

State of the art artikel

Talusfracturen, een overzicht van ongeval tot resultaat

Drs. Dagmar Plasmans¹, Dr. Esther M.M. van Lieshout², Dr. Tim Schepers³

1 Arts-assistent, afd. Heelkunde-Traumatologie, Erasmus MC, Rotterdam

2 Onderzoekscoördinator Traumachirurgie, afd. Heelkunde-Traumatologie, Erasmus MC, Rotterdam

3 CHIVO Traumachirurgie, afd. Heelkunde-Traumatologie, Erasmus MC, Rotterdam

Correspondentieadres:

T. Schepers MD, PhD

Erasmus MC

Afdeling Heelkunde-Traumatologie

Postbus 2040

3000 CA Rotterdam

Telefoon: 010-7031050

Fax: 010-7032396

E-mail: t.schepers@erasmusmc.nl

Trefwoorden

Talusfracturen, diagnostiek, behandeling, complicaties

Samenvatting:

Talusfracturen zijn zeldzame letsels. Deze lage incidentie en de preciaire vasculaire en ossale anatomie maakt de behandeling tot een complex probleem. Voor het diagnosticeren van een talusfractuur is een hoge verdenking noodzakelijk. Aanvullend onderzoek begint met standaard röntgenopnamen. Voor de exacte classificatie en het maken van een behandelplan is een Computed Tomography (CT-) scan met reconstructies in drie richtingen noodzakelijk. In de behandeling is beperkte ruimte voor conservatieve behandeling. Ook bij niet-gedisloeerde fracturen is de kans op latere dislocatie en daardoor een slecht tot matige (functionele?) uitkomst groot. Directe repositie van luxaties en een al dan niet uitgestelde anatomische repositie en fixatie is essentieel voor het behalen van een goede uitkomst. Gezien de zeldzaamheid en complexiteit van talusfracturen valt het zeker te overwegen om de behandeling van talusfracturen te centraliseren.

Abstract

Talar fractures are rare injuries. The low incidence and the difficult vascular and osseous anatomy render the treatment complex. An initial high index of suspicion is needed in order to identify a talar fracture. The diagnostic process starts with conventional radiographs. For the exact classification and choice of treatment a Computed Tomography (CT-) scan with three-dimensional reconstructions is mandatory. A conservative management is infrequently indicated even in minimally displaced fractures, since these injuries are at high risk of secondary dislocation and subsequent poor functional outcome. Emergent reduction of gross fracture-dislocations and (delayed) anatomical reduction and internal fixation are critical for obtaining a good outcome. Given the rarity and the complex nature of talar fractures centralization might be indicated.

Inleiding

Talusfracturen zijn zeldzame letsels, waardoor de diagnostiek en juiste behandeling minder bekend zijn. In dit overzichtsartikel worden de belangrijkste aspecten van talusfracturen besproken. Het doel van dit artikel is het verbreden van het inzicht in de verschillende typen fracturen en behandelingen om daarmee de uitkomst voor de patiënten te verbeteren.

Fabricius was in 1582 een van de eersten die de talusfractuur beschreef. Halverwege de 19^e eeuw was een open talusfractuur nog een levensbedreigende aandoening met een mortaliteit van 84%. Tot het begin van de 20^e eeuw was talectomie de enige behandeling (1). Sinds die tijd is er veel veranderd. Miller en Baker beschreven in 1939 al het belang van een adequate open dan wel gesloten repositie. In de eerste helft van de 20^e eeuw werd primaire tibiotalare of subtalare fusie gepropageerd. Lange tijd waren de chirurgische behandelingsmogelijkheden beperkt met matige resultaten. Tot de 70er jaren trad bij 50-100% van gedислоceerde fracturen avasculaire necrose op, echter met de komst van betere diagnostiek en behandel technieken zijn de uitkomsten sterk verbeterd (1-2).

Epidemiologie

Fracturen en luxaties van de talus en omliggende gewrichten zijn ongewoon. Talusfracturen staan op de tweede plaats van alle tarsale fracturen, na de calcaneus fractuur (3-4). De incidentie van talusfracturen in de literatuur bedraagt 0.1-0.85% van alle fracturen (3, 5) en 3.4 % van alle voetfracturen (5). Bij kinderen is een talusfractuur nog zeldzamer en bedraagt de incidentie 0.01-0.08% (6). Zelfs in de grote traumacentra worden per jaar gemiddeld slechts zes talusfracturen behandeld (5).

