



DOI: 10.5281/zenodo.15880678

UDC: 616.718.72-001.5

FRACTURILE DE CALCANEU: ETIOLOGIE, PATOFIZIOLOGIE, EPIDEMIOLOGIE, CLASIFICARE ȘI DIAGNOSTIC

FRACTURES OF THE CALCANEUS: ETIOLOGY, PATHOPHYSIOLOGY, EPIDEMIOLOGY, CLASSIFICATION AND DIAGNOSIS

Mihaela Sîrmeatnicov^{1,2}, doctorand, asist. univ., **Nicolae Caproș**¹, dr. hab. în șt. med., prof. univ., șef catedră, **Gheorghe Buruiănă**¹, asist. univ.

¹ Catedra de ortopedie și traumatologie, Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, Chișinău, Republica Moldova;

² IMSP Institutul de Medicină Urgentă, Chișinău, Republica Moldova

Rezumat

Obiective. Revizuirea conceptelor actuale privind etiologia, patofiziologia, epidemiologia, clasificarea și diagnosticul pacienților cu fracturi intraarticulare de calcaneu.

Metode. Au fost studiate surse literare din bazele de date PubMed, Hinari, SpringerLink, National Center of Biotechnology Information și Medline privind etiologia, patofiziologia, epidemiologia, clasificarea și diagnosticul fracturilor de calcaneu, folosind cuvintele cheie: „fracturi intraarticulare de calcaneu”, „etiologie”, „patofiziologie”, „epidemiologie”, „clasificare” și „diagnostic”, fiind selectate 24 de surse bibliografice relevante, reprezentative pentru materialele publicate la tema acestui articol de sinteză.

Rezultate. Fracturile de calcaneu constituie aproximativ 1-2% din numărul total de fracturi și aproximativ 60% dintre fracturile tarsiene la adulți. Circa 60-75% din fracturile calcaneului sunt intraarticulare cu implicarea fațetei posterioare a calcaneului, în 5-10% cazuri sunt bilaterale și mai puțin de 10% sunt deschise. Principalele cauze care determină fracturile de calcaneu sunt: căderile de la înălțime și aterizarea pe călcâi cu încărcarea axială a osului (60%), accidente rutiere, fracturi de stres la sportivi, traumatismul direct la nivelul calcaneului. Cel mai frecvent (80-90%) fractura de calcaneu apare la bărbații cu vârsta cuprinsă între 20 și 45 de ani, cu predilecție (70%) la muncitorii din industrie în timpul lucrului. La femei, incidența maximă a acestor fracturi este constatată la vârsta de 60-70 de ani. Deși există mai multe clasificări ale fracturilor de calcaneu în funcție de criterii diferite (Bohler, 1931; Crosby și Fitzgibbons, 1990; Eastwood, 1993; Zwipp, 1993), cel mai frecvent sunt folosite sistemele de clasificare Sanders (1993) bazată pe imagistica prin tomografie computerizată coronală și Essex-Lopresti (1952) bazată pe radiografia laterală.

Concluzii. Diagnosticul fracturii de calcaneu se bazează pe anamneză, examenul clinic și pe investigații imagistice. Anamneza reliefează mecanismul de producere al fracturii, simptomatologia de debut și afecțiunile asociate. Examenul clinic evidențiază semnele de fractură și tipul fracturii. Radiografia de gleznă și picior antero-posterioară, laterală, oblică, de tip Harris și de tip Broden pune în evidență liniile de fractură, deformarea calcaneului și gravitatea leziunilor adiacente. Tomografia computerizată oferă imagini detaliate ale leziunii, o vizualizare și caracterizare mai bună a articulației subtalare, a liniilor de fractură și a fragmentelor deplasate, obținând criteriile de clasificare a severității, de evaluare ulterioară și de planificare a tratamentului.

Cuvinte-cheie: fracturi de calcaneu, etiologie, patofiziologie, epidemiologie, clasificare, diagnostic

Summary

Objectives. To review current concepts regarding etiology, pathophysiology, epidemiology, classification, and diagnosis of patients with intraarticular calcaneal fractures.

Methods. Literary sources from PubMed, Hinari, SpringerLink, National Center of Biotechnology Information, and Medline databases were studied regarding etiology, pathophysiology, epidemiology, classification, and diagnosis of calcaneal fractures, using the keywords: "intraarticular calcaneal fractures", "etiology", "pathophysiology", "epidemiology", "classification", and "diagnosis", with 24 relevant bibliographic sources selected representative for the materials published on the topic of this review article.

Results. Calcaneal fractures constitute approximately 1-2% of the total number of fractures and approximately 60% of tarsal fractures in adults. About 60-75% of calcaneal fractures are intraarticular involving the posterior facet of the calcaneus, 5-10% of cases are bilateral, and less than 10% are open. The main causes that determine calcaneal fractures are: falls from height and landing on heels with axial loading of the bone (60%), road traffic accidents, stress fractures in athletes, direct trauma at the calcaneal level. Most frequently (80-90%), calcaneal fractures occur in men aged between 20 and 45 years, with predilection (70%) in industrial workers during work. In women, the maximum incidence of these fractures is observed at the age of 60-70 years. Although there are several classifications of calcaneal fractures based on different criteria (Bohler, 1931; Crosby and Fitzgibbons, 1990; Eastwood, 1993; Zwipp, 1993), the most frequently used classification systems are Sanders (1993) based on coronal computed tomography imaging and Essex-Lopresti (1952) based on lateral radiography.

