

Erfahrungen mit der gedeckten Verschraubung intraartikulärer Fersenbeinbrüche

Operationstechnik und klinische Ergebnisse

Zusammenfassung

Voraussetzung für die gedeckte Einrichtung und perkutane Verschraubung von intraartikulären Fersenbeinbrüchen sind die Kenntnis der räumlichen Form und der Frakturformen des Fersenbeins bzw. Erfahrung in der Einrichtungstechnik unter Bildwandlerkontrolle. Wir haben im eigenen Krankengut die Ergebnisse von 34 Verplattungen mit 94 gedeckten Verschraubungen verglichen. Die Beurteilung erfolgte nach dem Punkteschema nach Merle d'Aubigne und nach einem eigenen Punktesystem, in dem die klinischen und röntgenologischen Ergebnisse bewertet wurden. Die perkutane Verschraubung erweist sich im Vergleich zur offenen Reposition technisch einfacher, komplikationsärmer und liefert gleich gute bzw. bessere Ergebnisse (gut bis sehr gut 79,7%). Durch schonende Behandlung der Weichteile und frühe Versorgung sind die Wundheilungsstörungen von 14% bei den Verplattungen auf 2,1% gesunken. Ergänzende Spongiosaplastiken wurden nicht ausgeführt.

Schlüsselwörter

Kalkaneusfraktur · Gedeckte Verschraubung · Operationsmethode · Ergebnisse

Anatomie, Pathophysiologie und Frakturformen

Für die Frakturbehandlung der Fersenbeinbrüche sind einige anatomische und funktionelle Eigenarten des Kalkaneus wichtig. Unser Fersenbein hat eine unregelmäßige Form. Es dient sowohl als Stütze und sogleich als Hebelarm beim Gehen. Die räumliche Zuordnung des Fersenbeins zum Fuß ist für jede Behandlungsmethode eine wichtige Voraussetzung. Die Längsachse des Kalkaneus zielt zur Außenkante des Fußes, die Talusachse wiederum zur medialen Kante, die Bewegungsachse des unteren Sprunggelenks (USG) hingegen zieht vom Innenrand des Talonavikulargelenks zur tubernen Außenwand des Fersenbeins. Das obere Sprunggelenk (OSG) mit dem Sprungbein bewegt sich praktisch um eine quere Bewegungsachse. Durch diese Achsendifferenzen käme es bei Belastung zum Kippen des Rückfußes nach innen, wenn dieser Dislokationsneigung durch die Bänder, der Aponeurose und insbesondere durch die sehr kräftigen Beugesehen aktiv nicht entgegen gewirkt werden würde [2].

Von den Gelenken des Fersenbeins ist das talonavikulokalkaneare am beweglichsten. In diesem vollführt die Ferse mit dem Vorfuß die Ab-, die Adduktions-, sowie die Eversions-Inversions-Bewegungen. Die unterschiedli-

chen Bewegungsachsen und die Bewegungsmöglichkeiten in den Sprunggelenken ergeben unterschiedliche Krafrichtungen beim Balancieren sowie beim Gehen. In Abhängigkeit von den Gelenkstellungen bei der Krafteinwirkung entstehen unterschiedliche, vorausdefinierbare Frakturformen [19].

Für die relativ einheitlichen Frakturverläufe und typischen Dislokationen sind darüber hinausgehend auch noch anatomische Gründe zu benennen. Die Kortikalis des Fersenbeins ist im Bereich des Sustentaculum tali sehr kräftig, so daß das Sustentakulum zu meist bei Verletzungen einheitlich erhalten bleibt, und dank der medialen Bänder sowie der Beugesehen an seinem Platz gehalten wird, d.h. es disloziert nicht.

An der lateralen Wand des Fersenbeins ist die Kortikalis recht dünn, die Spongiosa unterhalb des hinteren Gelenks grobporig und schwach. Die laterale Wand sowie die Spongiosa unterhalb des Gelenks („Pseudozyste“) sind die Schwachstellen dieses Knochens.

