

AUS DER ABTEILUNG
FÜR UNFALLCHIRURGIE
LEITER: PROF. DR. MICHAEL NERLICH
DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**DIE BETEILIGUNG DES CALCANEOCUBOIDGELENKES BEI
CALCANEUSFRAKTUREN**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Medizinischen Fakultät
der Universität Regensburg

Vorgelegt von
Sarah Schieder

AUS DER ABTEILUNG
FÜR UNFALLCHIRURGIE
LEITER: PROF. DR. MICHAEL NERLICH
DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**DIE BETEILIGUNG DES CALCANEOCUBOIDGELENKES BEI
CALCANEUSFRAKTUREN**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Medizinischen Fakultät
der Universität Regensburg

Vorgelegt von
Sarah Schieder

Dekan: Prof. Dr. Bernhard Weber
1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. Bernd Kinner
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Chris Woertgen
Tag der mündlichen Prüfung: 30.04.2009

Für meinen Vater

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	
1.1 Epidemiologie und Ätiologie von Calcaneusfrakturen.....	1
1.2 Anatomie des Fersenbeins und des CCJ	2
1.2.1 Knöcherner Aufbau.....	2
1.2.2 Muskuläre Strukturen.....	6
1.2.3 Der Bandapparat	7
1.2.4 Pathophysiologie und Pathobiomechanik	8
1.3 Diagnostik.....	9
1.3.1 Konventionelles Röntgen.....	10
1.3.2 Computertomografie	10
1.4 Frakturklassifikationen	12
1.4.1 Allgemeines	12
1.4.2 Die Essex-Lopresti Klassifikation.....	13
1.4.3 Die Zwipp-Klassifikation.....	14
1.4.4 Die Sanders-Klassifikation.....	15
1.4.5 Die Integral Classification of Injuries (ICI)-Klassifikation.....	17
1.5 Behandlungskonzepte und Prognose	18
1.5.1 Konservative Therapie.....	19
1.5.2 Operative Therapie	20
1.5.2.1 Minimal-invasive Osteosynthese (MIO)	20
1.5.2.2 Offene Reposition und Osteosynthese	22
1.5.3 Prognose	27
1.6 Die Beteiligung des CCJ bei Calcaneusfrakturen	29
1.7 Fragestellung der Arbeit	31
2 Material und Methode	33
2.1 Patientenkollektiv.....	33
2.2 Datenerhebung und Auswertung	35
2.2.1 Akteneinsicht	35
2.2.2 OP-Bericht und –Protokoll	35
2.2.3 Fragebogen Teil A: SF-36 (Anlage 2).....	35
2.2.4 Fragebogen Teil B: AOFAS/Nachuntersuchung (Anlage 2).....	39
2.2.5 Pedografien	41
2.2.6 Radiologische Beurteilung	45
2.2.7 Statistische Berechnungen	49

Inhaltsverzeichnis

3 Ergebnis

3.1 Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks	50
3.2 Alters- und Geschlechtsverteilung	50
3.3 Unfallursache.....	51
3.4 Begleitverletzungen	52
3.5 Begleiterkrankungen.....	54
3.6 Zeitpunkt der Versorgung	54
3.7 Art der operativen Versorgung.....	54
3.8 Operationsdauer	55
3.9 Komplikationen	56
3.10 Folgeoperationen.....	56
3.11 Radiologische Beurteilung.....	58
3.11.1 Fraktur Anatomie.....	58
3.11.1.1 Klassifikation nach Essex-Lopresti	58
3.11.1.2 Sanders-Klassifikation	58
3.11.1.3 ICI-Klassifikation	59
3.11.2 Repositionsergebnis	60
3.11.2.1 Subtalargelenk.....	60
3.11.2.2 CCJ.....	60
3.12 Zufriedenheit.....	61
3.13 Schmerzmedikation	62
3.14 Arbeitsfähigkeit	62
3.15 Narbenverhältnisse.....	63
3.16 Schwellung	63
3.17 Einbeinzehenstand	64
3.18 Wadenumfang	65
3.19 Schuheinschränkung	66
3.20 Fersenbreite	66
3.21 Sensibilität	67
3.22 AOFAS Fragebogen	68
3.22.1 Schmerzen	69
3.22.2 Aktivität	70
3.22.3 Gehstrecke	71
3.22.4 Unebenheiten	71

Inhaltsverzeichnis

3.22.5 Gangbild	72
3.22.6 Bewegung OSG	72
3.22.7 Bewegung USG	72
3.22.8 Stabilität	73
3.22.9 Form	73
3.22.10 AOFAS/Schweregrad CCJ	74
3.22.11 AOFAS/postoperative Stufe CCJ	74
3.22.12 AOFAS-Auswertung nach Thordarson	75
3.22.13 AOFAS/Zufriedenheit des Patienten	77
3.23 SF-36-Fragebogen	78
3.23.1 SF-36/Schweregrad CCJ	79
3.23.2 SF-36/Alter	81
3.23.3 SF-36/Geschlecht	82
3.23.4 SF-36/Sanders	83
3.23.5 SF-36/postoperative Stufe CCJ	84
3.24 Pedografien	85
3.24.1 Gaitline	85
3.24.2 Contact Time	86
3.24.3 Belastungs- und Druckdifferenzen	86
4 Diskussion	89
5 Zusammenfassung	117
6 Kasuistik	120
7 Literaturverzeichnis	132
8 Anhang	138
8.1 Anlagen	138
8.2 Lebenslauf	148
8.3 Danksagung	150

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CCJ	Calcaneocuboidgelenk
CCJ+	Calcaneocuboidgelenk betroffen
CCJ-	Calcaneocuboidgelenk nicht betroffen
cm	Centimeter
CT	Computertomografie
ggf.	gegebenenfalls
i. d. R.	in der Regel
max.	Maximum
min.	Minimum
mm	Millimeter
MRT	Magnetresonanztomografie
N	Anzahl
d. h.	das heißt
Lig.	Ligamentum
M./Mm.	Musculus/Musculi
OP	Operation
s. o.	siehe oben
u. a.	unter anderem
v. a.	vor allem
z. B.	zum Beispiel
3D	Dreidimensional

1 Einleitung

„Verletzungen des Fußes – dem jüngsten Segment des Skeletts in der Geschichte der menschlichen Evolution – wurden viele Jahre lang in einer Art und Weise, die nicht die herausragende funktionelle Bedeutung der vielfältigen ganzheitlichen Teile des Fußes wiedergibt, verleugnet oder unterschätzt.“

Hans Zwipp (Zwipp 2004)

1.1 Epidemiologie und Ätiologie von Calcaneusfrakturen

Die Fraktur des Fersenbeins stellt mit nur 2 % aller Frakturen des menschlichen Skeletts eine relativ seltene Verletzung dar, jedoch ist sie mit 75 % der am häufigsten auftretende Bruch der Fußwurzelknochen (Juliano und Nguyen 2001; Zwipp 2004). Calcaneusfrakturen entstehen durch axiale Krafteinwirkung, z. B. durch Fall aus größerer Höhe oder Verkehrsunfälle (Seipel, Pintar et al. 2001; Rammelt und Zwipp 2004; Zwipp 2004). Hierbei wird die gesamte kinetische Energie über das Sprungbein auf das Fersenbein übertragen (Zwipp 2004).

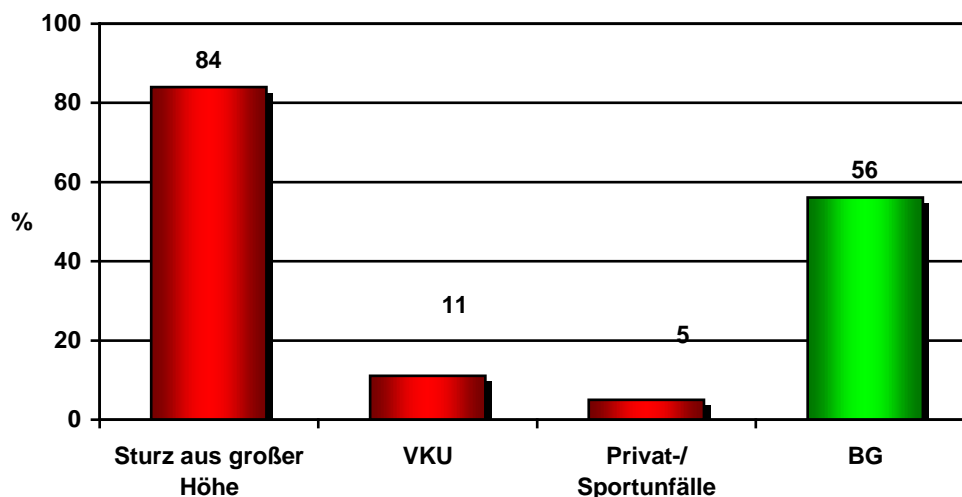


Abb. 1: Unfallmechanismus Calcaneusfraktur (Zwipp 2004)

Die entstehenden Calcaneusfrakturen weisen in etwa drei Viertel der Fälle eine Gelenkbeteiligung auf (Rammelt 2005). Beim Jugendlichen mit noch elastisch verformbarem Calcaneus kommt es durch eine reflektorische Kontraktion des M. triceps surae häufiger zu extraartikulären Abrissfrakturen des Achillessehnenansatzes (Entenschnabelbrüche). Ca. 15 % aller Calcaneusfrakturen treten beidseitig auf.

Einleitung

Binahe immer wird die posteriore Gelenkfacette im Rahmen von Calcaneusfrakturen beschädigt, in etwa 10 % der Fälle auch die mediale und die anteriore Facette (Zwipp 2004). Angaben zur Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks (CCJ) schwanken in der Literatur erheblich (Stephanson 1987; Hutchinson und Huebner 1994; Ebraheim, Biyani et al. 1996).

Die Kräfte, die bei einer Frakturierung auf den Fuß einwirken, verursachen eine axiale Eintauchung des Processus fibularis tali. Dies führt zu einer Scherfraktur zwischen dem Sustentaculum und der Tuberositas des Calcaneus, was als primäre Frakturlinie bezeichnet wird. Durch sekundäre und tertiäre Frakturlinien entstehen bis zu fünf Hauptfragmente sowie bei stärkerer Gewalteinwirkung eine Abspaltung der dünnwandigen lateralen Kortikalis (lateral bulge). Die genaue Frakturform wird durch die Stellung des Fußes in der Frontal- und Sagittalebene, den Muskeltonus, den Mineralgehalt des Knochens sowie durch die Größe und Richtung der einwirkenden Kraft modifiziert (Rammelt und Zwipp 2004).

Durch die komplexe anatomische Gelenksituation dieser Region kommt es in der Folge der Fraktur zu funktionell und sozial oft gravierenden Beeinträchtigungen mit dem Risiko einer dauerhaften Behinderung (Westphal, Halm et al. 2003; van Tetering und Buckley 2004). Die Frage nach einem differenzierten therapeutischen Procedere ist daher von zentraler Bedeutung für einen zufriedenstellenden Heilungsverlauf nach Calcaneusfrakturen (Wuelker 1996; Wenzl 2001).

1.2 Anatomie des Fersenbeins und des CCJ

Das Wissen über die komplexe Anatomie des Calcaneus, seine Nachbarknochen sowie eine dreidimensionale Vorstellung vom Aufbau des Fersenbeins und seiner Gelenke ist nötig, um Frakturen richtig beurteilen und folglich auch adäquat therapieren zu können.

1.2.1 Knöcherner Aufbau

Der Calcaneus stellt den größten Fußknochen dar und zeichnet sich durch vier Gelenkflächen – drei zum Talus und eine zum Cuboid – sowie vier knöchernen Gelenkfortsätze aus (Raschke 2006).