Conclusions. The diagnosis of calcaneal fracture is based on medical history, clinical examination, and imaging investigations. Medical history reveals the mechanism of fracture production, debut symptomatology, and associated conditions. Clinical examination highlights fracture signs and fracture type. Ankle and foot radiography in anteroposterior, lateral, oblique, Harris-type, and Broden-type views reveals fracture lines, calcaneal deformation, and severity of adjacent lesions. Computed tomography provides detailed images of the lesion, better visualization and characterization of the subtalar joint, fracture lines and displaced fragments, obtaining classification criteria for severity, subsequent evaluation, and treatment planning.

Keywords: calcaneal fractures, etiology, pathophysiology, epidemiology, classification, diagnosis

Introducere

Calcaneul este osul tarsal cel mai frecvent fracturat, reprezentând 60% din fracturile tarsale și 1-2% din fracturile membrului inferior. Circa 75% din fracturile calcaneului sunt intraarticulare cu implicarea fațetei posterioare a calcaneului și până la 10% sunt bilaterale [1, 2]. Aceste leziuni devastatoare apar, de obicei, ca urmare a unei traume de energie mare prin căderi de la înălțime sau accidente de autovehicule care provoacă încărcare axială. Până la 70% din fracturile de calcaneu au loc la muncitorii din industrie în timpul lucrului [3].

Majoritatea fracturilor de calcaneu sunt constatate la bărbați, aproximativ 80-90% de cazuri la bărbații tineri apti de muncă cu vârstele cuprinse între 20 și 45 de ani, reprezentând astfel o adevărată problemă socială și economică. Impactul economic în urma fracturilor de calcaneu este uriaș, deoarece aproximativ 20% dintre pacienți sunt complet inapți de muncă până la 3 ani și cel puțin parțial afectați până la 5 ani de la traumatism; unii pacienți au dificultăți în revenirea la locul de muncă de dinainte de accidentare – reduc substanțial nivelul de activitate sau nu revin niciodată la funcția anterioară [4, 5].

În contextul celor expuse, scopul acestui articol este de a revizui conceptele actuale privind etiologia, patofiziologia, epidemiologia, clasificarea și diagnosticul pacienților cu fracturi intraarticulare de calcaneu.

Material și metode

Pentru realizarea obiectivului trasat, a fost efectuată căutarea inițială a publicațiilor științifice de specialitate, identificate de motorul de căutare Google Search și din bazele de date *PubMed*, *Hinari* (*Health Internet Work Access to Research Initiative*), *SpringerLink*, *National Center of Biotechnology Information* și *Medline*. Criteriile de selectare a articolelor au inclus datele contemporane despre etiologia, patofiziologia, epidemiologia, clasificarea și diagnosticul pacienților cu fracturi intraarticulare de calcaneu după următoarele cuvinte cheie: „fracturi intraarticulare de calcaneu” folosite în diferite combinații cu cuvintele „etiologie”, „patofiziologie”, „epidemiologie”, „clasificare” și „diagnostic” pentru a maximiza randamentul căutării.

Pentru selectarea avansată a surselor bibliografice, au fost aplicate următoarele filtre: articole cu text integral, articole în limba engleză, articole publicate în perioada anilor 1990-2024. După o analiză preliminară a titlurilor, au fost selectate articole originale, editoriale, articole de sinteză narativă, sistematică și meta-analiză, care conțineau informații relevante și concepte contemporane privind etiologia, patofiziologia, epidemiologia, clasificarea și diagnosticul pacienților cu fracturi intraarticulare de calcaneu. Adicional, a fost realizată o căutare în listele de referințe bibliografice ale surselor identificate în vederea evidențierii unor publicații suplimentare relevante, care nu au fost găsite în timpul căutării inițiale în bazele de date.

Informația din publicațiile incluse în bibliografie a fost adunată, clasificată, evaluată și sintetizată, evidențiind principalele aspecte ale viziunii contemporane privind etiologia, patofiziologia, epidemiologia, clasificarea și

diagnosticul pacienților cu fracturi intraarticulare de calcaneu.

În scopul minimalizării riscului de erori sistematice (bias) în studiu, am efectuat căutări minuțioase în bazele de date pentru identificarea unui număr maxim de publicații relevante pentru scopul studiului, am evaluat numai studiile ce îndeplinesc criteriile de validitate, am utilizat criterii sigure de excludere a articolelor din studiu.

La necesitate, pentru precizarea unor noțiuni, au fost consultate surse adiționale de informație. Publicațiile duplicate, articolele care nu au corespuns cu scopul lucrării și care nu au fost accesibile pentru vizualizare integrală, au fost excluse din lista publicațiilor, generate de motorul de căutare.