Het grootste deel van de talusfracturen bestaat uit avulsiefracturen, gevolgd door fracturen van de talus-hals (7-8). Extra-articulaire fracturen van de laterale en posteromediale processus van de talus ontstaan vaak bij een laag energetisch trauma zoals inversie en eversie traumata tijdens sport (1). Talusfracturen komen het meest frequent voor bij jonge, actieve mensen (1). Geassocieerde fracturen komen bij 44% van de patiënten voor (9). Fracturen van het corpus van de talus zijn in 19-28% geassocieerd met fracturen van het pilon tibiale en de mediale en laterale malleoli (10-11). Bij talus-halsfracturen komen geassocieerde fracturen van de mediale en laterale malleolus voor in 15-26% (7, 10). Bij luxatie-fracturen loopt dit zelfs op tot 65% waarvan 21% van de fracturen gecompliceerd is (3, 7). Calcaneusfracturen komen bij 10% van de talus-hals fracturen voor (9). Doordat de talusfractuur voornamelijk voorkomt in de arbeidsproductieve leeftijd is er tevens sprake van een economisch belang

Anatomie

De talus heeft een complexe ossale en vasculaire anatomie.

Ossaal

De talus is het op één na grootste tarsale bot. De talus kenmerkt zich biomechanisch als sluitsteen van het voetgewelf. Het draagt het totale lichaamsgewicht over op de voor- en achtervoet (van de tibia op de calcaneus en het os naviculare). De talus articuleert met de tibia, de fibula, de calcaneus en het os naviculare (3, 5, 12).

De talus is uniek in het feit dat 70% van het oppervlak bestaat uit kraakbeen. Er hechten geen spieren op de talus aan, de talus beweegt dus passief in zijn positie tussen het tibiotalare, subtalare en talonaviculare gewricht. Banden aan de fibula, mediale malleolus, de calcaneus en het os naviculare zorgen voor een stabiele positie (3, 5, 12-13). Anatomisch zijn een hals, een corpus en een kop te onderscheiden. Het bovenste gedeelte van het corpus is het breedst en past daardoor het stevigst in de enkel mortise in dorsiflexie (5). Mediaal en lateraal breidt het kraakbeen zich naar plantair uit en articuleert daar met de beide malleoli. De onderzijde van de talus articuleert met het posterior deel van de calcaneus.

Mediaal is de zijkant recht, lateraal buigt deze posterieur waardoor beide zijden samenkomen in de posterieure processus (1, 3, 14). De hals is ten opzichte van de as van het corpus 10-44 graden mediaal georiënteerd met een plantair deviatie tussen de 5 en 55 graden. De hals heeft de zwakste cortex waardoor deze het meest frequent breekt (1, 3, 14).

De pees van de flexor hallucis longus ligt in een groeve tussen de mediale en laterale posterieure processus en wordt op zijn plaats gehouden door een retinaculair ligament. Het calcaneonaviculare ('Spring') ligament ligt onder het caput van de talus en ondersteunt deze (1, 3, 14). Aan de onderzijde, tussen het posterieure en middelste deel van de talus ligt een groeve welke met eenzelfde groeve op de calcaneus de tarsale tunnel vormt, deze komt lateraal uit in de sinus tarsi (3, 5).

Vasculair (3, 12)

Wildenauer was de eerste die uitgebreid de bloedtoevoer van de talus beschreef. Mullfinger leverde de meest complete beschrijving van de intra-ossale en extra-ossale arteriële circulatie.

Slechts 30 tot 40% van de talus kan door vaten worden geperforeerd (rondom de hals en het posterior deel van het corpus). De belangrijkste *extra-ossale* bloedvoorziening komt van drie arteriën met hun zijtakken; 1) de a. tibialis posterior voedt de a. deltoideus en de tarsale tunnel; 2) de a. tibialis anterior voedt de laterale tarsale arterie en 3) de perforerende peroneus arteriën voeden de arterie van de tarsale sinus. De arterie van het tarsale kanaal (zijtak van de a. tibialis posterior) en de arterie van de tarsale sinus (zijtak van de perf. Peroneus vaten) vormen samen een anastomose die de talus-hals voedt. De belangrijkste bloedvoorziening van de talus gaat via de arterie van het tarsale kanaal welke tweederde van het corpus en de inferior talus hals van bloed voorziet. De kop en de hals worden gevoed door de dorsalis pedis en de arterie van de tarsale sinus. Het posterieure deel van de talus wordt gevoed door de tibialis posterior via calcaneus takken die via het tuberculum posterior het bot ingaan.

Uitgebreide *intra-ossale* anastomoses zijn aanwezig in de talus. Voor behoudt van de vascularisatie van de talus moet ten minste één van de extra-ossale aanvoerende vaten behouden blijven.

Traumamechanisme

Het traumamechanisme verschilt tussen de verschillende fractuurtypen.

Avulsiefracturen ontstaan bij laag energetische inversie of eversie traumata, bijvoorbeeld tijdens sport (15). Frequent worden talusfracturen veroorzaakt door hoog energetische ongevallen zoals val van grote hoogte, auto-ongevallen of 'high-impact' sporten zoals snowboarden (3, 5, 16-17). Van de met snowboarden geassocieerde fracturen is 34% gelokaliseerd in de talus.