Im vorderen Bereich des Fersenbeins befinden sich kräftige Bänder zum Talus, zum Navikulare und Kuboideum. Besonders um den Sinus tarsi

Dr. P. Fröhlich
Bács-Kiskun Megyei Önkormányzat Kórháza,
Nyíri u. 38, H-6000 Kecskemét

Experience of closed screwing of intraarticular fractures of the calcaneum. Operation technique and clinical outcome

Summary

For the closed treatment of an intraarticular fracture of the heelbone it is essential to know the 3D shape of the bone, the various types of fractures and to get skilled in reduction under an image intensifier. In our hospital we have made a comparison of 34 fractures treated with a plate and 94 treated with screws. The evaluation was made by the scores based on Merle d'Aubigne and clinical and radiological findings. The method of closed reduction and fixation with screws is easier, less dangerous for the patient and, compared to the open fixation, the results are the same or even better (good and excellent: 79,7%). As a result of gentle treatment of the soft tissues and the early reposition, the wound healing complications decreased to 2,1% compared to the 14% healing problems connected to open plating. Furthermore, cancellous grafting was necessary within the first group.

Key words

Fracture of the heel-bone · Closed screwing · Operating procedure · Results

Originalien

lassen die Bänder kaum eine Dislokation der Fragmente bei Frakturen zu. Diese Bänder und das kräftige Periosteum sind somit zugleich unsere Hilfen bei der gedeckten Reposition [21].

Die Größe der Krafteinwirkung wird entscheidend die Dislokation der Bruchfragmente bestimmen. Durch die Verlagerung der beschriebenen Knochenachsen kommt es zuerst zu einer Abscherfraktur in der Mitte des Knochens, wonach durch Fortdauern der Krafteinwirkung es zu weiteren Frakturen und zunehmender Dislokation kommt [18, 19]. Die entscheidende Frakturebene kann somit, in Abhängigkeit davon, ob der Fuß beim Unfall nach innen oder außen gedreht war, hinter dem talokalkanearen Gelenk, durch die Mitte des Gelenks oder lateral davon, aber auch ganz am lateralen Gelenkrand sowie seltener vor dem Gelenk selbst verlaufen. Die Extensions- bzw. Flexionsstellung wird die Frakturebene mehr nach vorn oder nach hinten verlagern.

Diese erste und wichtigste Frakturebene teilt das Fersenbein in ein anteriomediales „sustentakuläres“ und in ein dorsolaterales „tuberkuläres“ Fragment. Wenn die Krafteinwirkung fort-dauert, kommt es zum Abbrechen des lateralen Gelenkfragments vom posterolateralen „tuberkulären“ Fragment, wobei das laterale Gelenkfragment imprimiert wird und nach vorne kippt. Der hintere Teil des Fersenbeins dreht sich zugleich in Varusrichtung und wird nach kranial-lateral verschoben, somit resultiert eine Verbreiterung und Verkürzung.

Im weiteren kann auch noch die Bodenplatte herausbrechen und die mediale Gelenkkante des lateralen Gelenkfragments abbrechen. Es entsteht zuletzt eine Dreifragmentgelenkfraktur der hinteren Gelenkfläche. Das laterale Gelenkfragment kann auch zusammen mit dem oberen Anteil des Tuber brechen (Tong-Typ). Im schwersten Fall kommt es schließlich zur weiteren Zerkümmern des restlichen vorderen Prozessus.

Die Klassifizierung der intraartikulären Fersenbeinfrakturen wird von verschiedenen Autoren nach unterschiedlichen Gesichtspunkten vorgenommen [9, 12, 13, 18, 22]. Am bekanntesten ist die Einteilung nach Essex-Lopresti [5], der bei den intraartikulären Brüchen

zwischen Depressions- und Tong-Typ-Frakturen unterscheidet. Heinz [12] analysiert 17 verschiedene Einteilungen und kommt zur Schlußfolgerung, daß die Einteilung nach Essex-Lopresti für den alltäglichen Gebrauch ausreicht. Würde man die Trümmerbrüche als 4. Gruppe dazuzählen, sowie Angaben über den Weichteilzustand nach Zwipp [22] machen, so würde man den Klassifikationsansprüchen durchaus genügen.

Am häufigsten sind die dislozierten Frakturen, seltener sind die nicht dislozierten intraartikulären Brüche, und nur 4–10% sind echte Trümmerbrüche [3, 18]. Auf den Umstand, daß sich die Fälle mit zusätzlicher Zertrümmerung der Tubergegend und jene Brüche die in der lateralen Randzone des talokalkanearen Gelenk verlaufen nicht eindeutig zuzuordnen sind sei verwiesen.

Die zahlreichen neueren Einteilungen die auf CT-Bildern basieren und nach der Anzahl der Fragmente sich richten, haben ihre Überlegenheit und Nutzen zur Prognose und Wahl der Behandlungsmethode, nach unserer Meinung, noch nicht belegt.