Rezultate

După procesarea informației, identificate de motorul de căutare Google Search și din bazele de date *PubMed*, *Hinari*, *SpringerLink*, *National Center of Biotechnology Information*, *Medline* conform criteriilor de căutare, au fost găsite 205 articole care abordează tematica privind etiologia, patofiziologia, epidemiologia, clasificarea și diagnosticul pacienților cu fracturi intraarticulare de calcaneu. După analiza primară a titlurilor, 32 de articole au fost calificate eventual relevante pentru sinteza dată. După trecerea repetată a acestor surse în revistă, au fost selectate, în cele din urmă, 24 de publicații relevante scopului trasat. În bibliografia finală a lucrării au fost incluse 24 de articole, inclusiv 3 publicate în anul 2024, care au fost considerate reprezentative pentru tema acestui articol de sinteză.

Publicațiile, conținutul cărora nu reflecta tema abordată, deși au fost selectate de programul de căutare, precum și articolele care nu au fost accesibile pentru vizionare liberă și prin baza de date *HINARI* sau disponibile în biblioteca științifică medicală a Instituției Publice Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, au fost, ulterior, excluse din listă.

Definiție. Fractura reprezintă întreruperea continuității unei structuri osoase, iar calcaneul este cel mai fracturat os tarsian. Fractura calcaneului reprezintă o afecțiune ortopedică care necesită intervenție medicală imediată [1].

Anatomie. Înțelegerea anatomiei și articulațiilor calcaneului este crucială pentru diagnosticarea și tratarea fracturilor de calcaneu. Piciorul este alcătuit din șapte oase tarsiene, cinci oase metatarsiene și paisprezece falange. Calcaneul, cel mai mare dintre oasele tarsiene, este neregulat, formează proeminența călcâiului, se articulează superior cu talusul și anterior cu cuboidul. Anatomia calcaneului este foarte complexă, datorită structurii cu multe fațete a osului și articulațiilor cu multe axe articulare în orientări tridimensionale [1, 6, 7, 8, 9, 10]. Calcaneul are o formă cuboidală, cu 6 fețe și 4 fațete articulare:

1. fața anterioară – este fața cu suprafața cea mai mică și la acest nivel se găsește o suprafață articulară triunghiulară pentru osul cuboid, formându-se astfel articulația calcaneo-cuboidală;

2. fața posterioară – este cea mai mare suprafață de încărcare a greutății, este convexă, constituind tuberozitatea calcaneană unde se inseră tendonul lui Ahile;

3. fața superioară – prezintă două părți distincte, una articulară și una non-articulară. Partea non-articulară reprezintă aproximativ o treime din această față și este situată posterior, pentru a lua parte la formarea călcâiului. Partea articulară este situată anterior celei non-articulare și prezintă trei fațete articulare pentru talus: anterioară, medie și posterioară. Fațeta posterioară este separată de cea medie printr-un șanț calcanean, care împreună cu omologul său de la nivelul feței inferioare a talusului formează un canal numit sinusul tarsian.

4. fața inferioară (plantară) – prezintă posterior două proeminențe, procesul medial al tuberozității calcaneene și procesul lateral al tuberozității calcaneene, formând împreună, posterior, tuberozitatea calcaneană. Anterior se observă o altă proeminență numită tuberculul calcanean.

5. fața laterală – prezintă anterior o proeminență numită tuberculul peronier, superior și inferior aflându-se două șanțuri unde se inserează două tendoane pentru mușchii peronieri;

6. fața medială – este concavă, fiind limitată anterior de *sustentaculum tali*, o proeminență ce prezintă superior o suprafață articulară pentru fațeta articulară mijlocie și inferior un șanț pentru tendonul mușchiului flexor lung al halucelui. Prin concavitatea feței mediale trec artera tibială, nervul tibial și tendonul tibial posterior [1, 7, 10, 11].

Astfel, calcaneul are 4 suprafețe articulare: fațetele posterioară, medială și anterioară se articulează cu talusul, formând articulația subtalară, în timp ce suprafața distală se articulează cu cuboidul, formând articulația calcaneo-cuboidală. Medial, *sustentaculum tali* susține fațeta mijlocie și oferă un șanț pentru tendonul flexor lung al halucelui inferior. Tuberozitatea se află pe suprafața postero-superioară a calcaneului, iar tuberculul peronier pe suprafața laterală, pe sub care trece tendonul mușchiului peronier lung. Procesul anterior al calcaneului este situat distal și servește drept origine pentru ligamentul bifurcat, care se inseră pe oasele cuboid și navicular [1, 8, 11, 12].

Calcaneul îndeplinește trei funcții majore: 1) acționează ca bază și suport pentru greutatea corporală, 2) susține coloana laterală a piciorului și acționează ca articulație principală pentru inversare/eversiune și 3) acționează ca un braț de pârghie pentru complexul muscular gastrocnemian [1, 5, 8, 11, 12].

Etiologie și patofiziologie. Calcaneul are o structură osoasă compusă din mai multe sisteme de travee. La nivel subtalar se delimitează o zonă de minimă rezistență. Aici, de obicei, se produce o înfundare subtalară. Calcaneul este format dintr-o corticală, a cărei grosime variază pe diferite suprafețe, fiind mai groasă la nivelul talusului. Talusul este un masiv osos compact, de 4-5 mm, opac la razele X. Ultimul este rezistent, dar, fiind situat pe un țesut fragil, cedează. Deși, Malgaigne a descris pentru prima dată fractura calcaneană în 1843, aceste fracturi nu au fost diagnosticate constant până la dezvoltarea radiografiei simple la sfârșitul anilor 1890 [13].