Kopfracturen ontstaan meestal bij dorsiflexie na een volledige plantair flexie waarbij er een compressie kracht ontstaat op de kop of hyperdorsiflexie waarbij de kop tegen de tibia wordt geforceerd. Wat meestal gebeurt bij een val van hoogte of auto ongeval. Talus-kop fracturen zijn zeldzaam, van alle talusfracturen is 3 tot 10% in het caput gelokaliseerd (3, 8, 18-19).

Halsfracturen ontstaan bij geforceerde dorsiflexie met een axiale kracht waarbij de hals tegen de tibia aan komt, bijvoorbeeld bij val van grote hoogte. Bij toename van die krachten kan een ruptuur van het ligamentum interosseus talocalcaneale optreden wat mogelijk kan leiden tot subluxatie of dislocatie van het corpus. Hierbij speelt mogelijk ook een roterende kracht mee (3). Van alle talusfracturen is ruim 50% in de talus-hals gelokaliseerd (2-3).

Talus-corporfracturen ontstaan bij axiale compressie van de talus tussen de tibia en de calcaneus, zoals bij motor ongelukken en val van hoogte (3). Afhankelijk van de positie van de voet in relatieve dorso- of plantairflexie is de fractuur meer anterieur of posterieur gelegen. Van alle talusfracturen is 15% in het corpus gelokaliseerd (3). Deze is fractuur veel geassocieerd met andere fracturen van de onderste ledematen, inclusief fracturen van de hals van de talus en de malleoli (9). Bij 15-30% van de talus-corporfracturen is er ook sprake van een malleolusfractuur (4, 7)

Fracturen van de processus lateralis, ook wel de Snowboarders-fractuur genaamd, ontstaan door een axiale kracht op een gedorsoflecteerde enkel in eversie. Dit komt veel voor bij snowboardongelukken (20). Fracturen van de processus posterior (21), laterale (Stieda) posterior processus (Shepard-fractuur) en mediale (Cedell fractuur), ontstaan door een geforceerde plantair flexie met het zogenaamde notenkrakers effect tussen het pilon tibiale en de calcaneus of door een distorsie waarbij het subtalaire gewricht wordt gesubluxeerd dan wel een avulsie van de ligamenteuze aanhechtingen ontstaat. Fracturen van de processi bedragen 25 % van de talus fracturen. 40-50% van de processi fracturen worden bij de primaire presentatie gemist of verward met een os trigonum (15).

Kliniek

Patiënten presenteren zich veelal op de eerste hulp met klachten variërend van een eenvoudige distorsie tot niet belastbare enkel met forse deformiteit. Vanwege de grote variatie in presentatie en de klinische relevantie van een juiste diagnose voor de prognose is een hoge verdenking noodzakelijk. Klinische tekenen zijn: niet belastbaar, zwelling, pijn, hematoom, pijn bij beweging en bedreigde huid (1). Bij ruim 10% van de talusfracturen is sprake van een gecompliceerde fractuur. Gezien het feit dat de meeste talusfracturen veroorzaakt worden door een hoog energetisch ongeval moet er zorgvuldig aandacht besteedt worden aan begeleidend letsel (1).

Aanvullend onderzoek

Standaard radiologisch onderzoek bestaat uit een enkel opname antero-posterieur, lateraal en mortise opname voor het in beeld brengen van de talus en de omliggende ossale structuren. Speciale opnames volgens Brodén of Canale kunnen aanvullende informatie geven over het subtalaire gewricht en de talus-hals, echter is met standaard röntgen onderzoek vaak niet goed mogelijk minimale dislocatie, comminutie en alignement vast te stellen. Daarom is er bij een verdenking is op een talusfractuur een CT-scan met sagitale, axiale en coronale reconstructies noodzakelijk (1) (Figuur 1 en 2). Magnetic Resonance

Imaging (MRI) onderzoek is alleen geïndiceerd tijdens follow-up bij verdenking op avasculaire necrose of osteochondraal letsels (1).

Fractuurclassificatie

Het classificeren van talusfracturen is lastig omdat ze extreem variabel zijn. Voor exacte classificatie is een CT scan nodig om de exacte locatie van de breuk en de mate van dislocatie te bepalen. De verschillende classificaties zijn voornamelijk gebaseerd op de locatie van de fractuur, de mate van dislocatie en comminutie, welke de operatie indicatie en de prognose bepalen.

Talusfracturen worden allereerst onderverdeeld in locatie: kop, hals of corpus, processi fracturen of osteochondraal letsel. De processus lateralis is de grens tussen hals en corpus (3).

Er zijn vele verschillende classificaties beschreven, waar onder die van Hawkins, Lehner, Canale en Kelly, Marti en Weber, McCrory en Bladin, Sneppen, Berndt en Harty en de universele AO-OTA classificatie (7, 22-24). De meest gebruikte classificatie van de halsfracturen is die volgens Hawkins, gemodificeerd door Canale en Kelly (Tabel 1). Deze indeling is geassocieerd met de beschadiging van de bloedtoevoer naar de talus en daarmee met de prognose ten aanzien van avasculaire necrose (3, 7, 10).

