

UDK 616.728.4-001.5
COBISS.SR-ID 46361097

ULOGA I ZNAČAJ FIKSACIJE ZADNJEG MALEOLUSA KOD TRIMALEOLARNIH PRELOMA

Marko Mladenović (1), Predrag Stojiljković (1,2), Desimir Mladenović (2), Andrija Krstić (1), Vladimir Andelković (3)

(1) KLINIČKI CENTAR NIŠ, KLINIKA ZA ORTOPEDSKU HIRURGIJU I TRAUMATOLOGIJU, NIŠ, SRBIJA.; (2) UNIVERZITET U NIŠU, MEDICINSKI FAKULTET, NIŠ, SRBIJA ;(3) ODELJENJE ZA ORTOPEDSKU HIRURGIJU I TRAUMATOLOGIJU, ZDRAVSTVENI CENTAR, LESKOVAC.

SAŽETAK: UVOD. Prelomi skočnog zgloba su na trećem mestu po učestalosti, posle preloma zgloba kuka i ručnog zgloba. Prelomi zadnjeg maleolusa su česti, oko 7% do 44% od svih preloma skočnog zgloba, a samostalno su veoma retki i to je prelom Volkman-ovog trougla. Skočni zglob je noseći zglob u čovečjem telu, a prelomi uglavnom nastaju u okviru rotacije tela sa fiksiranim stopalom u različitim pozicijama. Zadnji maleolus je veoma važna struktura u stabilizaciji distalnog tibiofibularnog zgloba. MATERIJAL I METODE - retrospektivno prikazujemo grupu od 21 pacijenta koji su imali prelom skočnog zgloba i operisani su u Klinici za ortopediju i traumatologiju u Nišu u periodu od januara 2013. do decembra 2015. godine. Osnovni kriterijum za operativno lečenje je veličina fragmenta, >25% od zglobne površine tibije i dislokacija>2mm. Sve prelome skočnog zgloba klasifikovali smo po Lauge-Hansen sistemu a koji se bazira na mehanizmu povrede. Efekat lečenja smo procenjivali prema Olerud-Molander klasifikaciji, praćeni su subjektivni i objektivni znaci. REZULTATI - etiološki razlozi preloma su: pad na istom nivou - sport, klizanje 11 (52,3%) pacijenata, pad sa visine 6 (28,6%) i saobraćajni udes 4 (21,1%). Prema Lauge Hansen klasifikaciji bilo je 15 (71,4%) pacijenata sa prelomom tipa SER, 4 (19%) tipa PER i 2 (9,6%) tipa PA. Krajnji rezultat lečenja je odličan kod 13 (61,9%) bolesnika, dobar kod 7 (33,4%) i loš kod 1 (4,7%). Posttraumatski artritis (PTA) procenjivan je posle godinu dana od operacije i prisutan je kod 12 (57,1%) pacijenata - stepen 1 i 2. ZAKLJUČAK - veličina odlomljenog fragmenta zadnjeg maleolusa i stepen dislokacije određuju način lečenja preloma zadnjeg maleolusa. Operativno lečenje preloma daje odlične rezultate.

Ključne reči - skočni zglob, malleolus posterior, fiksacija, posttraumatski artritis.

UVOD

Prelomi skočnog zgloba relativno su česti, incidencija pojavljivanja je 187 prelomana 100.000 (1:800) stanovnika godišnje [1], tj. 3,92% u odnosu na sve prelome tela [2]. Prelomi zadnjeg maleolusa su česti, oko 7% do 44% od svih preloma skočnog zgloba [3,4], a samostalno su veoma retki i to je prelom Volkman-ovog trougla [5]. Skočni zglob je noseći zglob u čovečjem telu, a prelomi uglavnom nastaju u okviru rotacije tela sa fiksiranim stopalom u različitim pozicijama. Destot [6] je 1911. godine prvi dao opis zadnjeg maleolusa, a Henderson [7] je 1932. godine prvi uveo termin trimaleolarni prelom. Trimaleolarni prelomi skočnog zgloba imaju lošiju prognozu od povreda bez preloma zadnjeg maleolusa, tzv. bimaleolarni prelomi [8,9] - tada nastaje frakturni displasman, poremećaj kongruencije artikularnih površina, tibiotalarna subluxacija i

nestabilnost skočnog zgloba. Cilj tretmana preloma skočnog zgloba je redukcija i obuzdavanje talusa u anatomske položaje i njegovo uglavljanje u zglobnu viljušku.