Mecanismul fracturilor de calcaneu poate varia de la traume de mare energie, care duc la încărcarea axială a osului (căderi de la înălțime și aterizarea pe călcâi – 71,5%) până la traume cu energie scăzută (sport). Sunt mai multe cauze

care determină fracturile de calcaneu. Peste 60% din cazuri sunt cauzate de o sarcină axială, de obicei datorată căderii de la înălțime cu aterizare pe călcâi, cu un compromis bilateral mai mic de 10%. O altă cauză a fracturilor de calcaneu sunt accidentele rutiere în care picioarele pasagerului sunt apăsate ferm pe podeaua vehiculului. Acestea sunt mecanismele predominante, dar mai sunt și alte cauze: săritul pe suprafețe dure, traumatismele contondente, foarte rar fracturi de stres la o suprasolicitare. Majoritatea leziunilor provoacă aplatizarea, lărgirea, scurtarea calcaneului cu deformarea piciorului [3, 5, 6, 10, 11, 12, 14].

Astfel, principalele cauze care determină fracturile de calcaneu sunt: căderi de la înălțime și aterizarea pe călcâi, accidente rutiere, fracturi de stres la sportivi, traumatismul direct la nivelul calcaneului [1, 6, 12]. Există o serie de factori de risc care pot determina apariția fracturilor de calcaneu: osteoporoza, diabetul zaharat, neuropatia periferică, osteomalacia și terapia cu imunosupresoare pe termen lung [9, 14].

Epidemiologie. Fracturile de calcaneu sunt un tip relativ rar, deoarece constituie aproximativ 1-2% din numărul total de fracturi și aproximativ 60% dintre fracturile tarsiene la adulți. Circa 60-75% din fracturile calcaneului sunt intraarticulare cu implicarea feței posterioare a calcaneului, în 5-10% cazuri sunt bilaterale și mai puțin de 10% sunt deschise [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15, 16].

Cel mai frecvent (80-90%) fractura calcaneului apare la bărbații cu vârsta cuprinsă între 20 și 45 ani, cu predilecție (70%) la muncitorii din industrie în timpul lucrului [1, 3, 8]. La femei, incidența maximă a acestor fracturi este constatată la vârsta de 60-70 ani [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15, 16].

Incidența anuală a fracturilor de calcaneu a fost de 11,5 cazuri la 100.000 de persoane, de 2,4-3,1 ori mai frecventă la bărbați decât la femei. La bărbați, incidența anuală a fost de 16,5-17,3 cazuri la 100.000 de persoane, cu o incidență maximă la vârsta de 20-29 de ani (21,6 cazuri la 100.000 de persoane). La femei, incidența anuală a fost de 5,5-6,26 cazuri la 100.000 de persoane [17].

Studiile au arătat că rata FICD (fracturi intraarticulare cu deplasare) reprezintă 74,7-90,4%, peste 70% dintre pacienții cu fracturi de calcaneu prezintă leziuni suplimentare, inclusiv în 63% din cazuri se asociază afectarea articulației calcaneo-cuboidale, 10,3-14,5% sunt combinate cu leziuni ale coloanei vertebrale și 26% sunt asociate cu alte leziuni ale extremităților [1, 3, 4, 6, 13].

Așadar, fracturile de calcaneu constituie aproximativ 1-2% din numărul total de fracturi și aproximativ 60% dintre fracturile tarsiene la adulți. Circa 60-75% din fracturile calcaneului sunt intraarticulare cu implicarea feței posterioare a calcaneului, în 5-10% cazuri sunt bilaterale și mai puțin de 10% sunt deschise. Mecanismul fracturilor de calcaneu poate varia de la traume de mare energie până la traume cu energie scăzută. Principalele cauze care determină fracturile de calcaneu sunt: căderile de la înălțime și aterizarea pe călcâi cu încărcarea axială a osului (60%), accidente rutiere, fracturi de stres la sportivi, traumatismul direct la nivelul calcaneului. Cel mai frecvent (80-90%) fractura de calcaneu apare la bărbații cu vârsta cuprinsă între

20 și 45 ani, cu predilecție (70%) la muncitorii din industrie în timpul lucrului. La femei, incidența maximă a acestor fracturi este constatată la vârsta de 60-70 ani.

Clasificare. Este util să existe un sistem de clasificare pentru a prezice rezultatul, pentru a măsura impactul tratamentului și pentru a determina eficiența unui sau altui tratament. Deși, există mai multe clasificări ale fracturilor de calcaneu în funcție de criterii diferite, cel mai frecvent sunt folosite sistemele de clasificare Sanders (1993) bazată pe imagistica TC (tomografie computerizată) coronală și Essex-Lopresti (1952) bazată pe radiografia laterală [1, 6, 8, 11, 14, 18].

Din punct de vedere anatomic, fracturile calcaneului pot fi divizate în două categorii generale, în funcție de implicarea articulației calcaneo-talare (Bohler, 1931):

1. Fracturi intraarticulare (implică articulațiile talo-calcaneană și calcaneo-cuboidală), reprezentând 60-75%:

- cu înfundare talamică: verticală, orizontală, cominutivă;
- cu separare: retrotalamice, transtalamice, pretalamice.