Behandlung der intraartikulären Fersenbeinfrakturen

Die Beschwerden nach einem Fersenbeinbruch sind hauptsächlich mit dem Zustand des hinteren „Schlüsselgelenks“ in Zusammenhang zu bringen [8]. Es ist offensichtlich, daß die Beweglichkeit und Inkongruenz der beschädigten Gelenke für die Schmerzhaftigkeit verantwortlich sind. Die praktisch versteiften talokalkanearen Gelenke führen zwar zu Bewegungseinschränkungen, die beim Gehen auf Unebenheiten zu Ungeschicklichkeit führen, dies wird jedoch bei relativer Schmerzfreiheit gut toleriert.

Problematisch für die Spätschäden ist die Kippung und Lateralisation des Fersenbeins. Diese Deformierung kann zu Beschwerden beim Tragen von Schuhen und zu schmerzhaften Tendinosen an den Peronealsehnen führen. Die subjektiven Beschwerden – zumindest in den ersten 1–5 Jahren nach der Verletzung – hängen von der Rekonstruktion des Böhler-Winkels weniger ab [8, 18]. Pedobarographische Untersuchungen zeigten, daß Veränderungen der Fußsohlenbelastung nach Kalkaneusfrakturen

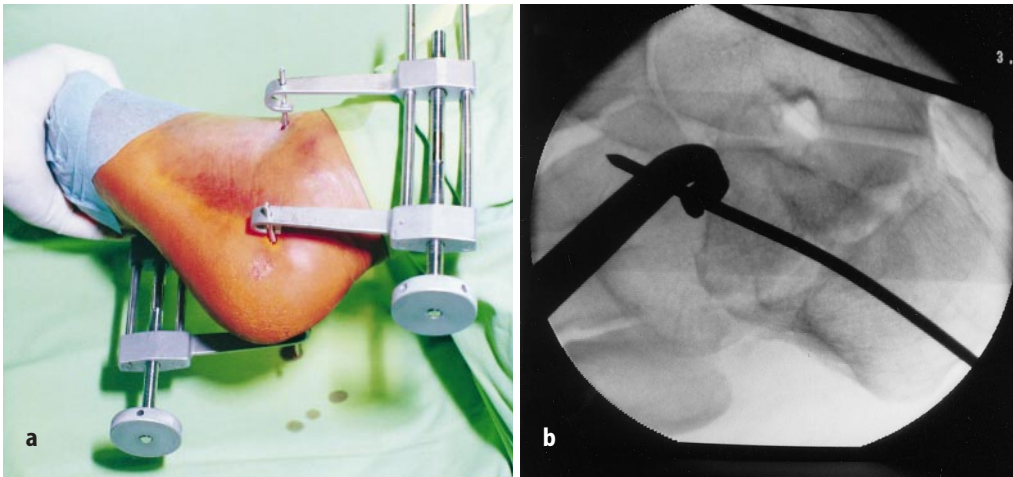


Abb. 1 ▲ a Montage der Distraktoren. In Broden-Einstellung ist das talokalkaneare Gelenk ohne Überlagerung durch den Distraktor bei Extension-Flexion im Sprunggelenk in allen Bereichen kontrollierbar (b) (Distraktor: DePuy-Sanatmetall GmbH)

ren mit den zurückgebliebenen Fehlstellungen vermehrt korrelierten [20]. Diese Beobachtungen ergeben die wichtigsten Ziele für die Erstbehandlung.

Die Frage ob perkutan oder offen reponiert werden sollte, wird diskutiert. Anfangs haben wir zur offenen Versorgung nach der Empfehlung von Melcher et al. [14] und Kuner [13] als Repositionshilfe einen Distraktor verwendet. Wir benutzten zu diesem Zweck den Distraktor nach Forgon-Zdravetz [9], den sie zwischen Talus, Kalkaneus und Kuneiforme eingesetzt haben. Diesen Distraktor haben wir weiterentwickelt, und die Technik nach experimentellen Repositionsversuchen an Leichen wesentlich vereinfacht. Wichtig war es, eine ungestörte röntgenologische Darstellung der talokalkanearen Gelenke zu ermöglichen (Abb. 1).

Heute entscheiden wir in Abhängigkeit vom Erfolg eines zunächst gedeckten Repositionsversuchs ob halboffen eingerichtet wird oder die Fraktur freigelegt werden muß. Mit zunehmender Erfahrung zeigt es sich, daß der Anteil der offen zu versorgenden Frakturen immer kleiner wird.