Zadnji maleolus je veoma važna struktura u distalnom tibiofibularnom zglobu - pruža ograničenje distalne fibule i stabilizuje tibiofibularnu sindesmozu preko posteroinferiornog tibiofibularnog ligamenta (PITFL) i inferotransverzalnog ligamenta (ITL). Ogilvie-Harris i saradnici [10] navode da PITFL pruža 42% snage i stabilnosti sindesmoze. Integritet zadnjeg maleolusa i ligamentarnih pripaja je važan za prenos težine, zadnju stabilnost talusa i za rotatornu stabilnost. Ovaj tip preloma skočnog zgloba udružen je sa prelomom posteriornog tuberculuma tibie na kome se pripaja PITFL.

Indikacije za internu fiksaciju preloma zadnjeg maleolusa zavise od veličine i stepena

dislokacije fragmenta. Za dijagnostiku preloma koristi se lateralna radiografija, mada se sve više preporučuje kompjuterizovana tomografija (CT). Ukoliko fragment zauzima više od 25% od plafona tibije i postoji dislokacija više od 2 mm, onda je prisutna nestabilnost skočnog zglobova sa udruženom povredom sindesmoze i perzistentne zadnje subluxacije talusa – tada postoji apsolutna indikacija za operaciju (11,12). Na snimcima se određuje i ugao između bimaleolarne osovine i linije preloma zadnjeg maleolusa, koji iznosi do 400, a predstavlja stepen spoljne rotacije tibije (12). Zadnji maleolus treba biti fiksiran iz više razloga: on predstavlja deo artikularne površine tibije, sa prelomom nastaje nekongruencija skočnog zglobova, remeti se kontaktni pritisak između zglobnih površina - što je fragment veći pritisak je veći (13). Zbog pripoja PITFL od fibule do zadnjeg maleolusa, nefiksirani zadnji maleolus sa vremenom dovodi do sekundarne dislokacije fibule iako je ona fiksirana, a to stvara mogućnost za postero-lateralnu nestabilnost talusa. Posle redukcije i fiksacije zadnjeg maleolusa, artikularna površina tibije je restaurirana, fibula nije skraćena, sindesmoza je stabilna i rehabilitacija pacijenta je brza (14). Prelomi skočnog zglobova se događaju kada sila spoljašnje rotacije, abdukcije ili addukcije deluje na stopalo koje je fiksirano u supinaciji (u 70% slučajeva) ili pronaciji (u 30% slučajeva) (15). Cilj rada je da prikažemo ulogu i značaj fiksacije zadnjeg maleolusa pri hirurškom tretmanu trimaleolarnih preloma.

Slika 1. Antero posteriorni i lateralni radiografski prikaz luksantne frakture sa kompletom dislokacijom i trimaleolarnim prelomom.



MATERIJAL I METODE

Retrospektivno prikazujemo grupu od 21 pacijenta koji su imali prelom skočnog zglobova i operisani su u Klinici za ortopediju i traumatologiju u Nišu u periodu od januara 2013. do decembra 2015.godine. Urađena je i fiksacija zadnjeg maleolusa, a minimalno vreme praćenja je 18 meseci.

Kriterijumi za uključivanje povređenih u ovu studiju su: 1) definitivna dijagnoza preloma skočnog zglobova bazirana na kliničkom i radiološkom nalazu2) uključen je i prelom zadnjeg maleolusa3) fragment zadnjeg maleolusa zahvata >25% od zglobne površine tibije4) fragment je nestabilan i deplasiran >2mm 5) urađena je redukcija i fiksacija maleolusa 6) starost pacijenata od 18 do 70 godina7) kompletno kliničko praćenje na 3, 6, 12 i 18 meseci.

Klinički pregled i radiološko ispitivanje je neophodno, potrebno je uraditi i CT posle povređivanja i posle operacije, ako za to postoje uslovi.