2. Fracturi extraarticulare (nu afectează articulațiile și nu implică fațeta posterioară), reprezentând 25-40%:

- fracturile apofizei anterioare;
- fracturile tuberozității;
- fractura corpului calcaneului (în acest subtip este inclusă și fractura Lover sau Don Juan, determinată de căderi de la înălțime și aterizarea pe călcâi);
- fractura proeminenței mediale (sustentaculum tali) [3, 9, 13, 15, 18, 19].

Clasificarea Essex-Lopresti (1952) este bazată pe imagini radiografice laterale:

1. Fractura „în limbă” – linia de fractură primară trece prin fațeta posterioară, formând două fragmente, iar cea secundară este orientată posterior, aflându-se sub fațeta posterioară.

2. Fractura cu înfundare articulară - linia de fractură primară trece prin fațeta posterioară, iar a doua prin spatele fațetei posterioare [1, 4, 6, 15].

Clasificarea FIC (fracturi intraarticulare de calcaneu) a Asociației pentru Traumatologie și Ortopedie (1990):

1. tipul A – fractura apofizei anterioare;
2. tipul B – fractura sustentaculum tali, tubercului peronier sau corpului calcanean;
3. tipul C – fractura tuberozității posterioare [15].

Clasificarea radiologică Bohler apreciază gravitatea fracturii talamice cu înfundare:

- înfundare de gradul I: unghiul Bohler are o valoare mai mică de 25°;
- înfundare de gradul II: unghiul Bohler este egal cu 0°;
- înfundare de gradul III: unghiul Bohler este inversat [13].

TC, prin informațiile detaliate pe care le oferă, a îmbunătățit semnificativ evaluarea fracturilor de calcaneu. Există 4 sisteme de clasificare ale TC pentru aceste fracturi – Crosby și Fitzgibbons (1990), Eastwood (1993), Zwipp (1993) și Sanders (1993). Însă, ultima clasificare este cea mai frecvent aplicată în practica medicală [18, 20].

Clasificarea Crosby și Fitzgibbon corelează rezultatele clinice cu cele bazate pe TC (1990):

- Nedeplasate (diastaza și/sau deprimarea fragmentelor <2 mm)

- Deplasate (diastaza și/sau deprimarea fragmentelor >2 mm, fragmentele sunt mari și fără cominuție)

- Cominutive (fragmentele sunt mici cu cominuție) [18].

Sistemul de clasificare Sanders (1993) utilizează imaginile TC coronale pentru a determina numărul de fragmente articulare (I-IV) în punctul cel mai lat al fațetei posterioare la nivelul *sustentaculum tali*. Fracturile Sanders tip I sunt nedeplasate sau au o deplasare <2 mm din poziția anatomică, în timp ce fracturile de tip II au o linie de fractură în fața posterioară cu deplasare. Acestea sunt separate în baza localizării liniilor de fractură de la lateral la medial – A, B, C. Fracturile de tip III au 2 linii de fractură în fața posterioară și sunt divizate în AB, AC sau BC pe baza celor 2 linii de fractură. Fracturile de tip IV au 3 sau mai multe linii de fractură [3, 5, 15, 18].

Clasificarea Sanders a FIC se bazează pe fragmentarea fațetei posterioare:

1. Tipul I – fractură fără deplasare sau cu deplasare minimă (<2 mm din poziția anatomică), indiferent de numărul liniilor de fractură.

2. Tipul II – fractura prezintă 2 fragmente ale fațetei posterioare (o linie de fractură) și există trei subtipuri în funcție de localizarea medială sau laterală a liniei de fractură:

- IIa corespunde liniei de fractură ce trece prin porțiunea laterală a fațetei posterioare;

- IIb corespunde liniei de fractură ce trece prin porțiunea centrală a fațetei posterioare;

- IIc corespunde liniei de fractură ce trece prin porțiunea medială a fațetei posterioare.

3. Tipul III – fractura prezintă 3 fragmente (două linii de fractură) și are trei variante în funcție de poziția și locația liniilor de fractură, care adesea se asociază cu alte linii de fractură care nu implică fațeta posterioară:

- III ab – corespunde unei linii de fractură ce trece prin porțiunea laterală a fațetei posterioare și o a doua linie prin porțiunea centrală;

- III ac – corespunde fracturilor determinate de o linie de fractură ce trece prin porțiunea laterală și o alta linie de fractură ce trece prin porțiunea medială a fațetei posterioare;

- III bc – liniile de fractură trec prin partea centrală și cea medială a fațetei posterioare.

4. Tipul IV – fractura prezintă 4 sau mai multe fragmente (trei sau mai multe linii de fractură) [1, 4, 6, 11, 15, 18, 19].

Acest sistem de clasificare este utilizat pe scară largă în planificarea tratamentului și are, de asemenea, valoare prognostică, inclusiv și peste 10 ani [1, 6, 11, 14, 21]. Fracturile de calcaneu Sanders de tipurile II, III și IV sunt clasificate colectiv drept FICD ale fragmentelor [21].