Zur Therapieplanung sind Röntgenaufnahmen in a.-p.-, seitlicher- und in der Broden-Einstellung mit 20 und 40° in der Regel ausreichend. Zieht jedoch die Fraktur in das kalkaneo-kuboidale Gelenk, sollte eine Fußwurzelaufnahme die mögliche Dislokation in diesem Gelenk verifizieren helfen. Die CT-Diagnostik bietet entweder Schnitt-

bilder und/oder die räumliche Darstellung der Frakturen an der Knochenoberfläche. Sie bringt keine echte therapeutische Entscheidungshilfe, wengleich die didaktischen Vorteile unbestritten sind.

Operationsmethode der gedeckten Verschraubung

Der Patient wird auf dem Operationstisch auf der gesunden Seite in stabiler Seitenlage gelagert so, daß der Fuß um 15–20 cm die Tischkante überragt (Abb. 2). Der Bildwandler steht in Verlängerung des Tisches. Im seitlichen Strahlengang werden die 3 mm dicken Kirschner-Drähte senkrecht in den Talushals und im Bereich der Tuber calcanei eingebracht. Die Backen des lateralen Distraktors werden von proximal,

des medialen von distal auf die Drähte geschoben. Der Einsatz der Distraktoren bringt fast immer eine gewünschte Aufrichtung des Böhler-Winkels mit sich, wobei durch Flexion des Vorfußes und Herunterziehen der Ferse dieser Effekt unterstützt werden kann. Die Tong-Typ-Frakturen können durch diese Maßnahme allein in der Regel bereits gut reponiert werden. Bei den Depressionsfrakturen bleibt das laterale Gelenkfragment jedoch deprimiert und entfernt sich vom Talus.

Zuerst wird jetzt die laterale Wand durch eine Schraubzwinde oder mit Schlag z. B. auf einen flachen Meißelgriff reponiert und zugleich die Varuskipung beseitigt. Zur vollständigen Reposition muß unter Umständen das dorso-laterale dislozierte Gelenkfragment nun angehoben werden. Dies kann nach einer Hautinzision unterhalb des Außenknöchels mit einem kleinen Raspatorium über ein Hypomochlion am besten vorgenommen werden. Das deprimierte Fragment wird an den Talus herange-