Veličinu fragmenta zadnjeg maleolusa određivali smo na LL radiološkom snimku. Dobija se deljenjem dužine distalne artikularne površine tibije sa dužinom fragmenta – to je distanca od linije preloma do zadnjeg ruba tibije, izraženo u procenama. Vertikalnu dislokaciju merimo na LL snimku, to je visina stepenika zadnjeg ruba tibije, izraženo u mm. Na istom snimku merili smo i stepen spoljne rotacije (12), (Slika 1).

Sve prelome skočnog zgloba klasifikovali smo po Lauge Hansen sistemu (16), koji se bazira na mehanizmu povrede. Prva reč opisuje poziciju stopala, a druga pokrete talusa u odnosu na ekstremitet. Postoji pet tipova preloma skočnog zgloba: supinaciono external rotacioni tip (SER), supinaciono addukcioni (SA), pronaciono external rotacioni (PER), pronaciono abdukcioni (PA) i pronaciono dorzifleksioni (PD) tip. Prelomi zadnjeg maleolusa najčešće nastaju ($>70\%$) kod SER tipa preloma, u IV stadijumu, a potom kod PER (17,18).

Haraguchi et al. (19) su dali klasifikaciju preloma zadnjeg maleolusa, postoje tri tipa.

I tip – zadnje spoljašnja kosa linija preloma, fragment je klinast i obuhvata zadnje spoljašnji deo plafona tibije, odgovarajući hirurški pristup je posterolateralni,

II tip – transverzalno unutrašnji prelom, frakturna linija obuhvata tibial noch (udubljenje za fibulu) pa sve do medijalnog maleolusa i obično postoje dva fragmenta, odgovarajući

hirurški pristup je medijalni ili produženi medijalni, a sa ciljem da se fiksira samo medijalni fragment koji je uvek veći,

III tip – mali ljuspasti prelom, zahvata zadnju ivicu tibije u vidu ljuspe, ovaj tip preloma ne zahteva hiruršku intervenciju.

Odmah posle pripreme bolesnika (treba težiti ranoj hirurškoj intervenciji) radili smo operativni zahvat u spinalnoj ili intravesnkoj sprovodnoj anesteziji uz upotrebu Tourniquet-a. Za direktnu redukciju i fiksaciju zadnjeg maleolusa koristili smo posterolateralni pristup i plasirali šraf (1 ili 2) u postero-anterior (PA) projekciji, ploču nismo koristili. Indirektnu redukciju smo ostvarili posle osteosinteze lateralnog i medijalnog maleolusa uz transfiksaciju sindesmoze, potom uradimo Rtg snimak i odredimo poziciju zadnjeg maleolusa – ako je ona dobra, plasiramo šraf u AP ili PA poziciju (Slika 2). Kod jednog broja bolesnika nismo radili fiksaciju fragmenta zbog veličine, manji od 15% tibijalne zglobne površine.

Slika 2. Antero posteriori i lateralni radiografski prikaz kombinovane osteosinteze zadnjeg, spoljašnjeg i unutrašnjeg maleolusa.



Posle operacije postavljali smo potkolenu gipsanu longetu za period od tri nedelje, a posle 6 nedelja dozvoljen je hod sa štakama i osloncem na operisanu nogu sa postupnim povećanjem opterećenja. Radi

provere redukcije zadnjeg maleolusa, posle operacije uradimo kontrolni radiološki snimak, a preporučuje se i CT. Redukcija može biti odlična (artikularni stepenik je $< 1\text{mm}$) i tada je artikularna površina ravna, dobra (stepenik $<$

2mm) i loša repozicija ($>2\text{mm}$) kada je površina neravna (20).

Rezultate lečenja smo procenjivali prema Olerud-Molander klasifikaciji (21), praćeni su subjektivni i objektivni znaci. Posttraumatski artritis (PTA) određivali smo na Rtg snimcima u toku praćenja pacijenata, a prema sledećem skoru: 0 – normalan zglob, 1 – osteofiti bez suženja zglobnog prostora, 2 – suženje zglobnog prostora sa ili bez osteofita, 3 – nestajanje i deformacija zglobnog prostora (22).

REZULTATI

Prikazana je serija od 21 operisanog pacijenta. Bilo je 12 (57,1%) žena i 9 (42,9%) muškaraca, od 18 do 70 godina, (prosek 48,8). Etiološki razlozi preloma su: pad na istom nivou - sport, klizanje 11 (52,3%) pacijenata, pad sa visine 6 (28,6%) i saobraćajni udes 4 (21,1%).