Den wohl prominentesten und biomechanisch bedeutendsten Fortsatz stellt das Sustentaculum tali dar. Es befindet sich auf der medialen Seite des Calcaneus und

Einleitung

stützt nicht nur den Talus ab, sondern leitet auch den vertikalen Kraftfluss weiter. Die feste Bandverbindung zwischen Sustentaculum und Talus bewirkt, dass dieses bei Frakturen fast immer „am Ort“ bleibt (Wenzl 2001).

Das Tuberculum calcanei mit seinen beiden Fortsätzen, dem Proc. lateralis tuberculi calcanei und Proc. medialis tuberculi calcanei, befindet sich dorsal. Während er an seiner oberen dorsalen Hälfte den Ansatz der Achillessehne aufnimmt, ist plantarseitig die Plantaraponeurose aufgehängt.

Der ventral lokalisierte Processus anterior stellt eine starke Stütze für die laterale Fußsäule dar. An ihm sind das Os naviculare und das Os cuboideum durch das kräftige Lig. bifurcatum und die dorsalen Bandstrukturen befestigt (Rammelt und Zwipp 2004).

Unter der Trochlea peronealis, einem kleinen Fortsatz an der lateralen Wand des Fersenbeins, verläuft der Sulcus peronealis, der als Führungsschicht für die Peronealsehnen fungiert.

Der subtalare Gelenkkomplex besteht aus drei Facetten, die mit dem Talus artikulieren. Die größte und funktionell wichtigste Facette ist die konvex geformte posteriore Facette, die durch den Calcaneussulcus von der kleinen, flachen anterioren und der konkaven medialen Facette abgegrenzt wird. Dieser bildet medial die Untergrenze des engen Tarsalkanals und lateral des weiteren Sinus tarsi, in dem die talocalcanealen interossären Bänder liegen (Rammelt und Zwipp 2004).

Die Facies articulares talaris media und anterior bilden gemeinsam mit der Gelenkfläche des Os naviculare und dem Lig. calcaneonaviculare plantare die Pfanne für die vordere Kammer des unteren Sprunggelenks, während die hintere Kammer durch die Facies articularis posterior geformt wird. Die vierte Gelenkfläche befindet sich am Processus anterior. Hier artikuliert die sattelförmige Oberfläche mit dem Cuboid (Pillai 2005).

Rechter Fuß

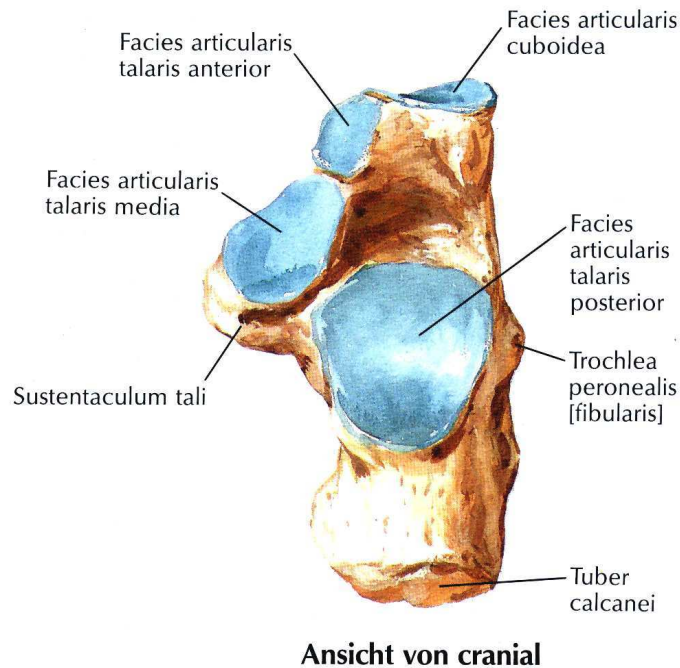
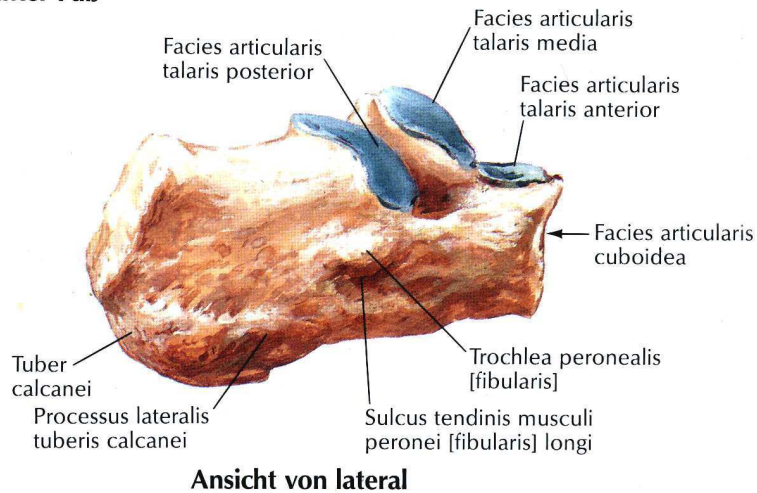


Abb. 2: Anatomie des Calcaneus (Netter 2006)

Das Os cuboideum ist der lateral gelegenste der fünf Fußwurzelknochen. Seine proximale Gelenkfläche, die S-förmig in beiden Ebenen geschwungen ist, artikuliert mit dem Calcaneus. Distal artikuliert das Würfelbein mit den Metatarsale IV und V, medial mit dem Os naviculare und dem Os cuneiforme. Eine Beschädigung der Gelenkflächen führt zu schmerzhafter Arthrose, Deformität und Steifheit (Weber und Locher 2002; Zwipp 2004). Auf der Plantarseite befindet sich die Tuberositas ossis cuboidei sowie ein schräg verlaufender Sulcus für die Sehne des M. peroneus longus. Nach der Säulentheorie stellt das Cuboid die Fortsetzung der lateralen Fußsäule dar. Die-

Einleitung

se besteht aus dem Metatarsale IV und V sowie dem Cuboid und ist von allen fünf Säulen die beweglichste. Posttraumatische Instabilität wird hier generell gut toleriert (Sands, Early et al. 1998). Eine ausbleibende Frakturheilung des Cuboids kann jedoch zu einer Verkürzung des lateralen Strahls und in der Folge zu einem Plattfuß führen (Weber und Locher 2002; Zwipp 2004). Insgesamt geht eine Abflachung des Fußgewölbes mit einer Pronationsbewegung des Cuboids einher, eine Aufrichtung des Fußgewölbes hingegen mit einer Supinationsbewegung. Das Cuboid ist Bestandteil des Mittelfußkomplexes. Gemeinsam mit dem Talonaviculargelenk „schließt“ und „öffnet“ das Calcaneocuboidgelenk (CCJ) die Mittelfußregion, um während der Abstoßphase beim Gehen die benötigte Steifheit des Fußes aufzubringen, aber auch um eine ausreichende Flexibilität zu ermöglichen. Liegt eine Instabilität des Gelenks vor, so gestaltet sich die Abstoßphase als besonders schmerzhaft (Leland, Marymont et al. 2001).

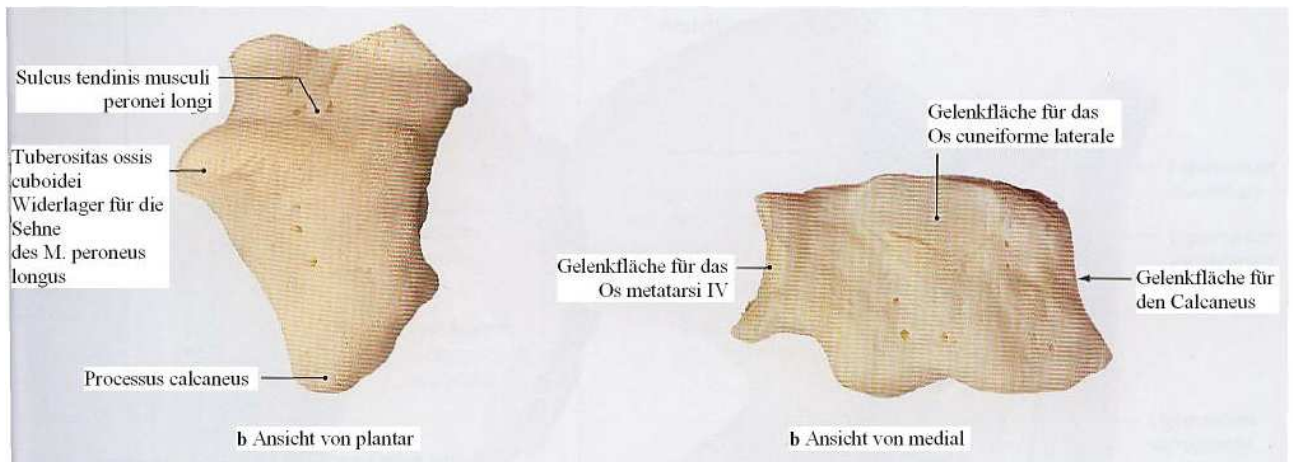


Abb 3: Das Os cuboideum (Tillmann 2005)

Einleitung

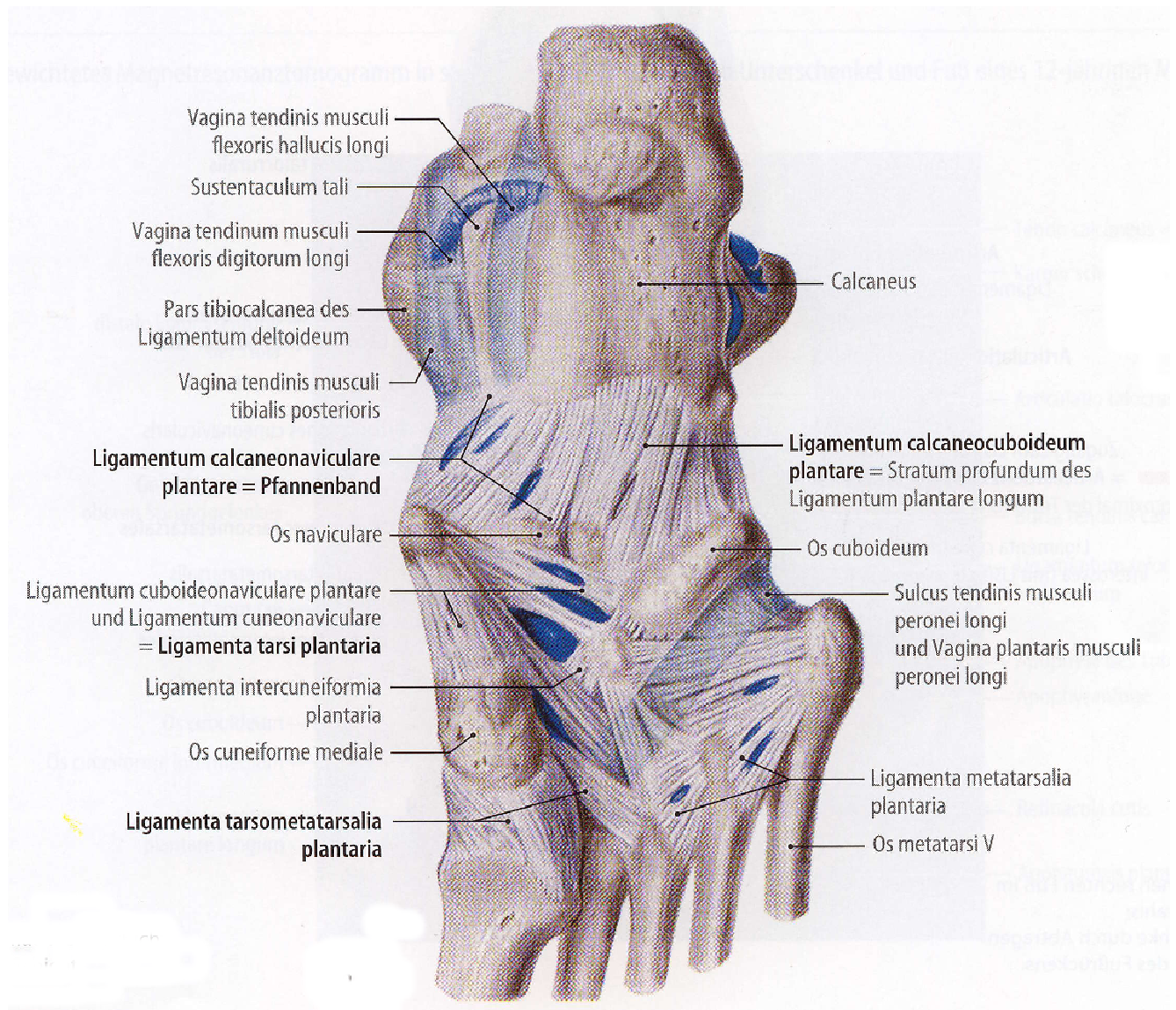


Abb 4: tiefe Schicht des Bandapparates des Fußes von plantar (Tillmann 2005)