Tabel 1. Hawkins classificatie talushals fracturen

Hawkins type	Omschrijving	Kans op AVN (%)
Type I	niet gedислоceerde talus-halsfractuur. (ruptuur arterie die binnenkomt in anterolaterale deel van de hals)	0-13
Type II	halsfractuur met dislocatie van het subtalare gewricht, vanaf 1-2 mm dislocatie (ruptuur van vaten die de hals voorzien en vaten die vanuit de sinus tarsi en het tarsale kanaal) (Figuur 2)	20-50
Type III	talus-halsfractuur met zowel dislocatie bij het tibiotalare als bij het subtalare gewricht; hierbij zijn alle drie de arteriën over het algemeen geruptureerd (Figuur 3)	20-100
Type IV	dislocatie van het tibiotalare, het subtalare en tevens luxatie van het talonaviculare gewricht; alle drie de	100

	arteriën zijn hierbij geruptureerd	
--	------------------------------------	--

Behandeling

Het doel van de behandeling is anatomische repositie met in acht neming van de rotatie, lengte en hoek van de hals. Minimale dislocaties zorgen al voor een verandering in bot contact en mogelijk het ontstaan van posttraumatische artrose (25-26).

Conservatief

De niet-operatieve behandeling heeft slechts een beperkte rol in de behandeling van talusfracturen. Alleen fracturen van de hals die volledig in de anatomische stand staan kunnen conservatief behandeld worden, zoals type 1 Hawkins. Zelfs minimale dislocatie is niet acceptabel (25-26). Indien er een succesvolle repositie is bereikt dan kan een open of percutane schroef fixatie overwogen worden of onbelast immobiliseren gedurende 8-12 weken met gips waarvan met de voet in equinus gedurende 1 maand bij hals fracturen. Echter bij alleen gipsimmobilisatie blijft er altijd een risico op secundaire dislocatie bestaan (Figuur 3). Bij de conservatieve behandeling krijgt ruim 45% van de patiënten posttraumatische osteoartritis met bijbehorende klachten (11). Mogelijk dat dit voorkomen kan worden door minimaal invasieve schroeffixatie (3, 26). Dit geldt ook voor niet gedisloceerde talus-corporafracturen. Door de grote axiale kracht op het corpus is er een grote kans dat er zonder interne fixatie alsnog dislocatie optreedt.

Operatief

Gedisloceerde talus luxatiefracturen moeten worden beschouwd als een spoedgeval. Een spoedige repositie van de dislocatie is noodzakelijk voor het behoud van de vascularisatie van de talus en voor het verminderen van tractie op de huid, ivm kans op huidnecrose, en compressie van de neurovasculaire structuren in de omgeving (1, 3, 26). De essentie van een gesloten repositie is de voet inclusief de kop van de talus bij de rest van de talus te brengen in de enkel mortise. Met de knie in flexie en de voet in plantair flexie, waarbij de soleus ontspant, kan het corpus op zijn plaats wordt gebracht. Indien niet succesvol, kan getracht worden te reponeren met behulp van een (femur-)distractor met een Schanze pen in de tibia en in de calcaneus of moet een open repositie overwogen worden.

Recente studies laten geen verschil zien in de kans op avasculaire necrose bij repositie van de luxatie en direct operatieve fixatie of fixatie in een later stadium (1, 3, 26). Derhalve kan definitieve fixatie uitgesteld worden indien er geen voet-enkel specialist beschikbaar is.

Voor de chirurgische benadering van de talus moet rekening gehouden worden met de nog intacte vascularisatie. Afhankelijk van de locatie van de fractuur kan gekozen worden voor een anterolaterale (sinus tarsi), anteromediale bij talushals en caput fracturen. Bij posterieure taluscorpus (avulsie-) fracturen kan gekozen worden voor een posterolaterale of posteromediale benadering. Een mediale danwel laterale malleolus osteotomie kan nodig zijn voor centrale fracturen van het corpus. Vaak is een combinatie van twee benaderingen noodzakelijk voor een accurate repositie (Figuur 4).

De mediale malleolus osteotomie dient zorgvuldig uitgevoerd te worden. Allereerst worden twee boorgaten gemaakt voor de uiteindelijke fixatie. Vervolgens wordt de plaats bepaald van het hoogste punt, hetgeen iets hoger ligt dan het tibia plafond. Hierna wordt een chevron osteotomie gemaakt met een kleine oscillerende zaag, waarbij de laatste millimeters gebroken worden met een osteotoom (Figuur 5). Distaal van de mediale malleolus dient de arteriële deltoïd-tak tussen de tibialis posterior en anterior gespaard te blijven. De laterale malleolus osteotomie wordt als een dubbele osteotomie uitgevoerd, waarbij eerst een schuine Weber-B achtige osteotomie (posterieur hoog naar anterieur laag) gemaakt wordt, waarmee de voorste syndesmose met een tweede anterieure osteotomie behouden blijft.