Veličina fragmenta zadnjeg maleolusa bila je u proseku 27,3% (od 25% do 34%).

Stepen spoljašnje rotacije, tj. ugao između dve linije je bio od 0° do 40°.

Prema Lauge Hansen klasifikaciji bilo je 15 (71,4%) pacijenata sa prelomom tipa SER, 4 (19%) tipa PER i 2 (9,6%) tipa PA.

Prema Haraguchi klasifikaciji preloma zadnjeg maleolusa bilo je 12 (57,1%) pacijenata sa prelomom tipa I, 6 (28,5%) tipa II i 3 (14,4%) tipa III.

Vreme proteklo od povrede do operacije, u proseku je 1,6 dana (1 – 5 dana).

Direktna redukcija i fiksacija šrafom urađena je kod 6 pacijenata, indirektna redukcija i fiksacija kod 12 i kod 3 pacijenta urađena je fiksacija lateralnog i medijalnog maleolusa i tako je postignuta redukcija zadnjeg maleolusa koji nije fiksiran.

Postoperativna direktna redukcija odlična je kod 5 (83,3%) bolesnika, a dobra kod 1 (16,7%). Kod indirektnе redukcije fragmenta odličan rezultat je kod 6 (50%) bolesnika, a dobra i loša kod po 3 (25%). Komparacijom ovih rezultata evidentno je da je kvalitet redukcije preloma signifikantno veći u grupi sa direktnom redukcijom u poređenju sa grupom gde je redukcija urađena indirektno ($p=0,039$).

Posle prosečnog praćenja od 16 meseci (od 12 do 18 meseci) ocenili smo rezultate prema Olerud – Molander skoru. Bilo je odličnih rezultata (91% - 100%) kod 13 (61,9%) bolesnika, dobrih (61% - 90%) kod 7 (33,4%) i loših (0% - 30%) kod 1 (4,7%), (Slika 3 A,B).

Slika 3. Fotografija prikazuje anterolateralni aspekt plantarne (A) i dorzalne (B) fleksije stopala.



Postoperativno, pojavila se površna infekcija rane kod 2 (9,4%) bolesnika – tretirani su antibiotikom, parenteralno za 4 dana, i postoperativni tromboflebitis kod 1 (4,7%)

bolesnika – lečen je niskomolekularnim Heparinom. Nije bilo preloma šrafova i svi prelomi su zarasli do tri meseca.

Posttraumatski artritis (PTA) procenjivan je posle godinu dana od operacije i dobili smo sledeće rezultate: stepen 0 kod 9 (42,9%) pacijenata, stepen 1 kod 10 (47,7%) i stepen 2 kod 2 (9,4%) pacijenta – ukupno, 12 (57,1%) pacijenata imalo je PTA.

DISKUSIJA

Prelomi skočnog zgloba su na trećem mestu po učestalosti, posle preloma zgloba kuka i ručnog zgloba. Krajnji funkcionalni ishod je bolji kod bimaleolarnih u odnosu na trimaleolarne prelome. Sreću se kod mladih i tada je trauma velike energije (udes, pad sa visine i sport), a kod starih osoba trauma niske energije izaziva prelome zbog osteoporoze. Kod mladih postoji rizik za razvoj posttraumatskog artritisa sa promenom kvaliteta života zbog redukcije funkcije skočnog zgloba i hroničnog bola. Kod starih pacijenata postoji rizik za infekciju, komplikacije rane i dezintegracije fiksacije (11).

Prelomi skočnog zgloba su intraartikularni, samim tim dolazi do povrede artikularnih površina, disruptije osteohondralnog sloja, displasmana zglobnih površina i prisustva krvi i koštanog sadržaja u zglobu (23).

Sa biomehaničkog aspekta, zadnji maleolus igra značajnu ulogu u prenosu tibiotalarnog opterećenja. On deluje preventivno na zadnji displasman talusa, a sa veličinom fragmenta raste i rizik za zadnju subluxaciju talusa, a posebno ako je fragment veći od 25% zglobne površine tibije (24,25). Zadnji maleolus je važna struktura i u distalnom tibiofibularnom zgobu – on pruža koštano ograničenje distalnoj fibuli i stabilnost sindesmoze preko posterior inferior tibiofibular ligamenta (PITFL) i inferior transversum ligament (ITL).