Așadar, deși există mai multe clasificări ale fracturilor de calcaneu în funcție de criterii diferite (Bohler, 1931; Crosby și Fitzgibbons, 1990; Eastwood, 1993; Zwipp, 1993), cel mai frecvent sunt folosite sistemele de clasificare Sanders (1993) bazată pe imagistica prin TC coronală și Essex-Lopresti (1952) bazată pe radiografia laterală.

Semne și simptome. Simptomatologia debutează la scurt timp după momentul producerii traectului de fractură,

zona dureroasă fiind identificată cu ușurință. Pacientul cu fractură de calcaneu prezintă o serie de semne și simptome caracteristice, de intensitate variabilă, de obicei, imediat după traumatism sau accident. Intensitatea tabloului clinic variază în funcție de gravitatea fracturii (localizarea traiectului de fractură și gradul deplasării): traumatismele ușoare generează o simptomatologie suportabilă, de tipul durere, edem, echimoze, în timp ce în traumatismele severe poate fi și fractură deschisă de calcaneu [6, 13, 22].

Principalele simptome acuzate de pacienții cu fractură de calcaneu sunt: durere submaleolară și retromaleolară, deformarea regiunii calcaneene (câlcâiul se scurtează și se lungeste), pierderea reliefului bimalleolar și ahilian, applatizarea bolții plantare, edem, echimoze și flictene la nivelul câlcâiului, dureri, incapacitatea sau dificultatea de a suporta greutatea pe piciorul afectat cu mobilitate limitată a articulației, inversare/eversiune limitată sau absentă a piciorului, afectarea funcționalității piciorului [3, 5, 12, 13, 19, 22].

Un hematom care se extinde distal la talpa piciorului este patognomonic pentru fractura de calcaneu și este cunoscut sub numele de „semnul Mondor” [19].

Diagnostic. Diagnosticul fracturii de calcaneu se bazează pe anamneză, examenul clinic și pe investigații imagistice [1, 9, 15].

Suspiciunea diagnosticului de fractură de calcaneu este clinică, dar această fractură poate fi trecută cu vederea în cazul fracturii cu fragmente mai mici, în cazurile de politraumatism sau în cazurile când pacienții nu au acuzat durere [1, 9, 15].

Anamneza reliefează mecanismul de producere al fracturii, simptomatologia de debut, perioada de la apariția primelor simptome până la consultul medical, afecțiunile asociate, stilul de viață și medicația pacientului la domiciliu [6, 15].

Examenul clinic evidențiază semnele de fractură (edem, deformarea regiunii calcaneene, echimoze, flictene, dispariția reliefului maleolar și ahilian, distorsiuni ale anatomiei normale în jurul câlcâiului), tipul fracturii (deschisă sau închisă), pulsul bilateral la nivelul arterei tibiale posterioare și la nivelul arterei pedioase, timpul de recolorare capilară bilateral. Întrucât în aproximativ 10% din cazuri se asociază fractura calcaneului controlateral, trebuie examinate riguros ambele extremități inferioare [1, 3, 5, 11, 15].

Radiografia este prima și cea mai la îndemână investigație imagistică recomandată în cazul fracturilor. Pentru a obține o viziune de ansamblu, din toate planurile anatomice, există 5 incidente pentru evaluarea pacienților cu fracturi ale calcaneului. Sunt necesare radiografiile de gleznă și picior antero-posterioară (arată posibila extensie a liniei de fractură în articulația calcaneo-cuboidiană și orice patologie asociată la mijlocul piciorului), de profil sau laterală (confirmă fractura, determină înălțimea calcaneului, unghiul Bohler și unghiul Gissane) și oblică (evaluează procesul anterior al calcaneului și articulația calcaneo-cuboidiană). Acestea pot fi completate cu radiografia axială de calcaneu de tip Harris (se poate observa deformarea sau lărgirea tuberozității, fragmentarea peretelui lateral și poziția câlcâiului) și de tip

Broden (permite vizualizarea fațetei posterioare a calcaneului și articulația subtalară prin rotația internă a piciorului la 45°, menținând glezna în poziție neutră, pentru a evalua incongruența, compresia sau rotația fațetei posterioare). Examinarea clișeeleor radiografice pune în evidență liniile de fractură, deformarea calcaneului și gravitatea leziunilor adiacente. Radiografia este foarte importantă atât în confirmarea diagnosticului cât și în clasificarea fracturilor în baza criteriilor Bohler și Gissane [1, 5, 8, 10, 11, 12, 13].

A fost constatată o asociere semnificativă între localizarea liniei primare de fractură cu clasa Sanders ($r=0,636$; $p<0,001$) și cu unghiul Bohler ($r=-0,287$; $p<0,005$). O linie medială de fractură primară a fost corelată cu implicarea articulației calcaneo-cuboide ($r=0,247$; $p<0,015$), fațetei anterioare ($r=0,241$; $p<0,001$) și fațetei medii ($r=0,344$; $p<0,003$). Pe măsură ce linia de fractură s-a deplasat medial, cominuția a crescut și unghiul Bohler a scăzut. Fracturile calcaneale intraarticulare, care prezintă o linie medială de fractură primară, sunt asociate cu un model de fractură mai sever, cu cominuție mai severă, depresie articulară și implicarea unei suprafețe articulare adiacente mai mari [23]. O înțelegere mai bună a modelului fracturilor calcaneale contribuie la clasificarea fracturii, planificarea preoperatorie și dezvoltarea conceptelor de fixare [16].