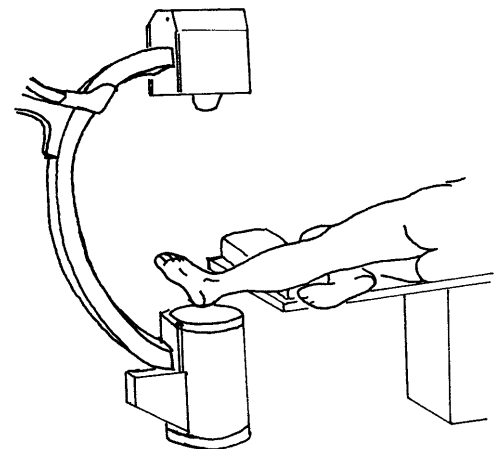


Abb. 2 ► Lagerung zur gedeckten Verschraubung von Fersenbeinfrakturen

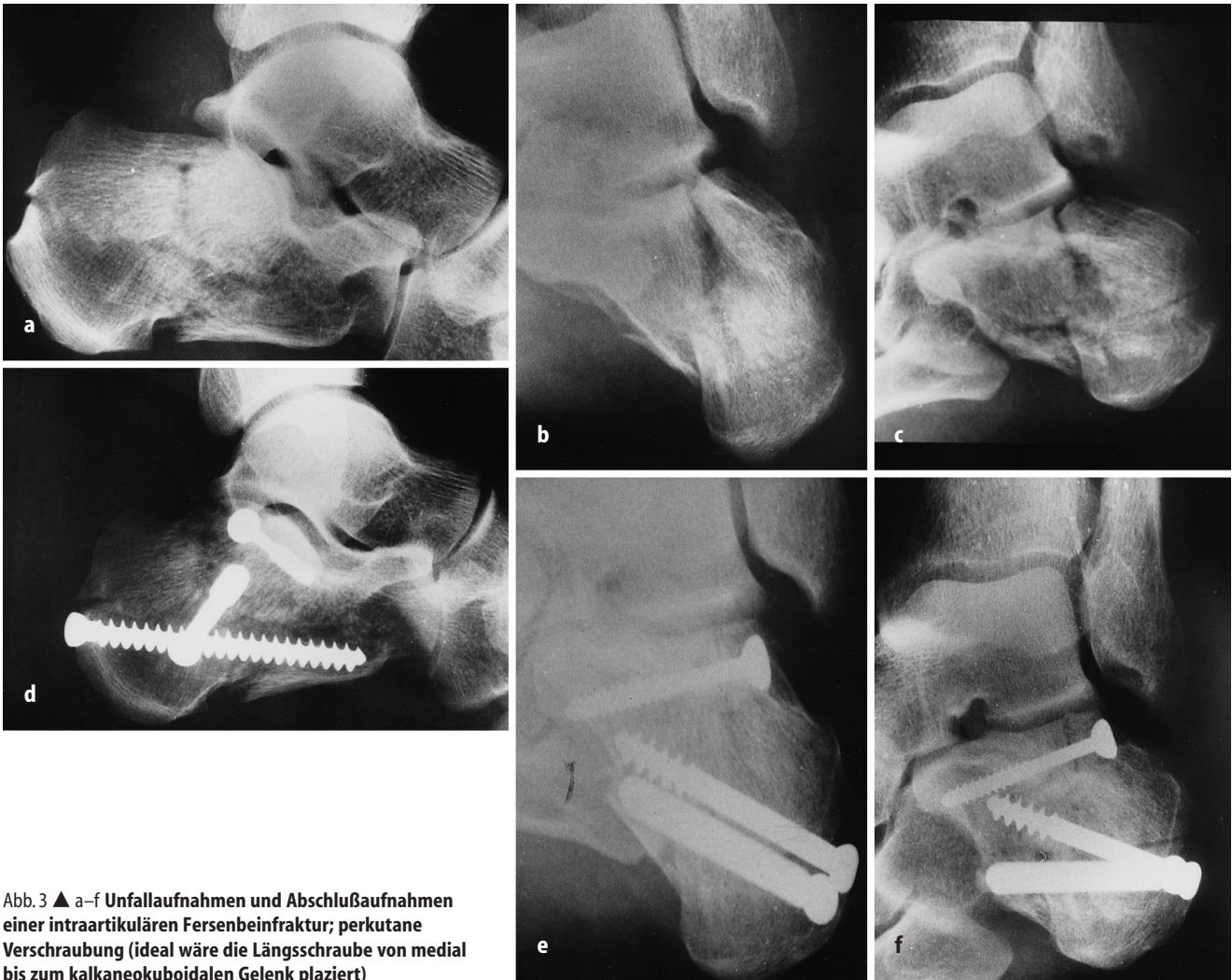


Abb. 3 ▲ a–f Unfallaufnahmen und Abschlussschichten einer intraartikulären Fersenbeinfraktur; perkutane Verschraubung (ideal wäre die Längsschraube von medial bis zum kalkaneokuboidalen Gelenk plziert)

drückt; eingegangen wird unterhalb der Peronäussehnen. Die Reposition kann in der Folge in der Broden-Einstellung röntgenologisch besser kontrolliert werden. Dazu wird der Bildwandler um 20° zurückgekippt, der Fuß um 45° außenrotiert. Wenn so der Fuß im Sprunggelenk flektiert und extendiert wird, sind alle Bereiche des hinteren talokalkanearen Gelenks randständig zu sehen.

Ist das deprimierte Gelenkfragment reponiert, wird gelenknah, meist durch eine zwischen den beiden Peronäussehnen plzierten Schutzhülse ein Führungsdraht in Richtung Sustentakulum durchgebohrt und evtl. auf der gegenüberliegenden Seite (medial) mit einer Klemme festgehalten. Auf dem Draht erfolgt die Verschraubung der Gelenkfläche mit einer kanülierten KFI-Zugschraube oder einer Herbert-Schraube. Anfangs haben wir zu diesem Zweck Malleolarschrauben benutzt

(Abb. 3). In der Broden-Einstellung kann die Kompression des Frakturspalts verfolgt werden. Danach folgt die Längsschraubung des Körpers mit Spongiaschrauben von lateral-distal des Tuber calcanei erneut in Richtung Sustentakulum unterhalb der 1. Schraube, und schließlich vom Ansatz der Achillessehne von proximal medial nach distal lateral in Richtung des kalkaneokuboidalen Gelenks.

Um eine übermäßige Kompression bzw. Verkürzung zu vermeiden, sollte die letzte Schraube ein durchgehendes Gewinde besitzen. Haben die Schrauben nicht den gewünschten Halt, was selten der Fall ist, kann in üblicher Weise zusätzlich transartikulär gespickt werden. Zum Schluß wird der Distraktor entfernt und die 3 Stichinzisionswunden werden genäht.