1.2.2 Muskuläre Strukturen

Der kräftigste Muskel, der am Calcaneus inseriert, ist der M. triceps surae, der durch die Achillessehne an der Oberseite des Tuber calcanei befestigt ist. Er dient der Plantarflexion des Fußes und nutzt den Calcaneus als Hebel. Plantarseitig befinden sich M. flexor digitorum brevis, M. abductor digiti minimi, M. abductor hallucis und M. quadratus plantae, deren Aufgabe neben der Flexion auch die aktive Verspannung des Fußgewölbes ist. Die Sehne des M. flexor hallucis longus verläuft separat in einem schützenden Sulcus auf der Unterseite des Sustentaculum tali. Der M. extensor digitorum brevis und der M. extensor hallucis brevis befinden sich auf der dorsalen Knochenfläche und sind für die Dorsalextension der Zehen zuständig.

Einleitung

1.2.3 Der Bandapparat

Die Komplexität des Calcaneus umfasst allerdings nicht nur den knöchernen Aufbau und die muskulären Verhältnisse, sondern auch einen gut ausgebildeten Bandapparat.

Am Calcaneus greifen eine Vielzahl von Bändern an:

- Lig. talocalcaneum mediale
- Lig. talocalcaneum laterale
- Lig. talocalcaneum posterior
- Lig. calcaneocuboideum
- Lig. calcaneonaviculare
- Pars tibio-calcanea des Lig. collaterale mediale
- Lig. talocalcaneum interosseum
- Lig. calcaneonaviculare plantare
- Lig. calcaneofibulare
- Lig. plantare longum [Sobotta 34]

Eine weitere biomechanisch wichtige Struktur stellt die Aponeurosis plantaris dar, welche die Fußsohle in drei Richtungen verspannt: kräftige Längszüge entspringen am Calcaneus und laufen in fünf Zügen bis zu den Zehen, Querfasern sorgen für einen Zusammenhalt der Längszüge, und vertikale Fasern trennen die Muskellogen und verbinden die Plantaraponeurose mit der Leistenhaut der Fußsohle. Somit bildet die Aponeurose nicht nur die Voraussetzung für den festen Stand, sondern auch eine wichtige passive Verspannung des Längsgewölbes des Fußes (Lippert 2000).

Da Frakturen des Calcaneus häufig mit einer Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks einhergehen (Stephanson 1987; Hutchinson und Huebner 1994; Ebraheim, Biyani et al. 1996), soll den Bandstrukturen dieses Gelenks vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt werden. Auf der Dorsalseite des Fußes befinden sich neben dem Lig. bifurcatum die dorsalen Calcaneocuboid-Bänder. Diese bestehen aus einem dicken und einem dünneren Hauptfaszikel, von denen einer eher dorsal, der andere eher lateral verläuft. Plantarseitig existieren ebenfalls zwei Bänder, das lange und das kurze plantare Calcaneocuboidband, die in Anzahl und Form viele Variationen aufweisen. Das lange Band verläuft von der Unterseite des Calcaneus nahe der Tuberositas bis zur Cuboidunterseite, wobei einige sehr oberflächlich verlaufende Fasern erst an den Basen der Metatarsalia II, III und IV enden. Das Band formt das Dach des Tunnels für die lange Peroneussehne und zeichnet sich durch seine Uhrglasform

Einleitung

aus. Das kurze plantare Calcaneocuboidband, das näher am Knochen liegt als das lange plantare Band und von diesem durch etwas Fettgewebe abgegrenzt ist, misst etwa 2 cm Länge und ist relativ breit. Es verläuft anteromedial vom anterioren Tuberkel des Calcaneus zur plantaren Oberfläche des Cuboids und verstärkt die Gelenkkapsel des Calcaneocuboidgelenks. Hinsichtlich der Form werden v. a. rechteckige und dreieckige Ausprägungen unterschieden. Da allerdings einige kurze plantare Bänder einen oberflächlichen und einen tiefen Anteil aufweisen, besteht die Vermutung, dass es sich hierbei um ein zusätzliches, separates Band handelt (Ward und Soames 1997; Andermahr, Helling et al. 2000).

Sowohl die dorsalen als auch die plantaren Calcaneocuboid-Bänder tragen zur Gelenkstabilität bei (Leland, Marymont et al. 2001).

1.2.4 Pathophysiologie und Pathobiomechanik

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die funktionelle Anatomie des Calcaneus gegeben.

In der Aufttrittsphase des Fußes kommt es zu einer Innendrehung des Unterschenkels gegenüber dem Fuß und damit zu einer geringen Steilstellung des Talus und konsekutiven Verkürzung des knöchernen Fußlängsgewölbes, dessen Weichteilverspannung die einsetzende Belastung federartig-elastisch auffangen kann. In der Abstoßphase findet ein gegensinniger Prozess statt (Zwipp 2004).

Der Calcaneus stellt aber nicht nur den essentiellen hinteren Anteil des longitudinalen Fußgewölbes und des lateralen Fußstrahls, sondern auch den Basispunkt des Körperskeletts dar, so dass auf ihm schon im aufrechten Stand ein hoher Teil des Körpergewichts lastet. Diese einwirkende Kraft vergrößert sich beim Gehen, Laufen oder Springen erheblich. Bei derartigen Aktivitäten fungiert der Calcaneus durch die Wirkung der Achillessehne, der Plantarfaszie und der intrinsischen Fußmuskeln als starker Hebelarm (Rammelt und Zwipp 2004).

Die Funktion des Calcaneus spiegelt sich auch in seiner charakteristischen knöchernen Architektur, d. h. in einer unterschiedlichen Dicke der Kortikalis wider: Während sie medial und sustentakulär relativ kräftig ausgeprägt ist (Wenzl 2001), ist sie lateral eher dünn und somit an dieser Stelle für „Ausbuchtungen“ bei Frakturen prädisponiert (sog. lateral bulge). Die Trabekelstruktur des Calcaneus repräsentiert die Zug- und Druckkräfte, die auf den Knochen einwirken. Unter der posterioren Facette ist die Spongiosa bis auf eine Dicke von etwa 1 cm hoch verdichtet (Wenzl 2001). Es exis-

Einleitung

tiert aber auch ein dreieckiges Areal, das sogenannte „Trigonum Calcis“ oder „neutral triangle“, in dem die Spongiosabalken nur schwach ausgebildet sind und das somit bei den typischen Kompressionsfrakturen besonders anfällig ist (Eastwood und Phipp 1997; Rammelt und Zwipp 2004).

Da das hintere Kompartiment des unteren Sprunggelenks die theoretische Beweglichkeit, die durch die vordere Kammer gegeben wäre, einschränkt, verbleibt lediglich eine Bewegungsachse. Diese tritt medial oben in den Talushals ein und an der lateralen Fläche des Tuber calcanei wieder aus. Somit wirken axiale Kräfte, die bei einer typischen Verunfallung für diesen Knochen fast immer Frakturauslöser sind, auf den Calcaneus nicht linear, sondern versetzt ein. Funktionell ermöglicht das USG sowohl die „Pronation“, also das Senken des medialen Fußrandes mit gleichzeitiger Abduktion und Dorsalextension der subtalaren Fußplatte, als auch die „Supination“, d. h. das Heben des medialen Fußrandes mit gleichzeitiger Adduktion und Plantarflexion (Lippert 2000).

Wenn der Calcaneus infolge einer Fraktur an Form und Länge verliert, wird die Kraftübertragung des M. triceps surae sowie die Spannung der Plantaraponeurose gemindert. Dies führt zu einem Einbruch des Fußlängsgewölbes, einem posttraumatischen Plattfuß und dem Verlust der abfedernden Funktion der Plantaraponeurose, die Energie speichern und wieder abgeben kann (Wenzl 2001).

Alle Verformungen des Fersenbeins führen somit zu Störungen der statischen und dynamischen Balance der Funktionseinheit Unterschenkel-Fuß (Zwipp 2004).

Um diesen schwerwiegenden Veränderungen vorzubeugen, ist eine exakte Diagnose der Verletzung sowie der Fraktur-anatomie essentiell.

1.3 Diagnostik

Bei der klinischen Untersuchung zeigen sich bei meist typischer Anamnese Belastungsunfähigkeit des Fußes, eine Schwellung mit Hämatomneigung im Zentrum der Fußsohle (Zwipp 2004) und eine Fehlstellung des Rückfußes. Neben einer Prüfung der aktiven Beweglichkeit der Zehen muss der Puls- und Neurostatus erhoben werden; ggf. wird auch eine Dopplersonografie und eine Kompartimentdruckmessung durchgeführt (Zwipp 2004; Wenzl 2001). Zur konventionellen Röntgendiagnostik gehört neben dem konventionellen Röntgen des Fersenbeins in zwei Ebenen der Frakturausschluss des Vor- bzw. Mittelfußes und des oberen Sprunggelenks. Bei intraartikulären Frakturen ist eine CT-Untersuchung des Calcaneus obligat. Hierbei ist es

Einleitung

für die Therapieplanung wichtig, anhand der Größe und Anzahl der Frakturfragmente sowie einer möglichen Gelenkbeteiligung das exakte Ausmaß des Schadens zu erfassen (Raschke 2006). Da zur Fraktur des Calcaneus große Kräfte nötig sind, müssen im Rahmen der klinischen Diagnostik weitere Verletzungen ausgeschlossen werden (Zwipp 2004), insbesondere Verletzungen der Wirbelsäule und des Unterarms (im englischen Sprachgebrauch „Lovers' Triade“).

1.3.1 Konventionelles Röntgen

Die axiale Aufnahme des Calcaneus ist in der Lage, sagittale Frakturen, Brüche des Sustentaculum sowie des Tuber calcanei und Verbreiterungen des Corpus calcanei aufzuzeigen. Informationen über eine Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks werden durch Aufnahmen des Fußes im anterior-posterioren und schrägen Strahlengang gewonnen (Rammelt und Zwipp 2004). Die mediolaterale Seitenansicht dient der Übersicht: Talus, oberes Sprunggelenk, Chopartgelenk, Calcaneuskörper, Subtalar-gelenk, Processus anterior und das Calcaneocuboidgelenk sind sichtbar. Sie erlaubt die Ausmessung des Gissane-Winkels (Norm 120 - 145°) sowie des Tubergelenk- oder Böhlerwinkels (Norm 25 - 40°), der als klassisches Beurteilungskriterium für die Wiederherstellung der anatomischen Form nach Calcaneusfrakturen gilt (Rammelt und Zwipp 2004). Die modifizierte Aufnahme nach Broden, bei der die Röntgenröhre in verschiedenen Winkelpositionen in der Sagittalebene auf den lateralen Malleolus des innenrotierten Fußes zielt, zeigt das Ausmaß des Schadens im Subtalar-gelenk (Rammelt und Zwipp 2004; Zwipp 2004).