Deși radiografia convențională este folosită de obicei pentru evaluarea inițială a leziunii calcaneale, aceasta are dezavantajele tipice ale imaginii bidimensionale. Evaluarea modernă a fracturilor calcaneului se bazează în mare măsură pe TC – cel mai important și mai fiabil instrument de diagnostic pentru studiul fracturilor calcaneului, în primul rând în cazul fracturilor cominutive sau intraarticulare. Scanarea prin TC include 2 planuri: transversal – paralel cu suprafața plantară a piciorului și semi-coronal – perpendicular pe fațeta posterioară. Metoda oferă imagini detaliate ale leziunii, o vizualizare și caracterizare mai bună a articulației subtalare, a liniilor de fractură și a fragmentelor deplasate, obținând criteriile de clasificare a severității, de evaluare ulterioară și de planificare a tratamentului. Metoda a demonstrat cu siguranță o puternică asociere dintre severitatea fracturii și depresia unghiului Bohler. Diagnosticarea completă pentru selectarea metodei de tratament nu este posibilă fără utilizarea TC [6, 7, 15, 19, 22, 24].

Așadar, diagnosticul fracturii de calcaneu se bazează pe anamneză, examenul clinic și pe investigații imagistice. Anamneza reliefează mecanismul de producere al fracturii, simptomatologia de debut, perioada de la apariția primelor simptome până la consultul medical, afecțiunile asociate, stilul de viață și medicația pacientului la domiciliu. Examenul clinic evidențiază semnele de fractură, tipul fracturii, pulsul bilateral la nivelul arterei tibiale posterioare și la nivelul arterei pedioase. Radiografia de gleznă și picior antero-posterioară, laterală, oblică, de tip Harris și de tip Broden pune în evidență liniile de fractură, deformarea calcaneului și gravitatea leziunilor adiacente. Evaluarea modernă a fracturilor calcaneului se bazează în mare măsură pe TC. Metoda oferă imagini detaliate ale leziunii, o vizualizare și caracterizare mai bună a articulației subtalare, a liniilor de

fractură și a fragmentelor deplasate, obținând criteriile de clasificare a severității, de evaluare ulterioară și de planificare a tratamentului.

Concluzii

1. Fracturile de calcaneu constituie aproximativ 1-2% din numărul total de fracturi și aproximativ 60% dintre fracturile tarsiene la adulți. Circa 60-75% din fracturile calcaneului sunt intraarticulare cu implicarea fațetei posterioare a calcaneului, în 5-10% cazuri sunt bilaterale și mai puțin de 10% sunt deschise.

2. Principalele cauze care determină fracturile de calcaneu sunt: căderile de la înălțime și aterizarea pe călcâi cu încărcarea axială a osului (60%), accidente rutiere, fracturi de stres la sportivi, traumatismul direct la nivelul calcaneului. Cel mai frecvent (80-90%) fractura de calcaneu apare la bărbații cu vârsta cuprinsă între 20 și 45 ani, cu predilecție (70%) la muncitorii din industrie în timpul lucrului. La femei, incidența maximă a acestor fracturi este constatată la vârsta de 60-70 de ani.

3. Deși există mai multe clasificări ale fracturilor de calcaneu în funcție de criterii diferite (Bohler, 1931; Crosby și Fitzgibbons, 1990; Eastwood, 1993; Zwipp, 1993), cel mai frecvent sunt folosite sistemele de clasificare Sanders (1993) bazată pe imagistica prin tomografie computerizată coronală și Essex-Lopresti (1952) bazată pe radiografia laterală.

4. Diagnosticul fracturii de calcaneu se bazează pe anamneză, examenul clinic și pe investigații imagistice. Anamneza reliefează mecanismul de producere al fracturii, simptomatologia de debut și afecțiunile asociate. Examenul clinic evidențiază semnele de fractură și tipul fracturii. Radiografia de gleznă și picior antero-posterioară, laterală, oblică, de tip Harris și de tip Broden pune în evidență liniile de fractură, deformarea calcaneului și gravitatea leziunilor adiacente. Tomografia computerizată oferă imagini detaliate ale leziunii, o vizualizare și caracterizare mai bună a articulației subtalare, a liniilor de fractură și a fragmentelor deplasate, obținând criteriile de clasificare a severității, de evaluare ulterioară și de planificare a tratamentului.