Oorspronkelijk werden veel corpusfracturen behandeld met gesloten repositie en gipsimmobilisatie. Echter vonden Sneppen et al in een studie in 95% van 31 patiënten matige tot ernstige klachten (23). Open reductie en interne fixatie is de gouden standaard op dit moment (Figuur 4). Bij zeer comminutieve fracturen kan zelfs een primaire fusie van het tibiotalare gewricht worden overwogen. Door fusie van dit gewricht kan er een revascularisatie optreden waardoor het subtalare gewricht behouden kan worden (2).

Hawkins type 2 gedислоceerde talus-halsfracturen kunnen met gesloten repositie en eventueel percutane fixatie worden behandeld. Indien dit niet lukt dient de fractuur door middel van open repositie en interne fixatie behandeld worden. Bij Hawkins type 3 en 4 en bij iedere gecompliceerde talus-halsfractuur is primaire open chirurgische behandeling geïndiceerd (1, 3, 27-28).

Processus fracturen die anatomisch staan kunnen geïmmobiliseerd worden met gips. Bij gedислоceerde fracturen, zeker indien er een significant betrokkenheid van het subtalare gewrichtsoppervlak is operatieve fixatie geïndiceerd, Bij processus fracturen die niet te reponeren of te comminutief zijn kan een excisie worden overwogen. Tot 1cm³ kan verwijderd worden zonder het veroorzaken van pijn of instabiliteit (17, 20).

Bij comminutieve en gedислоceerde fracturen van de talus-kop is open repositie met interne fixatie geïndiceerd. De prognose van talus-kopfracturen is goed zolang er geen comminutie is en de congruentie van het gewrichtsoppervlak hersteld is. Avasculaire necrose komt bij geïsoleerde corpus-kop minder vaak voor door de relatief uitgebreide vaatvoorziening (3).

Over het algemeen bestaat de nabehandeling van talusfracturen uit acht tot 12 weken onbelast gips of oefenen, afhankelijk van het type fractuur en de stabiliteit van de fixatie.

Uitkomst

Door de lage incidentie, de verschillende typen fracturen en de diverse verschillende behandelmethoden is het lastig de resultaten van verschillende studies met talusfracturen te combineren. Waar oorspronkelijk de conservatieve behandeling, talectomie of primaire arthrodesse de enige behandelingsopties waren hebben de verbeterde behandeltechnieken met open reductie en interne fixatie geleid tot een verbetering van de klinische resultaten (1-3). De uitkomst van een talusfractuur is voornamelijk afhankelijk van het al dan niet optreden van complicaties. Dit is voor een belangrijk deel afhankelijk van de primaire fractuurclassificatie. De belangrijkste complicaties zijn avasculaire necrose, arthrose (40 tot 95%), delayed/non/mal-union 15-63%, en wondcomplicaties (1-3).

Avasculaire necrose is de belangrijkste complicatie van talusfracturen met een incidentie in de literatuur tussen de vier (Hawkins 1) en 100% (Hawkins4) (2, 7, 11, 27). Avasculaire necrose is zichtbaar vanaf 6-8 weken in de vorm van een afwezig 'Hawkins sign' (subchondrale osteopenie). De radiolucente rand subcorticaal is een teken van botresorptie en dus een teken van vascularisatie (7). De initiële behandeling van osteonecrose is conservatief. Ook met avasculaire necrose kan de breuk helen. Het kan wel 36 maanden duren voordat de talus is gerevasculariseerd (7). Operatieve behandeling is geïndiceerd indien conservatieve behandeling de klachten niet vermindert. Bij beperkte avasculaire necrose is een necrotectomie en arthrodesse van het aangedane gewricht meestal succesvol. Bij een volledig necrotisch corpus of ingezakt corpus is het lastiger. Talectomie levert slechte resultaten op, fusie volgens Blair waarbij het necrotische corpus wordt verwijderd en de kop anterior aan de distale tibia wordt gezet geeft betere resultaten. Een andere mogelijkheid is volledige arthrodesse van tibia tot calcaneus met spongiosa bij of in plaats van het corpus; ook dit behoudt de beenlengte maar vermindert de range of motion (3, 7).

Infecties treden voornamelijk op bij gecompliceerde talusfracturen. Schuind er al vonden in een cohort van 354 patiënten een oppervlakkige infectie in 6.2% en een diepe infectie in 3.1% van de patiënten. De incidentie van infecties varieert tussen de 3 en 8% (1, 29). Non-

union is zeldzaam en komt in 2.5% van de talusfracturen voor. Een malunion na inadequate repositie komt in 32% van de patiënten voor, waardoor sommigen gesteld hebben dat reeds bij een dislocatie van 2 mm geopereerd te worden (3).

De klinische uitkomst is afhankelijk van zowel de ernst van het oorspronkelijke letsel als de kwaliteit van de repositie. De meeste klinische studies van talus-halsfracturen tonen een relatie tussen de mate van dislocatie en de klinische uitkomst. De Hawkins classificatie is hier op gebaseerd. Bij talus-corporafracturen is dit minder eenduidig (1).