1.3.2 Computertomografie

In zahlreichen Studien wurde nachgewiesen, dass konventionelle Röntgenaufnahmen oft nicht das ganze Ausmaß der Calcaneusfraktur erfassen und damit keine verlässlichen Hinweise auf Prognose und Therapie geben können (Pablot, Daneman et al. 1985; Miric und Patterson 1998; Mayr, Hauser et al. 1999; Ebraheim, Elgafy et al. 2000; Kotsianos, Rock et al. 2001). Durch die Entwicklung der CT im Jahre 1976 war es möglich, die posteriore, mediale und anteriore talocalcaneare Gelenkfläche, das calcaneocuboidale Gelenk sowie das Sustentaculum deutlich übersichtlicher darzustellen. Zudem machte es die überlagerungsfreie Abbildung der Fußwurzelknochen im CT manchmal überhaupt erst möglich, Frakturverläufe abzugrenzen und überdies

Einleitung

die Weichteilverhältnisse und Sehnenverläufe beurteilen zu können. Die CT stellt heute den Goldstandard in der präoperativen Planung dar (Bauer 1998).

Die multiplanare Rekonstruktion der Spiral-CT wird in koronarer, axialer und sagittaler Schichtung vorgenommen. Die axiale Schichtebene ermöglicht eine exakte Beurteilung des Calcaneocuboidgelenkes (Ebraheim, Elgafy et al. 2000). Zusätzlich können eventuelle Verbreiterungen und Verkürzungen des Calcaneus, Frakturen des Processus anterior calcanei sowie Verwerfungen der hinteren Gelenkfläche erkannt werden (Zwipp 2004). Die koronare Schnittebene erfasst besonders gut die Anzahl und Lage der Hauptfragmente, eine Achsabweichung, das Sustentaculum, die hintere Gelenkfläche, eine eventuelle Verbreiterung oder Höhenminderung des Fersenbeins sowie eine Beurteilung des umliegenden Weichteilgewebes (Zwipp 2004).

Nachdem in der Vergangenheit das Behandlungsregime bei Fersenbeinfrakturen eng an die jeweiligen diagnostischen Möglichkeiten angelehnt zu sein schien (Thermann, Hufner et al. 1999), brachte die Einführung der CT einen bedeutenden Wandel für die Klassifikation der Frakturen sowie für die Behandlung (Pablot, Daneman et al. 1985; Daftary, Haims et al. 2005). Während vor der Erfindung der CT das Augenmerk hauptsächlich auf die posteriore Facette des Calcaneus gelegt worden war, zogen nun auch die anteriore und mittlere Facette des Talocalcanealgelenks sowie das Calcaneocuboidgelenk, die im konventionellen Röntgenbild wesentlich schlechter einsehbar waren als in der CT, deutlich mehr Aufmerksamkeit auf sich (Rosenberg, Feldman et al. 1987; Miric und Patterson 1998). Die CT stellt die einzige Möglichkeit dar, die komplexe Fraktur des Calcaneus exakt zu untersuchen (Sanders 1992).

Eine der vielen neuen, auf der Basis der CT entstandenen Klassifikationen stellt die Klassifikation nach Eastwood et al. dar (Sanders 1992; Eastwood, Gregg et al. 1993; Eastwood, Langkamer et al. 1993; Eastwood und Phipp 1997). Da beim lateralen Zugangsweg zunächst die laterale Wand des Calcaneus freigelegt wird, basiert die Klassifikation von Eastwood et al. auf einer Einteilung von Calcaneusfrakturen mit drei Frakturfragmenten anhand der Zusammensetzung ihrer lateralen Wand aus diesen drei Frakturfragmenten (laterales Fragment, Calcaneuskörper, sustentakuläres Fragment). Koronare Schnittbildaufnahmen ermöglichten die Unterteilung in drei Gruppen:

Typ 1: die sichtbare laterale Begrenzung wird alleine durch das laterale Fragment

Einleitung

des Calcaneus gebildet

Typ 2: die laterale Begrenzung wird oben vom lateralen Fragment des Calcaneus und unten vom Calcaneuskörper gebildet

Typ 3: die laterale Begrenzung wird alleine durch den Calcaneuskörper gebildet

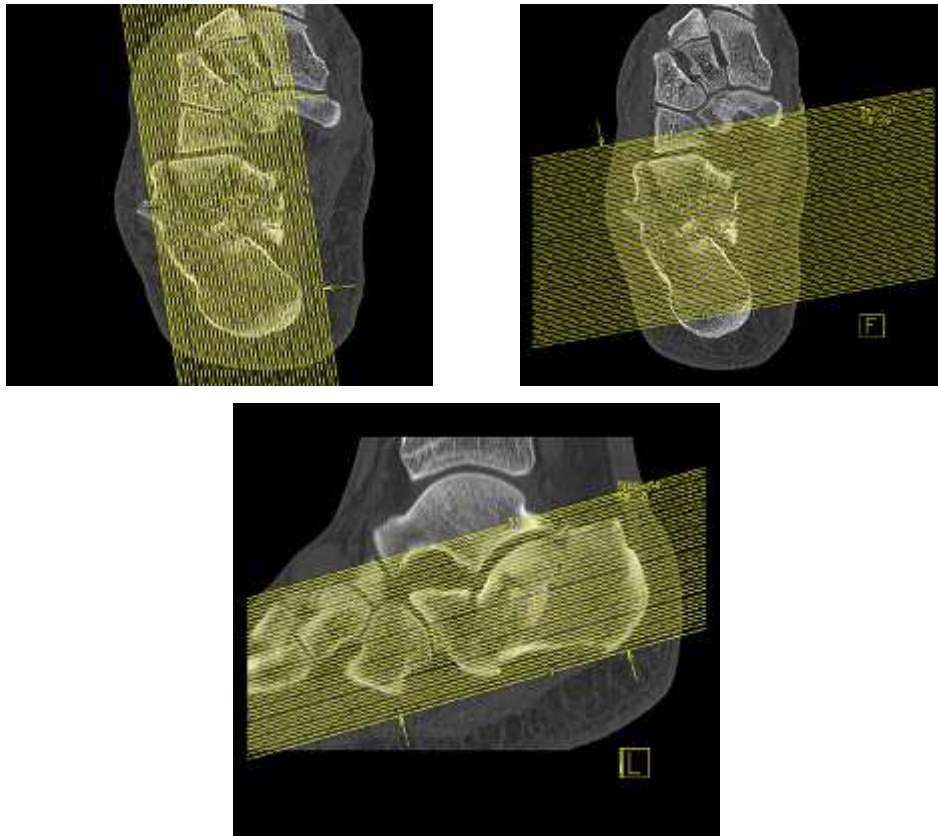


Abb. 5: Rekonstruktion der axialen, koronaren und sagittalen Schicht

1.4 Frakturklassifikationen

1.4.1 Allgemeines

Eine Klassifikation dient dazu, Frakturgruppen zu definieren, die in ihrem Mechanismus, der Fraktur-anatomie und der klinischen Prognose ähnlich sind. Sie kann auch ein Hilfsmittel für die Art der Behandlung darstellen und ermöglicht einen Vergleich verschiedener Therapien.

Durch die Vielzahl von Frakturen, die komplexe, dreidimensionale Anatomie des Calcaneus und die Zahl der Gelenkfacetten, ist es sehr schwer, ein geeignetes Klassifikationssystem für Fersenbeinverletzungen zu finden (Wuelker 1996; Kinner, Best et al. 2002).

Einleitung

Die erste Klassifikation von Calcaneusfrakturen geht auf Malgaigne und seinen Schüler Nadal zurück: Sie analysierten bereits 1843 den Frakturmechanismus von Fersenbeintrümmerfrakturen, der noch heute als tongue type fracture bekannt ist (Nadal 1843). 1930 schuf Böhler erstmals eine Klassifikation, die eine Voraussage über das zu erwartende Ergebnis treffen sollte (Bezes, Massart et al. 1993). Während ältere Klassifikationen (Böhler, Essex-Lopresti, Soeur und Remy, Stephensen) auf die diagnostische Aussagekraft des konventionellen Röntgens angewiesen waren, standen nach der Erfindung der CT ganz andere Möglichkeiten zur Verfügung (Linsenmaier, Brunner et al. 2003). Heute stützen sich moderne, prognostisch relevante Klassifikationen auf primäre CT-Diagnostik (Prasartritha 2004). Bei der Untersuchung der verschiedenen Klassifikationssysteme fällt auf, dass eine mögliche Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks in den meisten Klassifikationen nicht enthalten ist, obwohl diese bei mindestens 35 % aller Calcaneusfrakturen auftritt (Linsenmaier, Brunner et al. 2003). Da es bis heute keine einheitliche und allgemein anerkannte Einteilung für Calcaneusfrakturen gibt, werden im Folgenden verschiedene, weit verbreitete Klassifikationen beschrieben.

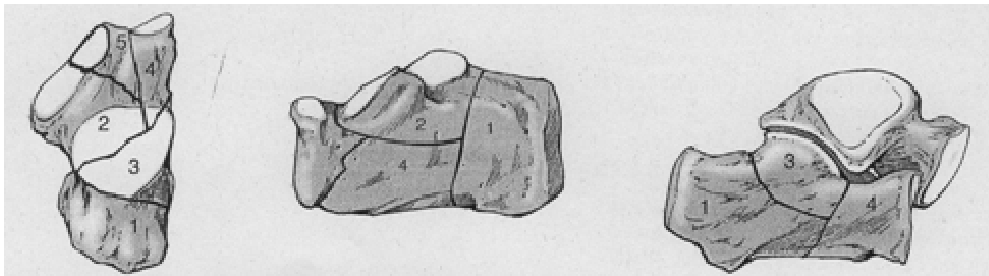


Abb. 6: die fünf Hauptfragmente bei Calcaneusfrakturen: Tuberfragment (1), Sustentaculumfragment (2), posteriores Facettenfragment (3), Processus-anterior-Fragment (4), anteriores Facettenfragment (5) (Zwipp 2004)

1.4.2 Die Essex-Lopresti Klassifikation

P. Essex-Lopresti war einer der ersten, der seine Klassifikation aus dem Jahre 1952 auf dem vermuteten Frakturmechanismus aufbaute (Essex-Lopresti 1952; Rammelt, Amlang et al. 2004). Nach dieser bis heute verwendeten Klassifikation werden alle intraartikulären Calcaneusfrakturen entweder in tongue-type Frakturen, bei denen der Talus bei einer gleichzeitigen Horizontalfraktur des Calcaneuskörpers keilförmig in den Calcaneus eindringt, oder in joint-depression Frakturen unterteilt; Hierbei ist ein

Einleitung

isoliertes Fragment des Subtalargelenks in den Calcaneus eingedrückt. Des weiteren werden nach Essex-Lopresti nicht dislozierte Frakturen und Trümmerfrakturen beschrieben. Trotz der leichten Verständlichkeit und der klinisch problemlosen Anwendbarkeit dieser Einteilung kann diese Klassifikation, die ja auf der Betrachtung konventioneller Röntgenbilder beruht, nicht all jene Informationen nutzen, die heute dank der CT zur Verfügung stehen. Da die joint-depression Frakturen zu viele verschiedene Frakturtypen umfasst, kann sie keine Aussage hinsichtlich der anzuwendenden Therapie sowie der Prognose treffen (Wuelker 1996).