Bibliografie

1. Allegra PR, Rivera S, Desai SS, Aiyer A, Kaplan J, Gross CE. Intra-articular Calcaneus Fractures: Current Concepts Review. *Foot Ankle Orthop.* 2020;5(3):2473011420927334. doi:10.1177/2473011420927334
2. Giannini S, Cadossi M, Mosca M, et al. Minimally-invasive treatment of calcaneal fractures: A review of the literature and our experience. *Injury.* 2016;47 Suppl 4:S138-S146. doi:10.1016/j.injury.2016.07.050
3. Herrera-Pérez M, Oller-Boix A, Valderrabano V, et al. Fracturas de calcáneo: controversias y consensos [Calcaneal fractures: controversies and consensus]. *Acta Ortop Mex.* 2018;32(3):172-181. (Spanish)
4. Volpin G, Cohen Z, Kirshner G, Shtarker H. Displaced intra-articular calcaneal fractures: current concepts and modern management. *Journal of Foot and Ankle Surgery (Asia Pacific).* 2014;1(1):24-31.
5. Epstein N, Chandran S, Chou L. Current concepts review: intra-articular fractures of the calcaneus. *Foot Ankle Int.* 2012;33(1):79-86. doi:10.3113/FAI.2012.0079
6. Davis D, Seaman T, Newton E. Calcaneus fractures. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430861/>
7. Barei DP, Bellabarba C, Sangeorzan BJ, Benirschke SK. Fractures of the calcaneus. *Orthop Clin North Am.* 2002;33(1):263-x. doi:10.1016/s0030-5898(03)00084-1
8. Razik A, Harris M, Trompeter A. Calcaneal fractures: Where are we now?. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2018;13(1):1-11. doi:10.1007/s11751-017-0297-3
9. Liu Z, Hou G, Zhang W, et al. Calcaneal tuberosity avulsion fractures - A review. *Injury.* 2024;55(2):111207. doi:10.1016/j.injury.2023.111207
10. Gotha HE, Zide JR. Current Controversies in Management of Calcaneus Fractures. *Orthop Clin North Am.* 2017;48(1):91-103. doi:10.1016/j.ocl.2016.08.005
11. Maskill JD, Bohay DR, Anderson JG. Calcaneus fractures: a review article. *Foot Ankle Clin.* 2005;10(3):463-vi. doi:10.1016/j.fcl.2005.03.002
12. Turkmen F, Korucu IH, Sever C, Göncü G, Kaçira BK, Toker S. Calcaneal fractures, treatments and problems. *Clin Res Foot Ankle.* 2014;2:138. doi:10.4172/2329-910X.1000138
13. Gornea F. Ortopedie și traumatologie. Chișinău, Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic Medicina; 2010. (Romanian)
14. Galluzzo M, Greco F, Pietragalla M, et al. Calcaneal fractures: radiological and CT evaluation and classification systems. *Acta Biomed.* 2018;89(1-S):138-150. doi:10.23750/abm.v89i1-S.7017
15. Box M, Domingue G, Werthmann N, Szatkowski J, Riehl J. Calcaneus fractures. In: Riehl J, Szatkowski J, eds. *Current Fracture Care.* London, UK: IntechOpen; 2024. Available at: <https://www.intechopen.com/chapters/89058>
16. Shi G, Lin Z, Liu W, et al. 3D mapping of intra-articular calcaneal fractures. *Sci Rep.* 2023;13(1):8827. doi:10.1038/s41598-023-34711-w
17. Zhu Y, Li J, Liu S, et al. Socioeconomic factors and lifestyles influencing the incidence of calcaneal fractures, a national population-based survey in China. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):423. doi:10.1186/s13018-019-1493-2
18. Jiménez-Almonte JH, King JD, Luo TD, Aneja A, Moghadamian E. Classifications in Brief: Sanders Classification of Intraarticular Fractures of the Calcaneus. *Clin Orthop Relat Res.* 2019;477(2):467-471. doi:10.1097/CORR.0000000000000539
19. Badillo K, Pacheco JA, Padua SO, Gomez AA, Colon E, Vidal JA. Multidetector CT evaluation of calcaneal fractures. *Radiographics.* 2011;31(1):81-92. doi:10.1148/rq.311105036
20. Swords MP, Alton TB, Holt S, Sangeorzan BJ, Shank JR, Benirschke SK. Prognostic value of computed tomography classification systems for intra-articular calcaneus fractures. *Foot Ankle Int.* 2014;35(10):975-980. doi:10.1177/1071100714548196

21. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. Clin Orthop Relat Res. 1993;(290):87-95.
 22. Swanson SA, Clare MP, Sanders RW. Management of intra-articular fractures of the calcaneus. Foot Ankle Clin. 2008;13(4):659-678. doi:10.1016/j.fcl.2008.09.006
 23. Silhanek AD, Ramdass R, Lombardi CM. The effect of primary fracture line location on the pattern and severity of intraarticular calcaneal fractures: a retrospective radiographic study. J Foot Ankle Surg. 2006;45(4):211-219. doi:10.1053/j.jfas.2006.04.010
 24. Mladenović M, Milenković S, Stojiljković P, Krstić A. Sanders type III calcaneal fracture fixed with a locking angular plate: a case report. Acta Fac Med Naiss. 2022;39(3):371-379.
-

Recepționat – 10.03.2025, acceptat pentru publicare – 22.03.2025

Autor corespondent: Mihaela Siromeatnicov, e-mail: mihaela.siromeatnicov@usmf.md

Declarația de conflict de interese: Autorii declară lipsa conflictului de interese.

Declarația de finanțare: Autorii declară lipsa de finanțare.

Citare: Siromeatnicov M, Caproș N, Buruiană G. Fracturile de calcaneu: etiologie, patofiziologie, epidemiologie, clasificare și diagnostic [Fractures of the calcaneus: etiology, pathophysiology, epidemiology, classification and diagnosis]. Arta Medica. 2025;94(1):42-48.