Nachbehandlung

Postoperativ wird das Bein hochgelagert und früh mit Zehen- und Fußgelenkübungen begonnen. Zur Abschwelung und Schmerzlinderung wird Kryotherapie verordnet. Gipsruhigstellung ist bei gutem Schraubensitz nicht erforderlich. Das Bein soll mit Gehstützen für 6 Wochen entlastet werden. Ist jedoch der Patient unzuverlässig oder haben die Schrauben im porotischen Knochen keinen Halt, ist ein entlastender Unterschenkelverband mit Gehbügel hilfreich.

Ergebnisse

Um die Wertigkeit der beschriebenen Methode zu evaluieren, haben wir retrospektiv 34 Patienten mit Kalkaneusfrakturen (von insgesamt 43 auf diese Weise versorgt) die mittels Verplat-

Tabelle 1

Behandlungsergebnisse nach perkutan verschraubten intraartikulären Fersenbeinbrüchen (n = 94)

	Subjektiv		Objektiv		Röntgen	
	n	[%]	n	[%]	n	[%]
Sehr gut	33	79,7	26	72,3	28	74,4
Gut	42		42		42	
Mäßig	14	20,3	21	27,7	15	25,6
Schlecht	5		5		9	

Wertung nach Merle d'Aubigne bzw. eigenes Punktesystem

Tabelle 2

Vergleich der Ergebnisse nach offen und gedeckt versorgten Kalkaneusfrakturen

	Verplattung	Verschraubung
Klinisch gut bis sehr gut	71 %	79 %
Wundheilungstörung	14 %	2,10 %
Stationäre Behandlung	15 Tage	7 Tage
Arbeitsunfähigkeit	5,2 Monate	4,3 Monate
Spongiosaplastik	52 %	0 %

tung offen versorgt wurden, nachuntersucht. Diesen wurden 94 Fälle (von insgesamt 103), die wir in den letzten 4 Jahren mit gedeckter Verschraubung behandelt haben, gegenübergestellt. In beiden Gruppen war die Verteilung der einzelnen Frakturtypen annähernd ähnlich. Die Nachuntersuchung wurde für beide Gruppen 1–4 Jahre nach der Versorgung durchgeführt. Die Ergebnisbewertung erfolgte nach identischen Kriterien.

Zur subjektiven Beurteilung benutzten wir das Punktesystem nach Merle d'Aubigne, zur objektiven Wertung wurde ein eigenes Punktesystem entworfen. Hierbei vergaben wir jeweils 1–5 Punkte für die Bewegung im USG, für die Schwellneigung sowie für röntgenologische Arthrosezeichen und für die Rekonstruktion des Böhler-Winkels. In der Bewertung ordneten wir die Gesamtpunktzahl 17–20 als sehr gut, 13–16 als gut, 9–12 als mäßig und 0–8 als schlecht ein.

Bei den Verplattungen waren subjektiv 71 % sehr gut bis gut, objektiv 58 %. Nach den gedeckten Verschrau-

bungen 79,7 % sehr gut bis gut, objektiv 72,3 % (Tabelle 1).

Wundheilungsstörungen traten bei den Verplattungen in 14 % der Fälle, bei den Verschraubungen in 2,1 % auf. Die Wundrandnekrosen der Haut, Seromentleerungen und Weichteilinfektionen heilten in beiden Gruppen folgenlos aus. Wegen schmerzhaften posttraumatischen Arthrosen wurden nach der offenen Methode in 5,8 % bzw. nach der perkutanen Methode in 2,1 % subtalare Arthrodesen erforderlich. Im Zusam-

menhang mit den Verplattungen wurde in 62 % der Fälle eine Spongiosaplastik ausgeführt, bei den Verschraubungen in keinem einzigen Fall (Tabelle 2).

Diskussion

Zweifelsohne ist das Entscheidende bei der Behandlung der intraartikulären Fersenbeinfrakturen die Reposition des hinteren unteren Talokalkaneargelenks, des „Schlüsselgelenks“. Um dies zu erreichen müssen die 3 typischen Dislokationen:

- ▶ Depression des Böhler-Winkels,
- ▶ Varusknick und Verbreiterung
- ▶ Impression der Gelenkfläche

behooben werden. In den letzten Jahren sind mehrere Arbeiten über Technik und Ergebnisse der offenen Versorgung erschienen. Die Autoren berichten über Wundheilungsstörungen in einem Prozentsatz von 7–15 % (Tabelle 3). Alle führen zugleich zur Defektausfüllung und Stützung eine autologe Spongiosaplastik aus. Es ist bemerkenswert, daß im Vergleich der Ergebnisse nach offener Reposition ergänzt mit einer Spickdrahtosteosynthese bzw. nach konservativer Therapie in einer prospektiv randomisierten Studie gleiche Resultate gefunden wurden [15]. Die Resultate die wir bei den von uns versorgten 34 offenen Verplattungen erzielten, waren mit jenen in der Literatur angegebenen vergleichbar.