Ramseyet al.i Lloyd et al. [26,27] ukazuju na veliki intraartikularni kontaktne pritisak kod displasmana talusa kao posledica povrede skočnog zgloba. Pomeranje talusa za 1mm i spoljašnja rotacija fibule od 30 dovode do opadanja tibiotalarnog kontakta za 40%, nastaje inkongruencija zgloba, a pad kontaktne površine izaziva porast pritiska po jedinici merenja. Nastaje veliki stres koji oštećuje zglobnu hrskavicu, a to je odlučujući faktor u patogenezi PTA. Cilj hirurške intervencije kod preloma zadnjeg maleolusa je postići artikularnu kongruenciju, postići stabilnost i obnoviti funkciju skočnog zgloba. Iz ovih razloga, imperativ je postići anatomsku

redukciju i obezbediti glatku i ravnu površinu hrskavice. Anatomska redukcija artikularnih površina je esencijalni faktor dobrog ishoda lečenja nestabilnih preloma zadnjeg maleolusa (28).

Ortopedska redukcija i fiksacija zadnjeg maleolusa može biti direktna i indirektna. Za direktni pristup i redukciju koristi se zadnje lateralni pristup, a indirektno može se redukovati i lateralni maleolus (29). Zbog duboke pozicije zadnjeg maleolusa i tendo-neuro-vaskularnog snopa ove regije, ovaj pristup je zahtevan. Haraguchi et al.(19) ovaj pristup preporučuju za I tip preloma zadnjeg maleolusa. Za prelom tipa II preporučuje se medialni proširen pristup. Fiksacija fragmenta može biti direktna, a izvodi se šrafomima ili pločom (8). Indirektna fiksacija se izvodi postavljanjem šrafa u AP ili PA pravcu, ali tek kada se uradi osteosinteza lateralnog i medialnog maleolusa pa radiološki proverimo poziciju zadnjeg maleolusa (12). Kod preloma zadnjeg maleolusa III tipa, repozicija fragmenta može se ostvariti na principu ligamentotakse jer posle repozicije lateralnog maleolusa i transfiksacije tibiofibularne sindesmoze dolazi do spontane repozicije zadnjeg maleolusa – povlači ga intaktni PITFL na svoje mesto (18,30). Stepen redukcije i stabilnost fiksacije su najveći kod direktnе repozicije i osteosintezom pločom, a manja kod indirektnе repozicije i stabilizacije (31). Huber et al. (32) iznose da je indirektna redukcija i stabilnost postignuta u 27% slučajeva, a u 83% kod direktnе redukcije i stabilizacije. I naši rezultati se kreću u ovim okvirima.

Odnos i povezanost zadnjeg maleolusa i tibiofibularne sindesmoze je veoma važan zbog PITFL i ITL. Ovi ligamenti se pripajaju na fibuli i zadnjem maleolusu i veoma su važne strukture distalnog tibiofibularnog zgloba jer pružaju stabilnost lateralnoj strani skočnog zgloba, tj.lateralnom delu talusa i fibuli. Ako je PITFL očuvan i uradi se otvorena repozicija i fiksacija zadnjeg maleolusa, stabilnost sindesmoze je veća od stabilnosti kada se uradi transsindesmalna fiksacija. PITFL kompleks je jezgro stabilnosti tibiofibularne sindesmoze. Prelom zadnjeg maleolusa menja stabilnost sindesmoze jer nastaje povređivanje i gubitak funkcije PITFL (33). Rigidna fiksacija fibule i redukcija i fiksacija zadnjeg maleolusa mogu restaurirati ligamentarnu tenziju PITFL adekvatno i stabilisati sindesmu bez

transsindezmalne fiksacije. Gardner et al. (34) utvrdili su na kadaverima da je posle repozicije i stabilizacije zadnjeg maleolusa postignuta stabilnost distalnog tibiofibularnog zgloba 70%, a posle transindezmalne fiksacije 40%.