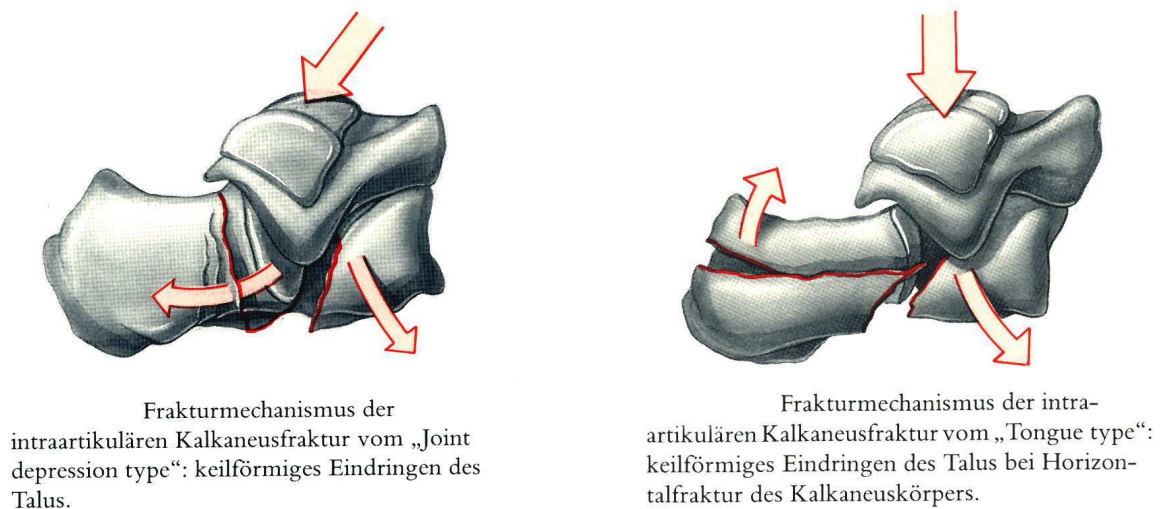


Abb. 7: Frakturmechanismus der Calcaneusfraktur nach Essex-Lopresti (Essex-Lopresti 1952)

1.4.3 Die Zwipp-Klassifikation

Die Klassifikation nach Zwipp entstand 1989 (Zwipp, Tscherne et al. 1989) und beruhte auf der Auswertung von CT-Bildern. Sie besteht aus einer 12-Punkte-Frakterskala und bezieht neben der Anzahl der Hauptfragmente – Tuberositas, sustentaculumtragendes Fragment, posteriores Facettenfragment, Processus-anterior Fragment, anteromediales Facettenfragment – auch die Anzahl der beteiligten Gelenkfacetten – maximal drei – in Form von Punktwerten mit ein. Ein bis drei weitere Punkte werden für Weichteilschaden bei offenen und geschlossenen Frakturen vergeben. Regionale Zusatzfrakturen oder Trümmerfrakturen eines der Hauptfragmente werden mit einem zusätzlichen Punkt bewertet (Rammelt 2005). Noch heute betrachtet man die Einteilung nach Zwipp für die vergleichende Beurteilung bei komplexen Frakturen als sehr gut geeignet (Thermann, Hufner et al. 1999). Für die

Einleitung

klinische Anwendung gilt sie jedoch als zu komplex und ihre Reliabilität wurde mehrfach hinterfragt (Kinner, Best et al. 2002).

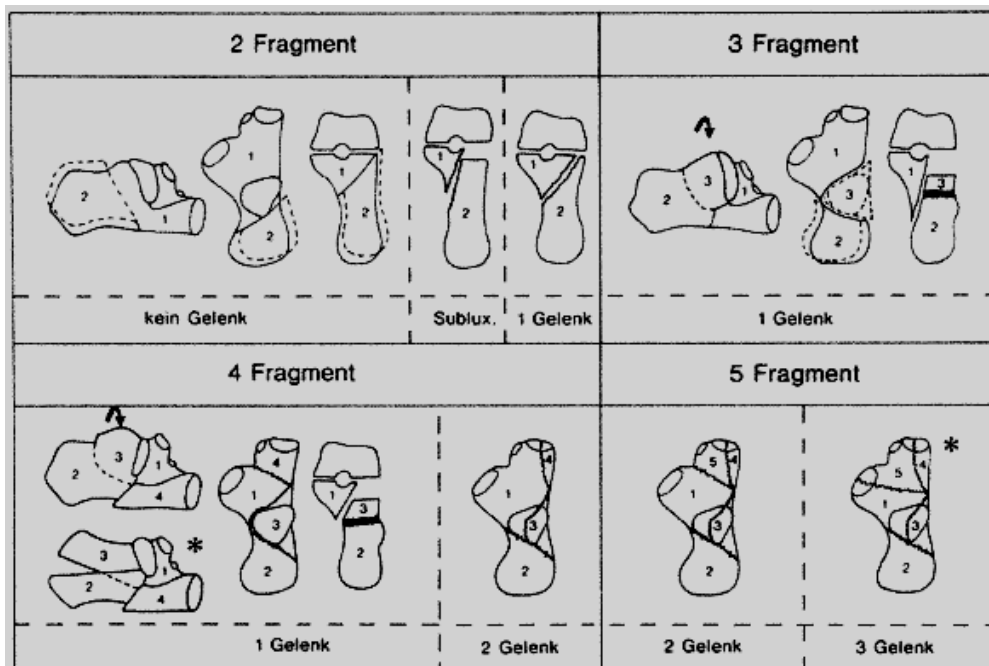


Abb. 8: Frakturklassifikation nach Zwipp (Zwipp 1994)

1.4.4 Die Sanders-Klassifikation

Basierend auf einer früheren Arbeit von Soeur und Remy (Soeur und Remy 1975) entwickelte Sanders 1993 eine Klassifikation für intraartikuläre Calcaneusfrakturen (Sanders, Fortin et al. 1993), die auf koronaren und axialen CT Scans in Höhe der posterioren Facette beruhte: Die koronare Schnittführung erfolgte zwischen der posterioren Facette des Calcaneus und dem Os naviculare, die horizontale Schnittführung zwischen der plantaren Oberfläche bis hin zum Talus. Diese zwei Ansichten standen im 90°-Winkel aufeinander senkrecht und sollten dem Chirurgen eine grafische Darstellung der Fraktur ermöglichen (Sanders 1992). Heutzutage werden koronare Schnittbilder in einem Winkel von 60° zur horizontalen Ebene angefertigt, um vertikal zur posterioren Facette zu sein (Kurozumi, Jinno et al. 2003).

In der Sandersklassifikation wird die posteriore Facette durch zwei Linien, A und B, in drei gleich große sagittale Säulen unterteilt, die mit lateral, zentral und medial bezeichnet werden. Eine weitere Linie, C, verläuft am medialen Rand der posterioren Facette und trennt das Sustentaculum ab. Insgesamt werden so vier Frakturarten unterschieden:

Einleitung

Typ I bezeichnet alle nichtdislozierten Frakturen, unabhängig von der Anzahl der Frakturlinien. Typ II, III und IV hingegen weisen eine bzw. zwei bzw. drei und mehr dislozierte Frakturlinien in der posterioren Facette auf. Die Unterbezeichnungen A, B, C, die sich für Typ I und II anwenden lassen, beschreiben die Lage der Frakturlinie im lateralen, zentralen oder medialen Drittel der posterioren Facette. Sanders et al. sahen bei Typ II und III eine Operationsindikation gegeben, bei Typ IV sogar eine Indikation zur primären subtalaren Arthrodesse (Sanders, Fortin et al. 1993; Linsenmaier, Brunner et al. 2003). Heute stellt die Sanders-Klassifikation die am weitesten verbreitete Klassifikation dar (Rammelt und Zwipp 2004) und zeichnet sich durch ihre einfache klinische Anwendbarkeit aus (Thermann, Hufner et al. 1999). Ein anderer Vorteil besteht darin, dass unter Chirurgen eine weitgehende Übereinstimmung hinsichtlich der Frakturbeurteilung nach Sanders besteht (Furey, Stone et al. 2003). Zudem spricht die breite Anwendung in der Literatur für sich (Bauer 1998; Ebraheim, Elgafy et al. 2000; Omoto und Nakamura 2001; Kurozumi, Jinno et al. 2003; Prasaritha 2004; Westphal, Piatek et al. 2004; Kocis, Stoklas et al. 2006).

Allerdings erfasst die Sanders-Klassifikation – ebenso wie die Klassifikation nach Essex-Lopresti – weder die Beteiligung von Knorpel, Bändern oder Weichteilen, noch das Calcaneocuboigelenk, so dass sich auch hier Limitationen der Aussagekraft ergeben.

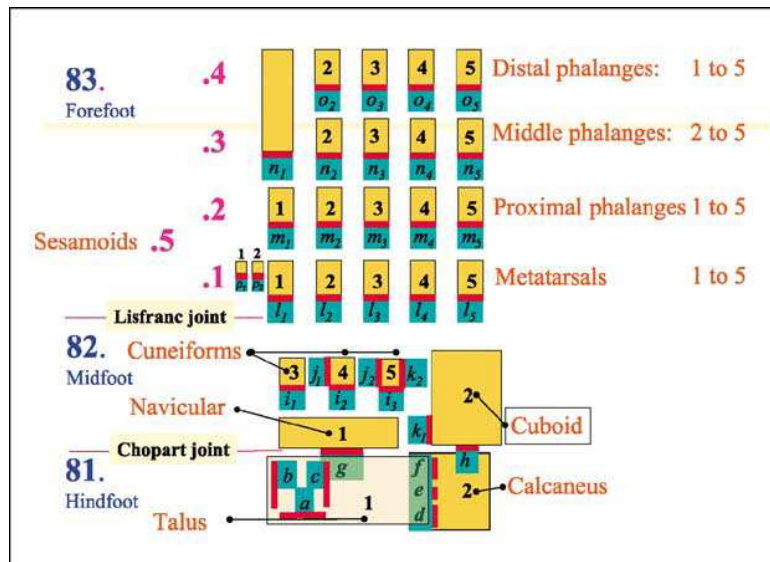


Abb. 10: Gelenke des Fußes (Zwipp, Baumgart et al. 2004)

Auch wenn die ICI-Klassifikation auf den ersten Blick kompliziert wirkt, so ist zu berücksichtigen, dass sich kaum eine einfache Klassifikation finden wird, die die 28 Knochen und 35 Gelenke des Fußes adäquat berücksichtigen kann (Zwipp, Baumgart et al. 2004).

1.5 Behandlungskonzepte und Prognose

Das Wissen zur Chirurgie des Fußes begann um 600 v. Chr. in Indien, als Sucruta erstmals über die Reposition von Frakturen schrieb (Sucruta 600 v. Chr.). Während aus Angst vor Infektion noch bis 1768 die primäre Amputation des Fersenbeins bei Calcaneusfrakturen empfohlen wurde (Pott 1768), gelang in Schottland 1882 erstmals die operative Einrichtung einer offenen Fersenbeinfraktur (Bell 1982). Trotz all der Weiterentwicklungen und der neuen Erkenntnisse wurde die Behandlung von dislozierten Calcaneusfrakturen während der letzten 150 Jahre weiterhin kontrovers diskutiert: teilweise galt die operative, teilweise die nichtoperative Versorgung als Therapie der Wahl. Bis heute gibt es keinen Konsens in der Literatur hinsichtlich der optimalen Behandlung von intraartikulären Calcaneusfrakturen (Paul, Peter et al. 2004). Im Folgenden wird ein Überblick über die wichtigsten Therapieoptionen gegeben (Levine und Helfet 2001; Zwipp 2001; Rammelt und Zwipp 2004).

Einleitung

1.5.1 Konservative Therapie

Nach der heutigen Lehrmeinung ist ein konservatives Vorgehen lediglich bei extraartikulären Frakturen ohne relevante Fehlstellung, den seltenen undislozierten intraartikulären Frakturen (Sanders Typ I) sowie bei vorhandenen Kontraindikationen zur operativen Therapie indiziert. Zu den Kontraindikationen zählen neben schlecht eingestelltem insulinpflichtigen Diabetes mellitus, HIV-Infektion und fehlender Compliance des Patienten auch kritische Weichteilverhältnisse mit hohem Infektionsrisiko sowie arterielle und venöse Durchblutungsstörungen.

