod 3 (7%), fokalno zadebljanje kod 2 (4,5%), burzitis kod 1 (2%), a nismo našli znakove akutnog tendinitisa i peritendinitisa niti kod jednog ispitanika. Kod ženskih ispitanika u skupini 1B (N20)

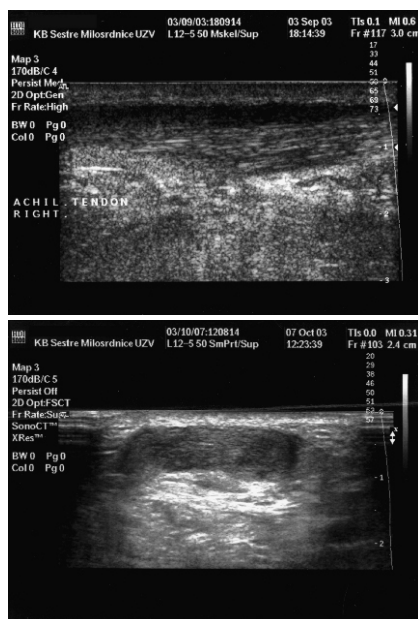
našli smo 2 mikrotraume (10%) i 1 fokalno zadebljanje tetive (5%) a nismo našli znakove akutnog tendinitisa, burzitisa i peritendinitisa. Ukupno smo našli kod 9 ispitanika patolozijske promjene Ahilove tetive.

DISKUSIJA

Temeljem naših rezultata ultrazvučnog izgleda Ahilove tetive moguće je utvrditi vrstu i opseg ozljede, kao i opseg degenerativnih promjena u kasnijoj životnoj dobi. Fokalno zadebljanje tetive, gubitak paralelnosti rubova, promjene fine fibrilarne strukture, promjene ehogenosti, utvrđivanje fokalnih promjena kao i analiza peritendinealnih struktura uz klinički pregled uglavnom su dovoljni za postavljanje dijagnoze (4,12,16,17). Kada se govori o dijagnozi veliki problem predstavlja nomenklatura, tako da se može govoriti o kliničkoj, patomorfološkoj i ultrazvučnoj nomenklaturi i često se za istu promjenu koriste različiti nazivi. Ovisno o lokalizaciji ozljede ili oštećenja prema staroj nomenklaturi govorilo se o miotendinitisu, tendinitisu, peritendinitisu i enthesitisu. Novija terminologija preporučuje slijedeće nazive: paratenonitis - upalne promjene tetivne ovojnice, tj. paratenona; paratenonitis s tendinozom - upalne promjene paratenona s intratetivnom degeneracijom; tendinosis - intratetivna degeneracija tkiva ulijed starenja, mikrotrauma, vaskularnih promjena, itd.; tendinitis - simptomatska degeneracija tetive s prekidima vaskularizacije i upalnim odgovorom cijeljenja. Danas se vode diskusije da li su tendinitis i tendinosis dva odvojena entiteta ili se preko patomehanizma kronične upale dolazi do degenerativnih promjena u smislu tendinosis. Svakako bez obzir na patomehanizam nastanka ima razloga govoriti i o tendinitisu i o tendinosis ili čak i o kombinaciji kao što je slučaj pri postojanju tendinoze s peritendinitisom (12,21,23)

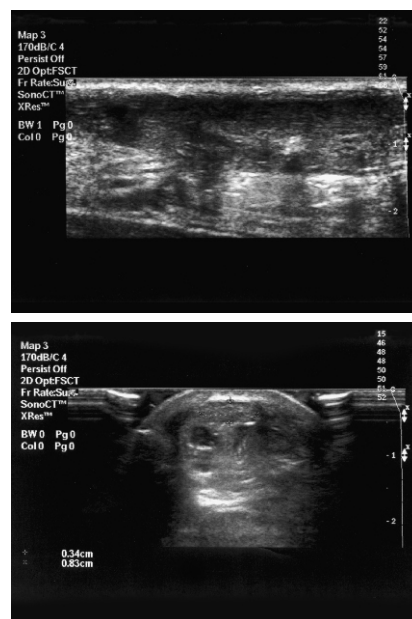
Slika 2. Peritendinitis Ahilove tetive na uzdužnom i poprečnom presjeku