Die Methode der gedeckten Versorgung ist bereits seit Längerem bekannt und von mehreren Autoren beschrieben worden.

Forgon und Zadravetz [9, 21] beschreiben in diesem Zusammenhang eine neue Repositionstechnik. Sie be-

Tabelle 3

Behandlungsergebnisse offen versorgter Kalkaneusfrakturen

	n	Wundheilungsstörung [%]	Sehr gut und gut [%]	
Harding D. et al. [6]	1985	56	11	67
Stephenson J. R. [17]	1987	31	19	75
Melcher G. et al. [14]	1991	16	7	75
Brunner U. et al. [2]	1991	35	23	66–88
Zwipp H [22]	1995	187	10	69
Funk E. M. et al. [10]	1995	64	12	64

schreiben eine Distractionsmethode, die das OSG nicht einbezieht und am Talus, Kalkaneus und Kuboid angreift. Da das OSG nicht überbrückt wird, kann der Fuß unter dem Bildwandler frei bewegt werden, und in Broden-Einstellungen das USG in verschiedenen Positionen dargestellt werden.

Forgon und Zadravetz übernahmen die subtalare quere Schraube von Fernandez [7], jedoch ersetzen sie seine in Längsrichtung des Kalkaneus eingebrachten Drähte mit Schrauben. Unabhängig von der Frakturform wird von ihnen bei der Methode eine Spongiosoplastik nicht für erforderlich gehalten. Scramberg und Davenport [16] nehmen auch keine Spongiosaunterfütterung vor und meinen des weiteren, in dem Bereich würde sie auch wenig Halt finden.

Im Röntgenbild haben wir nach der Heilung keine Höhlenbildung beobachtet. Die Redisllokation bei einem Patienten führten wir auf unkontrollierte frühe Belastung bei bestehender Osteoporosis alcoholica zurück.

Der Repositionsvorgang konnte durch uns, wie wir dies in eigenen Untersuchungen erarbeiten konnten, insofern vereinfacht werden, als auf die Distraction zwischen Talus und Kuboid verzichtet werden kann, ohne das allgemeine Repositionsergebnis zu gefährden. Unser Distraktor und seine Anordnung ermöglicht die röntgenologische Sicht zum USG überlagerungsfrei [8]. Der Effekt der Überlagerung haftet auch den sprunggelenküberbrückenden Distraktoranordnungen mittels Fixateur externe, die von anderen Autoren [1, 13] vorgeschlagen wurden. All diese Anordnungen beeinträchtigen die Qualität der Beurteilbarkeit der Einrichtung bzw. erfordern ein umständliches Schwenken beim Einsatz des Bildwandlers.

Zur Reposition des imprimierten Fragments werden Zugänge von vorn, von hinten, von lateral und von distal beschrieben. Wir bevorzugen die Methode von lateral und gehen durch einen kleinen Hautschnitt einen Querfinger unterhalb der Außenknöchelspitze distal der Peronäalsehnen ein. Falls die Reposition oder die Retention – z. B. bei kleinen mittleren dritten Fragmenten – gedeckt nicht gelingt, wird lateral

das Gelenk durch eine 4 cm lange Wunde offen kontrolliert und meistens mit Spickdrähten quer fixiert (von 94 Patienten bei 2 Fällen). Bei diesen Fällen (wie bei allen anderen) haben wir keine Spongiosoplastik durchgeführt und daraus keinen Nachteil gesehen. Wundheilungsstörungen hatten wir bei 2 Patienten (2,1%), beide als Spätinfekt. Einmal bei einem Patienten mit schwerem Diabetes bzw. bei einem mit chronischem Alkoholismus.

Das gedeckte Vorgehen halten wir auch bei dieser Krankengruppe und auch bei Älteren, im Gegensatz zu anderen Autoren [18], für durchführbar und weniger komplikationsträchtig, jedoch immer unter Antibiotikaschutz. Die niedrige Komplikationsrate hängt sicherlich neben den kleinen Wunden auch mit dem Umstand der Frühversorgung zusammen. Die Verletzungen werden innerhalb der ersten 2 Tage versorgt, bevor sich irreversible Gewebeschäden und Spannungsblasen ausbilden können.