Die nichtoperative Therapie besteht zunächst aus einer 3 bis 4-tägigen Bettruhe und einer Hochlagerung, Kühlung und Lymphdrainage des Fußes, um eine Abschwellung der Weichteile zu erzielen. Daraufhin erfolgt eine aktive Beübung des Sprunggelenks und die Mobilisation mit einer Teilbelastung von etwa 20 kg. Abhängig vom Fraktur- ausmaß wird eine Vollbelastung nach etwa sechs bis zwölf Wochen erstrebt.

Bei jungen Patienten mit intaktem Calcaneofibularband und intakten lateralen Talocalcanealbändern kann der Versuch der geschlossenen, manuellen Reposition nach Omoto unternommen werden („Ligamentotaxis“), wobei hierfür eine möglichst frühzeitige Reposition wichtig ist (Omoto und Nakamura 2001; Rammelt und Zwipp 2004; Rammelt 2005) .

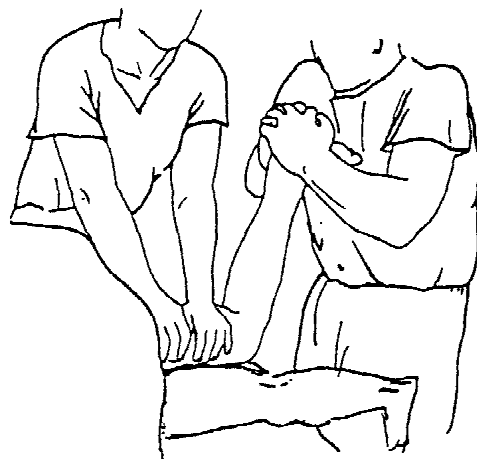


Abb 11: manuelle Reposition nach Omoto (Omoto und Nakamura 2001)

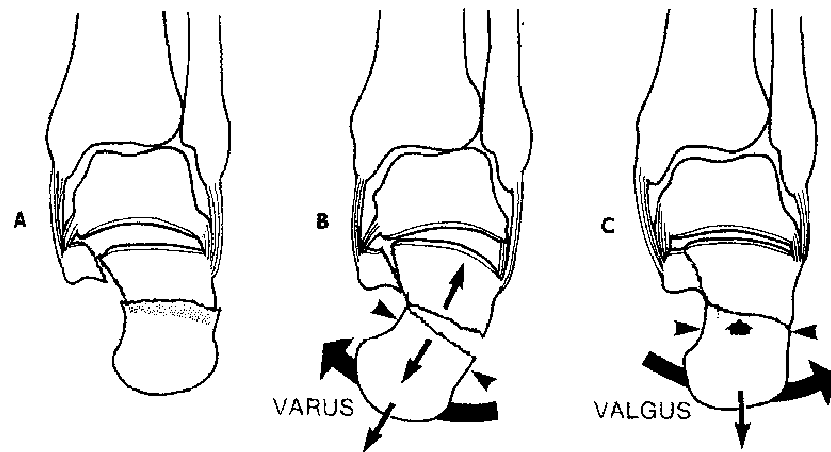


Abb 12: Repositionstechnik nach Omoto [Omoto]

1.5.2 Operative Therapie

1.5.2.1 Minimal-invasive Osteosynthese (MIO)

Die minimal-invasive Behandlung von Calcaneusfrakturen mittels perkutaner K-Drähte und Fixateur externe wird bei offenen Frakturen zur temporären Fixation der Fragmente bis zur endgültigen Versorgung und bei dislozierten Frakturen beim jungen Patienten mit Kontraindikationen zum offenen Vorgehen oder bei geschlossenen Frakturen beim Polytrauma mit innerem Druck der Fragmente auf die Weichteile durchgeführt.

Davon zu unterscheiden ist eine minimal-invasive (ISO-C-3D kontrollierte) Calcaneusosteosynthese bei extraartikulären und intraartikulären, gering dislozierten Frakturen (81.2 B1-2 [d-h (1.1-2.1-2)]), die dann als Schraubenosteosynthese durchgeführt werden kann, unter Umständen auch ISO-C-3D kontrolliert.

Wenn auch eine minimal-invasive Versorgung das Risiko für Weichteilkomplikationen minimiert, so besteht gerade bei komplexeren Frakturen die Gefahr einer unzureichenden Reposition. Demnach profitieren v. a. Patienten mit einfacheren Frakturmustern von dieser Art der Therapie (Stein, Rosen et al. 2003).

Zur Durchführung der Reposition, die unter Bildwandlerkontrolle stattfindet, stehen zwei grundsätzliche Verfahren zur Verfügung: Beim Westhues-Manöver (1934) (siehe Abbildung 13) wird ein Steinmann-Pin oder ein schmales Raspatorium über eine dorsale Hautinzision unterhalb des Ansatzes der Achillessehne in das Tuber calcanei eingebracht und durch hebelnde Bewegungen versucht, die Gelenkfläche anzuheben. Alternativ werden zur Anlage eines Dreipunktdistraktors Schanzschrauben quer in den Talus, das tuberositäre Fragment des Calcaneus sowie das Cuboid einge-

Einleitung

bracht, um eine Manipulation in drei Ebenen zu ermöglichen (Rammelt, Amlang et al. 2004) (siehe Abbildung 14). Ziel ist es, den Rückfuß in Höhe, Länge, Breite und Achse möglichst anatomisch aufzurichten. Die Retention der Fragmente erfolgt dann mit vom Tuber aus eingebrachten K-Drähten. Anstatt der Kirschner-Drähte können auch kanülierte Spongiosaschrauben verwendet werden. Diese Methode hat in den letzten Jahren insbesondere durch den Einsatz neuer intraoperativer Verfahren zur Visualisierung des Repositionsergebnisses – intraoperative Arthroskopie des USG (Rammelt, Gavlik et al. 2002) oder dreidimensionale Bildgebung (z. B. ISO-C-3D (Richter, Geerling et al. 2005; Kinner 2005)) – eine Ausweitung erfahren.

Postoperativ erfolgt eine Teilbelastung, die von Krankengymnastik begleitet wird. Die Vollbelastung wird wiederum nach 6 - 12 Wochen erreicht. Ob im Verlauf Schuheinlagen, Abrollhilfen oder orthopädisches Schuhwerk nötig ist, wird in der Literatur unterschiedlich beurteilt (Levine und Helfet 2001; Turner und Haidukewych 2003; Rammelt, Amlang et al. 2004; Rammelt und Zwipp 2004; Zwipp 2004; Zwipp 2004; Rammelt 2005; Stulik, Stehlik et al. 2006).

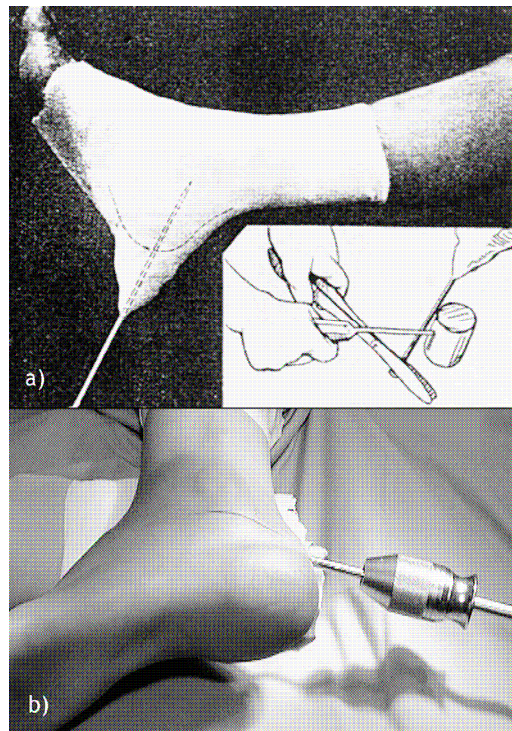


Abb. 13: a) Reposition nach Westhues (1935), b) Reposition mit einer Schanz Schraube (Rammelt, Amlang et al. 2004)

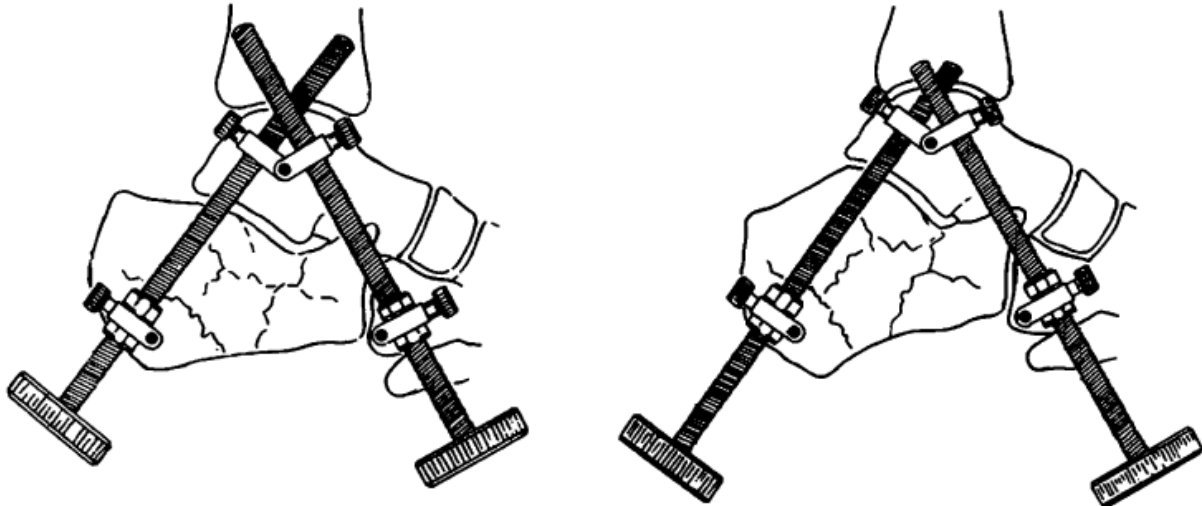


Abb. 14: Anlage eines Dreipunktdistraktors (Forgon 1992)

1.5.2.2 Offene Reposition und Osteosynthese

Eine notfallmäßige Operationsindikation besteht bei offenen Calcaneusfrakturen, inkarzerierten Weichteilen sowie einem Kompartmentsyndrom. Ein Kompartmentsyndrom tritt bei etwa 10 % der Calcaneusfrakturen auf (Andermahr, Helling et al. 2001). Hierbei verursacht das sustentakuläre Fragment der Calcaneusfraktur Blutungen aus dem Knochen oder aus den medialen Arterien, was zu einer Einblutung in den M. quadratus plantae und zur konsekutiven Druckerhöhung führt. Dies bewirkt, dass die medialen und lateralen plantaren Nerven und Gefäße zwischen M. quadratus plantae und M. flexor digitorum brevis komprimiert werden. Diagnostisch erfolgt eine Druckmessung an der medialen Fußsohle oder auf Höhe des Sustentaculum. Zur frühzeitigen Entlastung des muskulären Kompartments wird der mediale oder laterale Zugang empfohlen (Andermahr, Helling et al. 2001; Rammelt und Zwipp 2004). Andernfalls droht die Entstehung von Krallenzehen.

Die Versorgung der dislozierten intraartikulären Calcaneusfrakturen erfolgt seit 1993 v. a. durch einen ausgedehnten L-förmigen lateralen Zugang (Letournel 1984; Letournel 1993; Andermahr, Helling et al. 2001; Rammelt und Zwipp 2004). Der laterale Haut-Weichteil-Faszien-Lappen wird unter Einschluss des Lig. calcaneofibulare, der Peronealsehnen und den Ausläufern des N. suralis nach kranial aus dem OP-Situs gehalten, um die Fraktur darzustellen (siehe Abbildung 15).