Figure 2 Peritendinitis of the Achilles tendon on the longitudinal and transversal view



Ultrazvučnim pregledom Ahilove tetive utvrdili smo da su ozljede i oštećenja Ahilove tetive česte kod aktivnih sportaša. Parcijalne i totalne ruptures Ahilove tetive najčešće nastaju kao krajnji rezultat sindroma prenaprezanja tetivnog tkiva i to najčešće mehanizmom prelaska tendinitisa u tendinozu (sl. 4,5). Iz usporedbe anamnestičkih podataka i ultrazvučnog nalaza vidljivo je da su lezije Ahilove tetive često neprepozate u aktivnoj fazi bavljenja sportom, te se simptomi povezuju s drugim ozljedama (8,12,16). U skupini aktivnih sportaša (1A) posljedice lezije Ahilove tetive pronašli smo kod 21 (33%) ispitanika, a u kontrolnoj skupini (1B) kod 9 (14%). Uočljivo je na prvi pogled da smo i u aktivnih sportaša i u rekreativaca našli više oštećenja tetive u smislu sindroma prenaprezanja, odnosno u rekreativaca smo ultrazvučnom dijagnostikom našli samo oštećenja tetive u smislu sindroma prenaprezanja. U aktivnih sportaša daleko češće smo našli sindrome prenaprezanja u žena, a u muškaraca aktivnih sportaša bilo je tendinitisa i peritendinitisa također manje, ali ne tako značajno manje kao u ostalih ispitanika u odnosu na kronična oštećenja, tj. sindrome prenaprezanja Ahilove tetive.

Slika 3. Kronične degenerativne promjene Ahilove tetive - tendinosis (vidljivi su kalcifikati)
Figure 3 Degenerative changes with intratendinous calcifications of the Achilles tendon - tendinosis



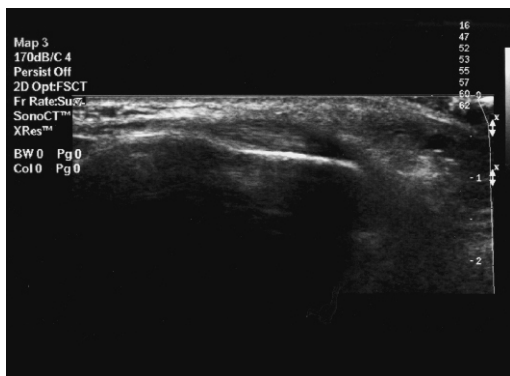
Statističkom analizom, utvrđene su značajne razlike broja patomorfologijskih promjena Ahilove tetive između skupine aktivnih sportaša i kontrolne skupine ($p=0.0007$). Unutar skupine aktivnih sportaša nije bilo statistički značajne razlike u broju lezija muških i ženskih ispitanika ($p=0.58$). To se odnosi na ukupni broj ozljeda i kroničnih oštećenja, ali kako smo već naveli u žena aktivnih sportašica bilo je daleko više sindroma prenaprezanja u odnosu na akutne ozljede.

Iz dobivenih rezultata je vidljivo i statistički potvrđeno da aktivno bavljenje sportom povećava broj i intenzitet traumatskih lezija Ahilove tetive (7, 16, 20, 21, 24, 25).

Temeljem rezultata ultrazvučnog pregleda Ahilove tetive moguće je izabrati najbolji terapijski postupak, kao i pratiti uspješnost toga liječenja. Ultrazvučna analiza također smanjuje broj indikacija za pregled Ahilove tetive magnetskom rezonancijom (sl.6).