Recente studies tonen een goed tot excellent resultaat in 80% bij vroege ORIF. Canale en Kellie 1978 bereikten slechts bij 59% van de patiënten een goed resultaat met een gemiddelde follow-up van 12.7 jaar (10). Hierbij was meer dan de helft van de type-2 fracturen met gesloten repositie en gipsimmobilisatie behandeld. Low et al 1998 behaalden bij 18 van de 22 patiënten een goed resultaat met open repositie interne fixatie bij gedислоceerde talus-halsfracturen (27). Ondanks de verbeterde behandeling en betere resultaten houden de meeste patiënten toch enige klachten van pijn of bewegingsbeperking. Hierop dienen zij vroegtijdig voorbereid te worden (1, 26, 28, 30).

Conclusie

Talusfracturen zijn zeldzame letsels, waarbij een gedegen kennis van traumamechanisme, anatomie en verschillende fractuurtypes onmisbaar is bij een juiste behandelkeuze. Gezien de lage incidentie zal het opbouwen van ervaring in dit type letsel slechts slagen bij een centralisering.

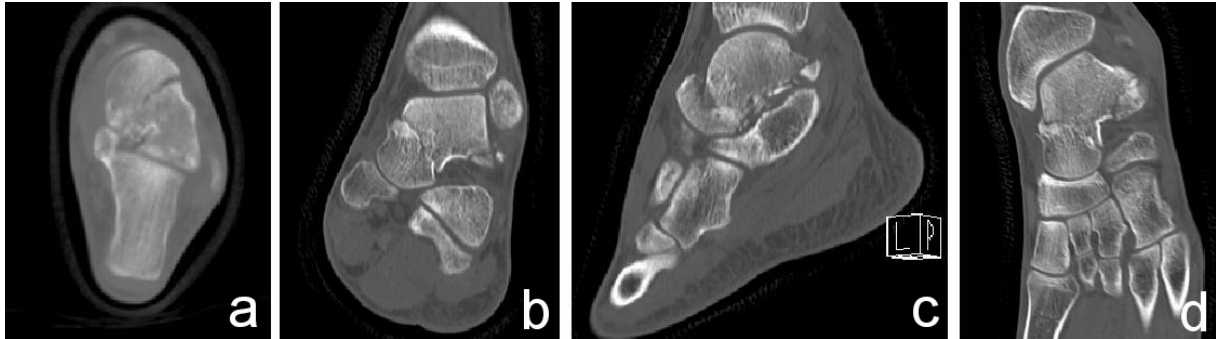
Referenties

1. Rammelt S, Zwipp H. Talar neck and body fractures. *Injury*. 2009;40(2):120-35.
2. Grob D, Simpson LA, Weber BG, Bray T. Operative treatment of displaced talus fractures. *Clinical orthopaedics and related research*. 1985;(199):88-96.
3. Fortin PT, Balazsy JE. Talus fractures: evaluation and treatment. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. [Review]. 2001;9(2):114-27.
4. Mayo KA. Fractures of the talus: principles of management and techniques of treatment. *Techn Orthop*. 1987;2(3):42-54.
5. Bonnaire F, Cyffka R, Lein T, Hellmund R. [Talusfracturen]. *Trauma Berufskrankh*. 2001;3(2):192-200.
6. Smith JT, Curtis TA, Spencer S, Kasser JR, Mahan ST. Complications of talus fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 2010;30(8):779-84.
7. Hawkins LG. Fractures of the neck of the talus. *J Bone Joint Surg Am*. 1970;52(5):991-1002.
8. Coltart WD. Aviator's astragalus. *J Bone Joint Surg Br*. 1952;34B(4):545-66.
9. Vallier HA, Nork SE, Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Surgical treatment of talar body fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86-A Suppl 1(Pt 2):180-92.