Einleitung



Abb. 15: (a) erweiterter lateraler Zugang (Rammelt und Zwipp 2004) und (b) Darstellung der Fraktur durch Weghalten des lateralen Haut-Weichteil-Faszien-Lappens (Sanders 2000)

Mit Hilfe des Westhues-Manövers (axialer Zug und Valgisation über eine in das Tuberculum calcanei eingebrachte Schanz-Schraube) erfolgt als erster Schritt die Reposition des Tuberfragments, um eine bessere Einsicht in das Subtalargelenk zu erzielen. Nun kann die posteriore Facette anatomisch reponiert werden. Sollte das sustentaculumtragende Fragment in Relation zum Talus gekippt sein, so muss dieses reponiert und temporär mit einem K-Draht gegen den Talus fixiert werden.

Der Aufbau der posterioren Gelenkfläche erfolgt von medial nach lateral. Die Fragmente werden mit zwei parallel zur Gelenkfläche subtalar eingebrachten K-Drähten gegeneinander fixiert. Anschließend wird das Tuberfragment in korrekter Achsenausrichtung mit Hilfe der Schanz-Schraube gegen den wiederhergestellten Gelenkblock reponiert und temporär mit K-Drähten gehalten.

Zur Manipulation des Processus anterior muss häufig der Fettkörper im Sinus tarsi entfernt und das Lig. talocalcaneare interosseum eingekerbt werden. Dann wird der hintere Tuber-Gelenk-Block gegen das Processus-anterior-Fragment reponiert. Dieses wird mit K-Drähten fixiert, sobald eine kongruente Stellung im Calcaneocuboidgelenk erreicht ist. Nach der Reposition verbleiben häufig Knochendefekte in der subtalaren Stauungszone, deren Unterfütterung mit autologer Spongiosa oder Knochenersatzstoffen kontrovers diskutiert wird (Benirschke und Sangeorzan 1993; Leung, Yuen et al. 1993; O'Farrell 1993; Brattebo 1995; Geel und Flemister 2001; Rammelt und Zwipp 2004). Im Zuge des Einsatzes winkelstabiler Implantate am Calcaneus wird zunehmend hierauf verzichtet (Rammelt und Zwipp 2004; Zwipp 2004). Zuletzt wird das weggeklappte laterale Wandfragment wieder zurückgeschlagen. Zur Kontrolle der Kongruenz der nach erfolgter Reposition und K-Draht-Retention nun schlecht einsehbaren posterioren Facette kann eine Arthroskopie des subtalaren Ge-

Einleitung

lenkspaltes (Gavlik, Rammelt et al. 2002; Rammelt, Gavlik et al. 2002) oder ein 3D-Scan (Schmidt 2003) durchgeführt werden.

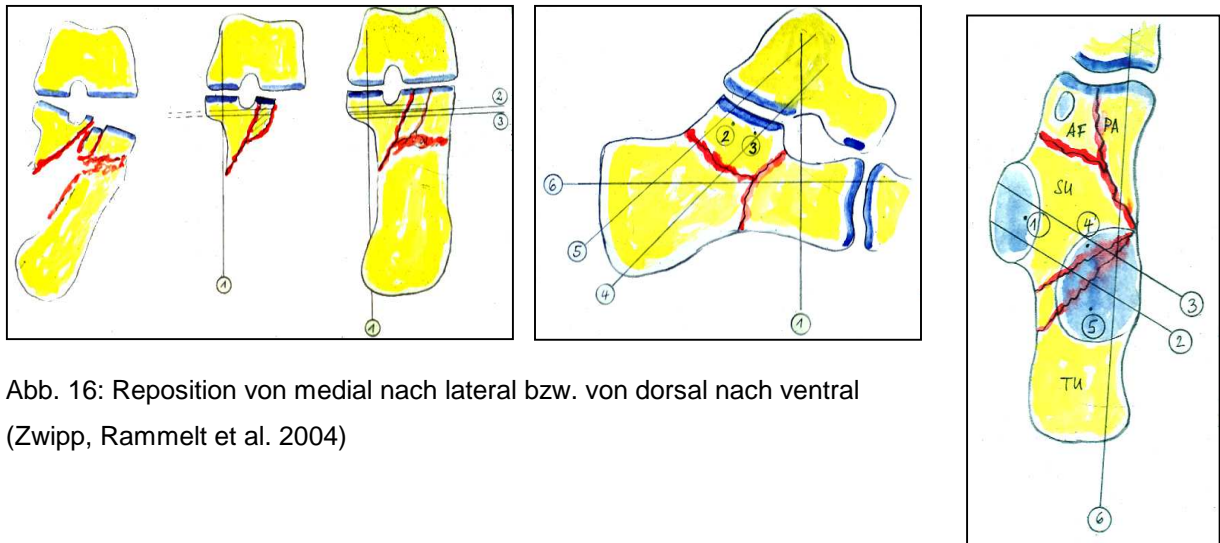


Abb. 16: Reposition von medial nach lateral bzw. von dorsal nach ventral (Zwipp, Rammelt et al. 2004)

Zur Retention wird schließlich eine Platte verwendet, die i. d. R. mit sechs Kortikallisschrauben an der lateralen Wand des Calcaneus befestigt wird (zwei subtalar in Richtung des Sustentaculum, zwei gelenknah im Processus anterior, zwei in das Tuberculum calcanei). Als Implantate stehen eine Vielzahl verschiedener Platten zur Verfügung, die grob in nicht-winkelstabile, winkelstabile und polyaxial winkelstabile Platten unterteilt werden können:

- Sanders (nicht winkelstabil)
- Perimeter (Weiterentwicklung der Sandersplatte)
- Calcanea/Integra (winkelstabil)
- Synthes (winkelstabil)
- Litos (winkelstabil)
- ITS (winkelstabil)
- Darko (winkelstabil)
- Königssee (winkelstabil)
- Rimbus (polyaxial)

(Richter, Droste et al. 2006)

Gemäß dem Behandlungsalgorithmus des Universitätsklinikums Regensburg werden intraartikulär dislozierten Frakturen vom Typ 81.2 B2- [d-h (1.3.2-1.3.3)] der ICI-

Einleitung

Klassifikation über einen lateralen Zugang mit einer „Sandersplatte“ versorgt. Eine winkelstabile Platte findet hingegen bei intraartikulär dislozierten Trümmerfrakturen vom Typ 81.2 B2 [d-h (1.3.3)...] der ICI-Klassifikation Anwendung.

Seitliche, axiale, dorsoplantare und Broden-Aufnahmen sowie das ISO-C-3D dienen zur Kontrolle des Repositionsergebnisses sowie der korrekten Implantatlage.

Postoperativ wird eine schnelle Mobilisation erstrebt, die Teilbelastung sollte zwischen sechs und zwölf Wochen dauern. Eine Materialentfernung nach etwa einem Jahr ist optional, wird aber in zunehmendem Umfang und im Rahmen von Studien zusammen mit einer subtalaren Arthrolyse angeboten (Rammelt und Zwipp 2004; Zwipp 2004; Zwipp 2004; Rammelt 2005; Rak, Bucek et al. 2006; Klaue 2006).



Abb. 17: Schraube im CCJ

Neben dem erweiterten lateralen Zugang existieren eine Vielzahl an weiteren lateralen, medialen, plantaren und posterioren Zugängen sowie Kombinationsmöglichkeiten aus diesen Zugängen. Der laterale Zugang und der erweiterte laterale Zugang („Seattle-Approach“) ermöglichen eine direkte Darstellung und Rekonstruktion der lateralen Wand des Calcaneus, der posterioren Facette des Subtalargelenks und des Calcaneocuboidgelenks (Rammelt und Zwipp 2004). Der erweiterte laterale Zugang gilt heute als Standardzugang. Besonders geeignet ist er zur Versorgung von dislozierten intraartikulären Calcaneusfrakturen mit Beteiligung der posterioren Facette (Benirschke und Sangeorzan 1993; Zwipp 1994).

Alternativ kann zur Versorgung des lateralen Calcaneus (meist bei bilateralem Vorgehen) ein nach Palmer modifizierter Zugang verwendet werden, bei dem der Hautschnitt hinter der Fibula beginnt und parallel zu den Peronealsehnen Richtung CCJ zieht.

Einleitung

In seltenen Fällen liegt die Hauptpathologie medial. Hier bietet der McReynolds Zugang (McReynolds 1972) Vorteile. Die Reposition der dislozierten posterioren Facette, der lateralen Wand sowie des CCJ ist jedoch nur indirekt möglich (McReynolds 1982; Burdeaux 1983). Somit findet der mediale Zugang v. a. bei einfachen Frakturen oder extraartikulären Frakturen und bei einem „blow out“ der medialen Wand Anwendung. Der Hautschnitt erstreckt sich in halber Höhe zwischen dem medialen Malleolus und der Fußsohle von der dorsalen Begrenzung der Ferse horizontal bis auf Höhe des Os cuneiforme mediale (Zwipp 2001; Rammelt und Zwipp 2004). Nach einer vorübergehenden Fixierung mit K-Drähten erfolgt die definitive Fixierung mit einer kleinen H-Platte (Burdeaux 1983; Zwipp 1994; Zwipp, Rammelt et al. 2004). Zur Versorgung isolierter Frakturen des Sustentaculum wird ein kleiner medialer Zugang (Sustentaculum-Zugang) empfohlen, der im Falle einer komplexen intraartikulären Fraktur auch mit dem erweiterten lateralen Zugang kombiniert werden kann (Zwipp 1994). Der hierfür verwendete Hautschnitt beträgt 3 - 5 cm und verläuft horizontal über dem Sustentaculum. Neurovaskuläre Schädigungen sowie Verletzungen der Sehnen treten hier seltener auf (Zwipp 2001). Die Fixierung des Sustentaculum erfolgt meist mit langen 3,5 mm Kompressionsschrauben (Rammelt und Zwipp 2004).

Die Entscheidung für ein bilaterales Vorgehen (Palmer Zugang, modifizierter Zugang nach McReynolds) wird „individuell“ (z. B. 81.2 C2 [1.3.3]) getroffen.

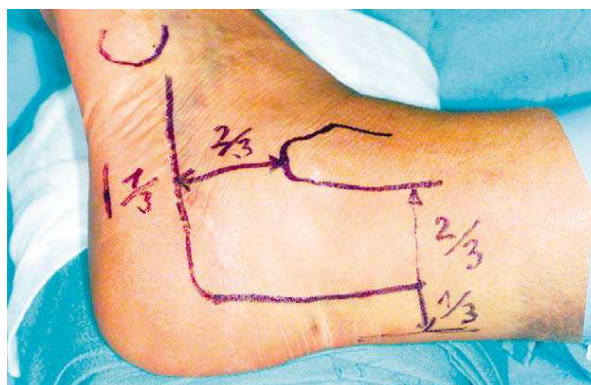


Abb. 18: erweiterter lateraler Zugang (Zwipp, Rammelt et al. 2004)

Einleitung

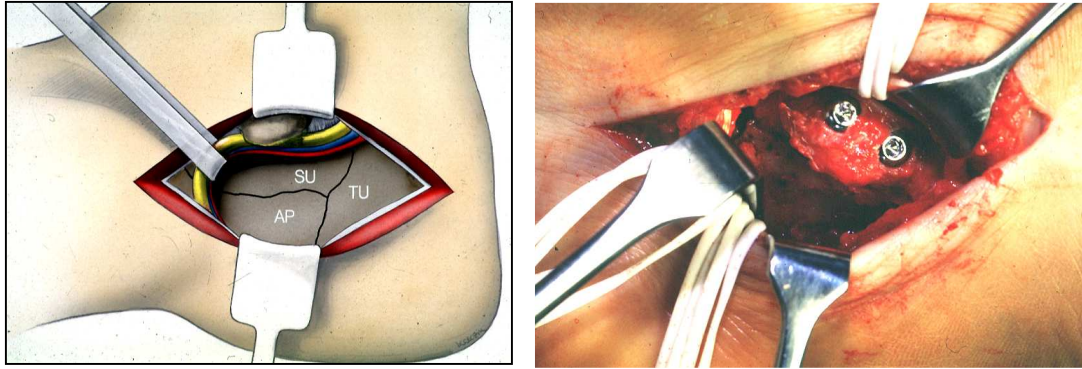


Abb. 19: mediale Zugang nach McReynolds und sustentakulärer Zugang

1.5.3 Prognose

Die Prognose von Calcaneusfrakturen wird entscheidend vom Auftreten von Komplikationen beeinflusst.