Funkcionalni ishod preloma skočnog zgloba udružen sa prelomom zadnjeg maleolusa zavisi od: veličine fragmenta zadnjeg maleolusa, od njegove kominucije, kvaliteta anatomske repozicije i stabilnosti fiksacije i od artikularne stabilnosti (18). Naši klinički rezultati su dobri i slični su rezultatima koje objavljaju drugi autori (14,20,33).

Česta kasna komplikacija kod preloma zadnjeg maleolusa je posttraumatski artritis (PTA). Okidač za njegov nastanak su promene artikularnih površina izazvane traumom na

distalnoj tibiji i talusu (35). Rizični faktori za nastanak PTA su: rezidualni artikularni deplasman, nestabilnost ili subluksacija zgloba izazvana povredom, oštećenje artikularnih površina u vreme nastanka povrede (36). Boist and Dust (37) u svojoj seriji imali su PTA gradus 2 i 3 u 67% slučajeva, i rezultati prikazani u našoj seriji bolesnika su slični.

ZAKLJUČAK

Prelomi zadnjeg maleolusa su česti u sklopu povreda skočnog zgloba. Fiksacija zadnjeg maleolusa je obavezna ako je fragment veći od 25% od tibijalne zglobne površine. U seriji prikazanih ispitanika dobijeni su odlični rezultati, a to nameće opravdanost i potrebu operativnog lečenja.

LITERATURA

1. Daly PJ, Fitzgerald RH Jr, Melton LJ, Ilstrup DM. Epidemiology of ankle fractures in Rochester, Minnesota. *Acta Orthop Scand* 1987;58:539–44.
2. Salai M, Dudkiewicz I, Novikov I, Amit Y, Chechick A. The epidemic of ankle fractures in the elderly—is surgical treatment warranted? *Arch Orthop Trauma Surg*. 2000;120(9):511–513.
3. Court-Brown CM, McBirnie J, Wilson G. Adult ankle fractures—an increasing problem? *Acta Orthop Scand*. 1998;69(1):43–47.
4. Hai-lin XU, Li-min LIU, Bao-guo JIANG, et al. Multicenter follow-up study of ankle fracture surgery. *Chinese Medical Journal*. 2012;125(4):574–578.
5. Neumaier Probst E, Maas R, Meenen NM. Isolated fracture of the posterolateral tibial lip (Volkmann's triangle) *Acta Radiol*. 1997;38(3):359–362.
6. Destot E. Traumatismes du poignet et rayons X. Paris: Masson; 1911;109–134.
7. Henderson MS. Trimalleolar fractures of the ankle. *Surg Clin North Am*. 1932;12:86.
8. Anwar A, Zhang Z, Lv D, Lv G, Zhao Z, Wang Y, Cai Y, Qasim W, Nazir MU, Lu M. Biomechanical efficacy of AP, PA lag screws and posterior plating for fixation of posterior malleolar fractures: a three dimensional finite element study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018; 19: 73.
9. Odak S, Ahluwalia R, Unnikrishnan P, Hennessy M, Platt S. Management of Posterior Malleolar Fractures: A Systematic Review. *J Foot Ankle Surg*. 2016;55(1):140–5.
10. Ogilvie-Harris DJ, Reed SC, Hedman TP. Disruption of the ankle syndesmosis: biomechanical study of the ligamentous restraints. *Arthroscopy*. 1994;10:558–560.
11. Duan X, Kadakia AR. Operative Treatment of Posterior Malleolar Fractures. *Open Orthop J*. 2017;11:732–742.
12. Naoki H, Hiroki H, Hidekazu T, Fumio K. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of ankle. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88:1085–1092.
13. Hartford JM, Gorczyca JT, McNamara JL, Mayor MB. Tibiotalar contact area. Contribution of posterior malleolus and deltoid ligament. *Clin Orthop Relat Res* 1995;320:182–187.
14. Solan MC, Sakellariou A. Posterior malleolus fractures: worth fixing. *Bone Joint J*. 2017;99-B(11):1413–1419.
15. Vasileios Lampridis, Nikolaos Gougoulias, and Anthony Sakellario. Stability in ankle fractures. Diagnosis and treatment. *EORT Open Rev*. 2018; 3(5): 294–303.
16. Lauge Hansen N. Ligamentous ankle fractures. Diagnosis and treatment. *Acta Chir Scand* 1949; 97: 544 – 50.
17. Xing W, Wang Y, Sun L, Wang L, Kong Z, Zhang C, Zhang Z. Ankle joint dislocation treating dislocated trimalleolar fractures accompanied with the complex posterior malleolus fracture without separation of the tibiofibular syndesmosis. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(37):e12079.
18. Fitzpatrick DC, Otto JK, McKinley TO, Brown TD. Kinematic and contact stress analysis of posterior malleolus fractures of the ankle. *J Orthop Trauma*. 2004;18:271–8.
19. Haraguchi N, Haruyama H, Toga H, Kato F. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg [Am]* 2006;88-A:1085–1092.
20. Xu HL, Li X, Zhang DY, Fu ZG, Wang TB, Zhang PX, Jiang BG, Shen HL, Wang G, Wang GL, Wu XB. PurposeA retrospective study of posterior malleolus fractures. *Int Orthop*. 2012;36(9):1929–36.
21. Olerud C, Molander H. A scoring scale for symptom evaluation after ankle fracture. *Arch Orthop Trauma Surg* 1984;103:190–4.
22. Domsic RT, Saltzman CL. Ankle osteoarthritis scale. *Foot Ankle Int* 1998;19:466–71.
23. Olson SA, Furman B, Guilak F. Joint injury and post-traumatic arthritis. *HSS J*. 2012;8(1):23–5.
24. McDaniel WJ, Wilson FC. Trimalleolar fractures of the ankle. An end result study. *Clin Orthop Relat Res*. 1977;122:37–45.
25. De Vries JS, Wijgman AJ, Sierevelt IN, Schaap GR. Long-term results of ankle fractures with a posterior malleolar fragment. *J Foot Ankle Surg*. 2005;44:211–217.
26. Ramsey PL, Hamilton W. Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J. Bone Joint Surg. Am*. 1976;58:356–357.