10. Canale ST, Kelly FB, Jr. Fractures of the neck of the talus. Long-term evaluation of seventy-one cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1978;60(2):143-56.
11. Lorentzen JE, Christensen SB, Krogsoe O, Sneppen O. Fractures of the neck of the talus. *Acta Orthop Scand.* 1977;48(1):115-20.
12. Cronier P, Talha A, Massin P. Central talar fractures--therapeutic considerations. *Injury.* 2004;35 Suppl 2:SB10-22.
13. Thordarson DB. Talar body fractures. *Orthop Clin North Am.* 2001;32(1):65-77, viii.
14. Boack DH, Manegold S, Haas NP. [Surgical technique for talus fractures. Tips and tricks]. *Unfallchirurg.* 2004;107(6):515-20.
15. Boack DH, Manegold S. Peripheral talar fractures. *Injury.* 2004;35 Suppl 2:SB23-35.
16. DiGiovanni CW, Langer PR, Nickisch F, Spenciner D. Proximity of the lateral talar process to the lateral stabilizing ligaments of the ankle and subtalar joint. *Foot Ankle Int.* 2007;28(2):175-80.
17. Funk JR, Srinivasan SC, Crandall JR. Snowboarder's talus fractures experimentally produced by eversion and dorsiflexion. *Am J Sports Med.* 2003;31(6):921-8.
18. Kenwright J, Taylor RG. Major injuries of the talus. *J Bone Joint Surg Br.* 1970;52(1):36-48.
19. Pennal GF. Fractures of the talus. *Clinical orthopaedics and related research.* 1963;30:53-63.
20. von Knoch F, Reckord U, von Knoch M, Sommer C. Fracture of the lateral process of the talus in snowboarders. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(6):772-7.
21. Nyska M, Howard CB, Matan Y, Cohen D, Peyser A, Garti A, et al. Fracture of the posterior body of the talus--the hidden fracture. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1998;117(1-2):114-7.
22. Marti R. [Talus fractures]. *Z Unfallmed Berufskr.* 1971;64(2):108.
23. Sneppen O, Christensen SB, Krogsoe O, Lorentzen J. Fracture of the body of the talus. *Acta Orthop Scand.* 1977;48(3):317-24.
24. Weber BG. [Fractures of the ankle joint and the astragalus. New aspects in diagnosis and treatment (author's transl)]. *Langenbecks Arch Chir.* 1981;355:421-5.
25. Daniels TR, Smith JW. Talar neck fractures. *Foot Ankle.* 1993;14(4):225-34.
26. Lindvall E, Haidukewych G, DiPasquale T, Herscovici D, Jr., Sanders R. Open reduction and stable fixation of isolated, displaced talar neck and body fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A(10):2229-34.
27. Low CK, Chong CK, Wong HP, Low YP. Operative treatment of displaced talar neck fractures. *Ann Acad Med Singapore.* 1998;27(6):763-6.
28. Vallier HA, Nork SE, Barei DP, Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Talar neck fractures: results and outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A(8):1616-24.
29. Schuind F, Andrienne Y, Burny F, Donkerwolcke M, Saric O, Body J, et al. [Fractures and dislocations of the astragalus. Review of 359 cases]. *Acta Orthop Belg.* 1983;49(6):652-89.
30. Vallier HA, Nork SE, Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Surgical treatment of talar body fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A(9):1716-24.

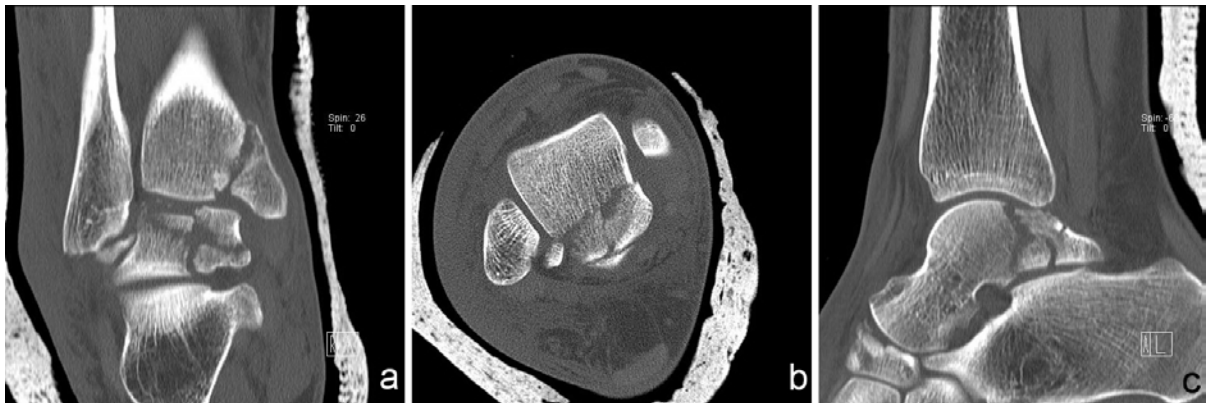
Figuren

Figuur 1. CT-scan met reconstructies van Hawkins 2 talus halsfractuur



a, (semi-)coronaal; b, axiaal ; c, sagittaal ; d, uitgedraaide hals-opname

Figuur 2. CT scan van een talus corpusfractuur met coronaal en sagitaal verloop van fractuurlijnen