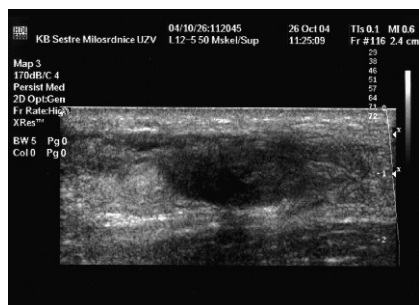
Slika 4. Parcijalna ruptura Ahilove tetive u području hvatišta na petnoj kosti

Figure 4 Partial rupture of the Achilles tendon on its insertion to calcaneus



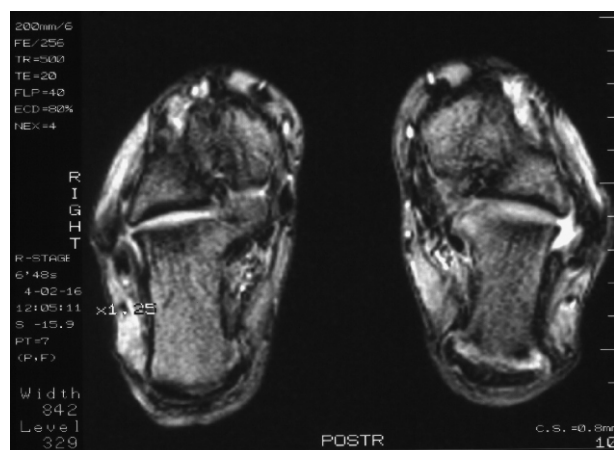
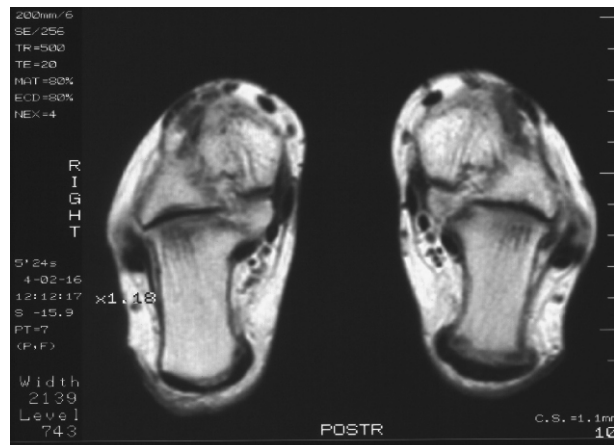
Slika 5. Sonogram potpune rupture Ahilove tetive na uzdužnom i poprečnom presjeku

Figure 5 Sonogram of the complete rupture of the Achilles tendon on the longitudinal and transversal view



Slika 6: MR hvatišta obje Ahilove tetive s vidljivim entezitisom desno (T1 mjerena slika i STIR)

Figure 6: MRI of the insertional tendinopathy of the right Achilles tendon (T1 weighted image and STIR)