27. Lloyd J, Elsayed S, Hariharan K, Tanaka H. Revisiting the concept of talar shift in ankle fractures. *Foot Ankle Int.* 2006;27:793–796.
28. Gougoulias N, Khanna A, Sakellariou A, Maffulli N. Supination-External Rotation Ankle Fractures: Stability a Key Issue. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468(1): 243–251.
29. Talbot M, Steenblock TR, Cole PA. Posterolateral approach for open reduction and internal fixation of trimalleolar ankle fractures. *Can J Surg.* 2005;48(6):487-90.
30. Mak KH, Chan KM, Leung PC. Ankle fracture treated with the AO principle—an experience with 116 cases. *Injury.* 1985;16(4):265–72.
31. O'Connor TJ, Mueller B, Ly TV, Jacobson AR, Nelson ER, Cole PA. "A to p" screw versus posterolateral plate for posterior malleolus fixation in trimalleolar ankle fractures. *J Orthop Trauma.* 2015;29(4):e151-6.
32. Huber M, Stutz PM, Gerber C. Open reduction and internal fixation of the posterior malleolus with a posterior antiglide plate using a postero-lateral approach—a preliminary report. *Foot Ankle Surg.* 1996;2(2):95–103.
33. Bilgehan Tosun, Ozgur Selek, Umit Gok, and Halil Ceylan. Posterior Malleolus Fractures in Trimalleolar Ankle Fractures: Malleolus versus Transsyndesmal Fixation. *Indian J Orthop.* 2018; 52(3): 309–314.
34. Gardner MJ, Brodsky A, Briggs SM, Nielson JH, Lorich DG. Fixation of posterior malleolar fractures provides greater syndesmotic stability. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;447:165-71.
35. van den Bekerom MP, Haverkamp D, Kloen P. Biomechanical and clinical evaluation of posterior malleolar fractures. A systematic review of the literature. *J Trauma* 2009;66:279–84.
36. Anderson DD, et al. Is elevated contact stress predictive of post-traumatic osteoarthritis for imprecisely reduced tibial plafond fractures? *J Orthop Res.* 2011;29(1):33–9.
37. Bois AJ, Dust W. Posterior fracture dislocation of the ankle: Technique and clinical experience using a posteromedial surgical approach. *J Orthop Trauma.* 2008;22:629–36.