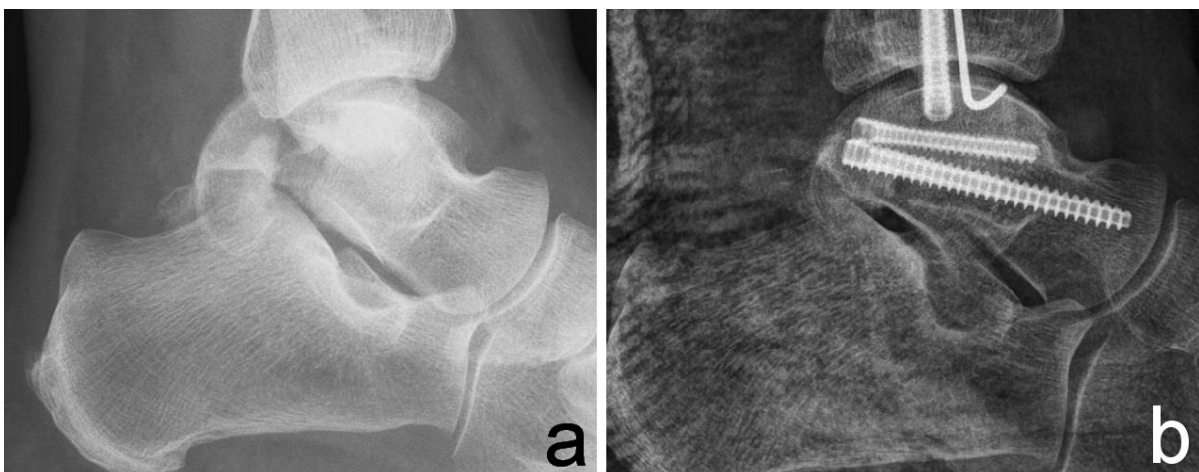
a, (semi-)coronaal; b, axiaal ; c, sagittaal opname

Figuur 3. Hawkins 3 talus halsfractuur



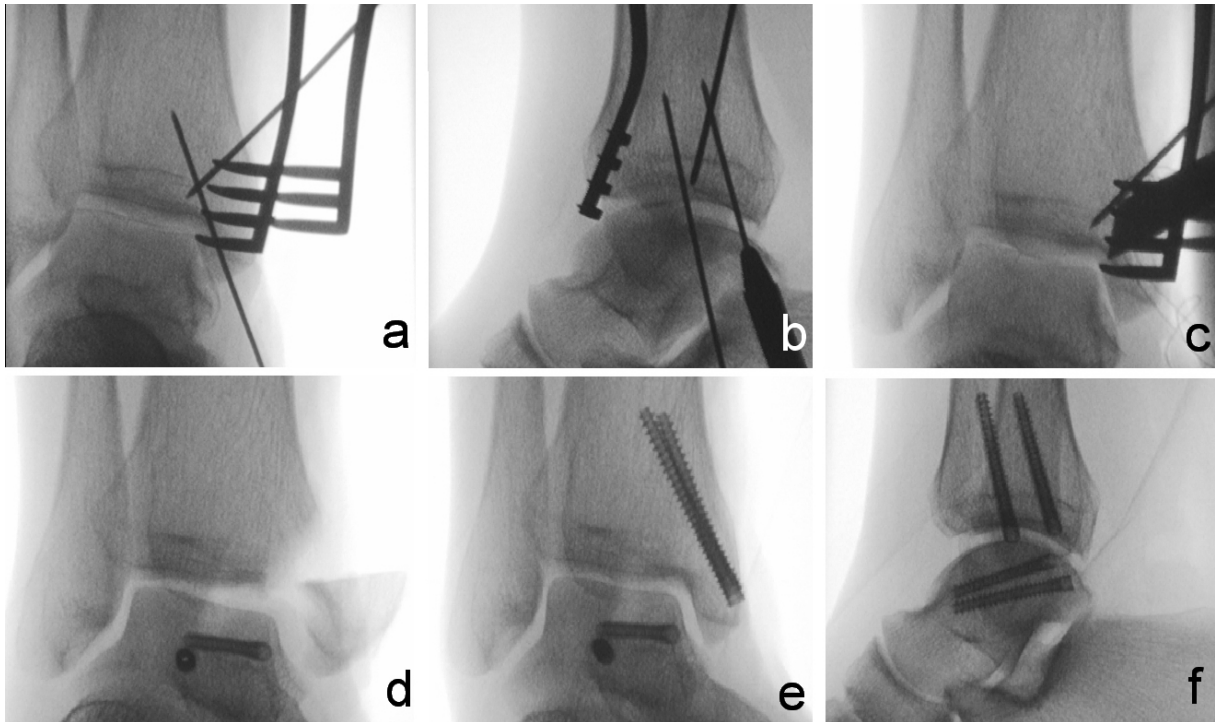
a, pre-repositie laterale opname; b, post-repositie laterale opname, conservatief behandeld met secundaire dislocatie en partiële AVN

Figuur 4. Talus corpusfractuur



a, pre-operatieve laterale opname; b, post-operatieve laterale opname na schroeffixatie via mediale malleolus osteotomie en posteromediale benadering

Figuur 5. Mediale malleolus osteotomie



a + b, plaatsen van twee k-draden van distaal naar proximaal en voorbereiden voor de gecannuleerde schroeven en één k-draad op het hoogste punt van de chevron osteotomie welke een hoek van ongeveer 30 graden maakt met de as van de tibia; c+d, creëren van osteotomie met oscillerende zaag en osteotoom, e+f, fixatie van osteotomie met twee Acutrak koploze compressieschroeven.