Literatura

1. Archambault JM, Wiley JP, Bray RC, Verhoef M, Wisman DA, Elliott PD. Can sonography predict the outcome in patients with achillodynia. *J Clin Ultrasound* 1998;26:335-9.
2. Aspellin P, Okberg O, Thorsson O, Wilhelmsson M, Westlin N. Ultrasound examination of soft tissue injury of the lower limb in athletes. *Am J Sports Med* 1992;20:601-3.
3. Bertolotto M, Perrone R, Martinoli C, Rollandi G, Patetta R, Derchi LE. High-resolution ultrasound anatomy of normal Achilles tendon. *Br J Radiol* 1995;68:986-91.
4. Blankstein A, Choen I, Diamant L, Heim M, Dudkiewicz I et al: Achilles tendon pain and related pathologies: Diagnosis by ultrasonography. *IMAJ* 2001;3:575-8.
5. Blankstein A, Heyman Z, Salai M, Horoszowski H, Shrapnel lesion of the Achilles tendon: diagnosis by ultrasonography. *Eur J Ultrasound* 1995;2:219-21.
6. Bo W, Meschan I, Krueger WA. Basic atlas of cross-sectional anatomy. Philadelphia Saunders Co;1998: 283-99.
7. Clain MR, Hershman EB. Overuse injuries in children and adolescents. *Phys Sports Med* 1989;17:111-23.
8. Clement D, Taunton J, Smart G. Achilles tendinitis and peritendinitis: etiology and treatment. *Am Sports Med* 1984;12:179-84.
9. Chem R, Kaplan A, Dussault R. Ultrasonography of musculoskeletal system. *Radiol Clin North Am* 1994;32:275-89.
10. Dubravčić-Šimunjak S, Pećina HI, Janković S, Pećina M. Sindromi prenaprezanja sustava za kretanje. *Hrvat Sportmed Vjesn* 1999;14:82-9.
11. Fornage B, Rifkin M. Ultrasound examination of tendons. *Radiol Clin North America* 1988;26:87-107.
12. Gibbson WW, Cooper JR, Radcliffe GS. Achilles Tendinosis. *Br J Sports Med* 1999;33:129-30.
13. Jacobson J, Marnix T, Van Holsbeeck MT. Musculoskeletal ultrasonography. *Ortop Clin of North Am* 1998;29:135-67.
14. Kaplan PA, Anderson J, Norris M, Matamorosos A. Ultrasonography of posttraumatic soft tissue lesions. *Radiol Clin North Am* 1989;27:937-82.
15. Koivunen-Niemela T, Parkkola K. Anatomy of Achilles tendon (tendo calcaneus) with respect to tendon thickness measurements. *Surg Radiol Anat.* 1995;17:263-8.
16. Laine HR, Peltokallio P. Ultrasonographie possibilities and findings in most common sports injuries. *An Chir Gynaecol* 1991;80:127-33.
17. Martinoli C, Derchi LE, Pastorino C, Bertolotto M, Silvestri E. Analysis of echotexture of tendons with US. *Radiology* 1993;186:839-43.
18. Nehrer S, Breinterseher M, Brodner W, Kainberger F, Fellingner EJ, Engel A, Imhof F. Clinical and sonographic evaluation of the risk of rupture in the Achilles tendon. *Arch Orthop Trauma Surg* 1997; 116:14-8.
19. O'Reilly MAR, Massouth H. Pictorial review: The sonographic diagnosis of pathology in the Achilles tendon. *Clin Radiol* 1993;48:202-6.
20. Pećina M. Sindromi prenaprezanja sustava za kretanje, Zagreb: Globus, 1992.
21. Pećina M, Bojanić I. Overuse injuries of the musculoskeletal system. 2nd Ed; Boca Raton: CRC Press, 2003.
22. Pećina M, Bojanić I, Janković S. Bursitis i značaj ultrazvučne dijagnostike bursitisa različite lokalizacije. *Hrvat Sportmed Vjesn* 1993;8:25-34.
23. Ribarić G, Pećina HI, Pećina M. Skakačko koljeno - usporedba kliničkih, radioloških i ultrazvučnih nalaza. *Hrvat Sportmed Vjesn* 1996;11:67-75.
24. Pećina M. i sur. Športska medicina. Medicinska naklada, Zagreb, 2004.
25. Schissel JD, Elston DM. Achilles tendon nodule: inflammation, rupture, or tumor? The physician and sports medicine 1998;5:124-9.
26. Sell S, Schulz R, Baleintiefen M, Weber H, Kusswetter W. Lesions of the Achilles tendon. A sonographic, biomechanical and histological study. *Arch Orthop Trauma Surg* 1996;115:28-32.
27. Taunton JE, McKenzie DC, Clement DB. The role of biomechanics in the epidemiology of injuries. *Sports Med* 1998;6:107-20.