Fazit für die Praxis

Zur gedeckten Verschraubung der intraartikulären Fersenbeinfrakturen sind genaue Kenntnisse über Form des Fersenbeins, über die typischen Frakturformen und das Erkennen derer mit dem Bildwandler unabdingbar erforderlich. Bei der Reposition sollte keine Stufe zurückbleiben und die laterale Wand genügend eingedrückt werden. Zu achten ist auf die genaue Platzierung der ersten Querschraube. Falls das laterale Fragment zu dünn ist oder die laterale Wand in kleinere Stücke zerbrochen ist, ist die Querschraube überflüssig, dann muß die sog. 2. Schraube das Sustentakulum richtig fassen. Auch die seltenen Trümmerbrüche reponieren wir gedeckt und fixieren in üblicher Weise mit 3 transartikulären Kirschner-Drähten.

Literatur

- Brunner UH, Betz A, Halama R (1991) **Die operative Behandlung der Kalkaneusfraktur.** Orthopäde 20: 55–66
- Brunner U, Schweiberer (1996) **Verletzungen des Talus und des Kalkaneus.** Unfallchirurg 99: 136–151
- Eastwood DM, Gregg PJ, Atkins RM (1993) **Intra-articular fractures of the calcaneum. Part. I: Patological anatomy and classification.** J Bone Joint Surg 75: 183–188
- Erdmann MWH, Richardson J, Templeton J (1992) **Os calcis fractures: a randomized trial comparing conservative treatment with impulse compression of the foot.** Injury 23: 305–307
- Essex-Lopresti P (1952) **Mechanism reduction technique and result in fractures os calcis.** Br J Surg 39: 395–419
- Harding D, Waddell JP (1985) **Open reduction in depressed fractures of the os calcis.** Clin Orthop 199: 124–131
- Fernandez DI (1984) **Transarticular fracture of the calcaneus.** Arch Orthop Trauma Surg 103: 195–200
- Fröhlich P, Doczi J, Kadas I (1994) **Spickung, Verplattung oder Verschraubung von Calcaneusfracturen. Zentraleuropäischer Unfallchirurgenkongress Budapest 05.04.07.** Magyar Trauma Orthop 2 [Suppl]: 136
- Forgon M, Zadravetz Gy (1990) **Die Kalkaneusfraktur.** Hefte Unfallheilkd 208
- Funk EM, Wiedemann M, Bickel R, Rüter A (1995) **Dislozierte intraartikuläre Kalkaneusfrakturen.** Unfallchirurg 98: 501–506
- Harris RI (1946) **Fractures of the os calcis: their treatment by triradiate traction and subastragal fusion.** Ann Surg 124: 1082–1099
- Heinz J (1996) **Der Wandel der Klassifizierung der Calcaneusfraktur.** Osteo Int 4: 50–55
- Kuner EH, Bonnaire F, Hierholzer B (1995) **Zur Klassifikation und Osteosynsetechnik der Kalkaneusfrakturen.** Unfallchirurg 98: 320–327
- Melcher G, Breiter H, Leutenegger A, Rüedi T (1991) **Results of operative treatment for intra-articular fractures of the calcaneus.** J Trauma 31: 234–238
- Parmar HV, Triffit PD, Gregg PJ (1993) **Intra-articular fractures of the calcaneus treated operatively or conservatively.** J Bone Joint Surg [Br] 75: 932–937
- Scramberg EL, Davenport K (1988) **Operative treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneus.** J Trauma 28: 510–516
- Stephenson JR (1987) **Treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneus using medial and lateral approaches, internal fixation and early motion.** J Bone Joint Surg [Am] 69: 115–130
- Stockenhuber K, Seggl W, Feichtinger G, Szyszkowitz R (1991) **Die konservative und semi-konservative Behandlung der Kalkaneusfraktur.** Orthopäde 20: 43–54
- Thoren O (1964) **Experimental os calcis fractures on autopsy specimens.** Acta Orthop Scand 70 [Suppl]: 11–9
- Toth K, Boda K, Kellermann P, Zadravetz G, Korcsmar J (1997) **Clinical and gait analysis of 171 unilateral calcaneal fractures.** Clin Biomech 12: 17–18
- Zadravetz Gy (1989) **A sarokcsonttöresék kezelese.** Magyar Trauma Orthop 32: 201–210
- Zwipp H (1995) **Der intraartikuläre subthalamische Fersenbeinbruch.** Operat Orthop Trauma 4: 237–249