Diese werden in therapieabhängige und therapieunabhängige Komplikationen unterschieden. Zu den akuten Komplikationen zählen Schwellung, Spannungsblasen, Nerven- und Sehnenverletzungen sowie das Kompartmentsyndrom. Nach operativer Therapie treten trotz schonender Operationstechnik Wundheilungsstörungen in bis zu 10 % der Fälle auf (Lim und Leung 2001). Überdies kann es zu Infektionen kommen, die ein radikales Debridement und ggf. sogar die Calcanektomie mit Lappenplastik erfordern können, sowie zu iatrogenen Schädigungen (z. B. Verletzung des N. tibialis posterior mit Sensibilitätsausfall an der Fußsohle beim medialen Zugang). Die konservative Therapie hingegen ist mit eher langfristigen Komplikationen wie Arthrose (in 13 % bis 80 % der Fälle) (Hermann 1937; Slatis, Kiviluoto et al. 1979; Pozo, Kirwan et al. 1984; Crosby und Fitzgibbons 1993) und verzögerter oder ausbleibender Knochenheilung (0,5 % der Fälle) (Zwipp, Rammelt et al. 2004) vergesellschaftet (Lim und Leung 2001).

Abhängig vom Ausmaß der Verletzung und der Qualität der Rekonstruktion kann bis zu ein Drittel der Patienten mit Calcaneusfraktur einem körperlich schweren, vorwiegend stehendem Beruf nicht mehr nachgehen (Zwipp 2004). Die Beweglichkeit im unteren Sprunggelenk ist meist eingeschränkt (Zwipp 2004). Westphal et al. zeigten, dass die Lebensqualität nach Calcaneusfrakturen deutlich eingeschränkt ist: Die Körperliche Funktionsfähigkeit nahm im Durchschnitt um 28 %, die körperliche Summenskala um 22 % ab und die Schmerzen stiegen um 41 % an (Westphal, Halm et al. 2003). Nach wie vor können der Literatur keine einheitlichen Zahlen über das

Einleitung

Outcome und die Komplikationsrate der jeweiligen Therapiemöglichkeiten entnommen werden, da beinahe jeder Autor einen anderen Score zur Bewertung heranzieht und auch die Studienkohorten sich beträchtlich unterscheiden (Rammelt und Zwipp 2004).

Dennoch kann festgehalten werden, dass die perkutane Fixation von dislozierten Calcaneusfrakturen bei Patienten mit weniger komplizierten Frakturen gute bis exzellente Ergebnisse liefert, während eine Anwendung dieses Verfahrens auf alle Calcaneusfrakturen ein beträchtliches Risiko einer inadäquaten Gelenkrekonstruktion und Redislokation mit sich brächte. Für dislozierte intraartikuläre Calcaneusfrakturen scheint, sofern möglich, die operative Intervention mit Wiederherstellung der Gelenkkongruität die beste Lösung zu sein (Zhuang 2004). Allerdings führte eine im Jahr 2000 durchgeführte Metaanalyse, in der die operative Versorgung von Calcaneusfrakturen mit der konservativen Therapie verglichen wurde, zu keinem sicheren Schluss. Aufgrund der wenigen Studien, der geringen Patientenzahl sowie der mangelhaften Durchführung der Studien konnte lediglich geschlossen werden, dass eine Operation möglicherweise vorteilhaft ist (Bridgman, Dunn et al. 2000). Auch Buckley et al. konnten bei der Nachuntersuchung von 424 Patienten mittels des SF-36-Fragebogens sowie einer visuellen Analogskala keinen Unterschied zwischen operativer und konservativer Therapie ermitteln (Buckley, Tough et al. 2002). Nach einer Stratifikation zeigte sich jedoch, dass die Patienten von einer Operation profitierten, die eines der folgenden Kriterien erfüllten:

- Patienten ohne Unfallrente
- Alter < 29 Jahre
- Böhlerwinkel > 0°
- Wenig dislozierte Frakturen
- Geringe Arbeitsbelastung
- Anatomische oder fast anatomische Reposition (Stufe < 2 mm)

Abschließend kann festgehalten werden, dass sich die Therapie von Calcaneusfrakturen sowohl nach dem individuellen Frakturmuster und Weichteilschaden, als auch nach der Komorbidität, den funktionellen Anforderungen und der Compliance des Patienten richten muss (Rammelt, Amlang et al. 2004; Rammelt und Zwipp 2004; Zwipp 2004; Zwipp 2004; Rammelt 2005 ; Park, Song et al. 2000; Levine und Helfet 2001; Buckley, Tough et al. 2002).

Einleitung

Während über Calcaneusfrakturen, ihre Klassifikation, Diagnostik und Therapie bereits ein breites Spektrum an Untersuchungen existiert, liegen zur Ausdehnung der Fraktur in die umliegenden Gelenke nur wenige Studien vor. Insbesondere zur Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks bei Calcaneusfrakturen gibt es kaum Untersuchungen (Ebraheim, Biyani et al. 1996), obwohl sich in großen Studien mit 553 Calcaneusfrakturen gezeigt hat, dass dieses Gelenk in 59,7 % der Fälle verletzt war (Zwipp, Rammelt et al. 2004).

Daher soll im Folgenden auf die Anatomie des Cuboids und des Calcaneocuboidgelenks eingegangen werden und anschließend der aktuelle Wissensstand zu Verletzungen des CCJ zusammengefasst werden.

1.6 Die Beteiligung des Calcaneocuboidgelenkes (CCJ) bei Calcaneusfrakturen

In der Literatur lassen sich kaum Informationen über die Ausdehnung von Calcaneusfrakturen ins CCJ finden. Die Angaben über eine Beteiligung des CCJ schwanken zwischen 38,7 % und 68 % (Stephanson 1987; Hutchinson und Huebner 1994; Ebraheim, Biyani et al. 1996). Zur diagnostischen Darstellung eignen sich neben a. p. und schrägen Röntgenaufnahmen v. a. axiale CTs (Abbildung 20).



Abbildung 20: CT mit Darstellung der Frakturfragmente

Während einige Autoren eine Wiederherstellung der Kongruität des CCJ empfehlen, berichten andere über exzellente Ergebnisse nach sekundärer Versteifung (Ebraheim, Biyani et al. 1996; Klaue 2006). Diese sollte in Neutralposition des Fußes

Einleitung

durchgeführt werden, um keine Abnahme der Beweglichkeit im Talonavicular- oder Talocalcanealgelenk zu bewirken (Sands, Early et al. 1998). Im Falle des operativen Vorgehens wird der laterale Zugang bis zur Basis des fünften Mittelfußknochens verlängert und ohne Präparation der einzelnen Schichten direkt auf das Gelenk eingegangen. Die Rekonstruktion der Gelenkfläche erfolgt unter Sicht, eventuell müssen Spongiosaimpressionen aufgefüllt werden. Zur Stabilisierung wird die ohnehin eingebrachte laterale Platte etwas weiter distal platziert (Zwipp 2004).

Degan et al. beschrieben 1982 eine Klassifikation, die noch heute als Basis für die Therapie der Calcaneocuboidfrakturen gilt (Davis, Lubowitz et al. 1993). Sie beruht sowohl auf der Frakturlinie als auch auf der Größe der Fragmente: Typ 1 stellt eine nicht dislozierte Fraktur des Processus anterior des Calcaneus dar, während Typ 2 dislozierte, aber extraartikuläre Frakturen ohne Beteiligung der calcaneocuboidalen Gelenkfläche umfasst und Typ 3 Frakturen mit einem großen dislozierten Fragment im CCJ bezeichnet (siehe Abbildung 21 und 22).

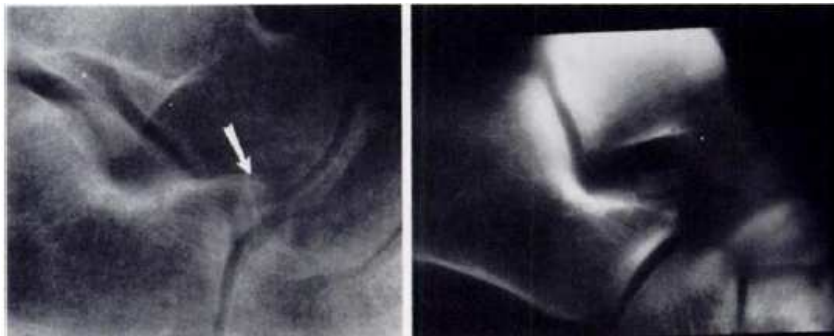


Abb. 21: Frakturen Typ I und II nach Degan (Degan, Morrey et al. 1982)



Abb. 22: Fraktur Typ III nach Degan (Degan, Morrey et al. 1982)

Einleitung

Generell können nach Degan et al. (Degan, Morrey et al. 1982) Calcaneocuboidfrakturen konservativ behandelt werden, es sei denn, es liegt eine signifikante intraartikuläre Beteiligung vor. Kommt es jedoch zu degenerativen Veränderungen oder einer schmerzhaften, verzögerten Frakturheilung, so ist eine Entfernung des Frakturfragments sinnvoll. Die Versteifung des CCJ sollte nur die letzte Möglichkeit sein. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Klassifikation nach Degan et al. für Frakturen des Processus anterior des Calcaneus entwickelt wurde. Da eine Fraktur des Processus anterior aber eher selten vorkommt (Trnka, Zettl et al. 1998), stellt sich die Frage, ob diese Einteilung auf alle Calcaneusfrakturen übertragen werden kann (Degan, Morrey et al. 1982; Davis, Lubowitz et al. 1993; Trnka, Zettl et al. 1998).

1.7 Fragestellung der Arbeit

In der Vergangenheit beschäftigte sich die Literatur häufig mit Calcaneusfrakturen. Das Hauptaugenmerk lag auf der Evaluation der verschiedenen Therapieoptionen: konservative Behandlungsmöglichkeiten wurden diskutiert, der minimal-invasive Eingriff gegen das operative Vorgehen abgewogen, Zugangswege erörtert (Stephanson 1987; Hutchinson und Huebner 1994; Thordarson und Krieger 1996; Thermann, Hufner et al. 1999; Park, Song et al. 2000; Perren 2001; Buckley, Tough et al. 2002; Turner und Haidukewych 2003; Rammelt, Amlang et al. 2004; Levine und Helfet 2001; Zwipp, Rammelt et al. 2004; Brauer, Manns et al. 2005; Allmacher, Galles et al. 2006; Rak, Bucek et al. 2006; Stulik, Stehlik et al. 2006). Einige Autoren beschäftigten sich mit den bildgebenden Möglichkeiten (Pablot, Daneman et al. 1985; Prasaritha 2004; Richter, Geerling et al. 2005; Kurozumi, Jinno et al. 2003; Linsenmayer, Brunner et al. 2003), andere befassten sich mit dem Outcome nach Calcaneusfrakturen (Hildebrand, Buckley et al. 1996; Kinner, Best et al. 2002; Westphal, Halm et al. 2003; Westphal, Piatek et al. 2004). Ferner wurde die Beteiligung der posterioren Facette sowie Frakturen des Processus anterior bei Calcaneusfrakturen untersucht (Degan, Morrey et al. 1982; Trnka, Zettl et al. 1998; Ebraheim, Elgafy et al. 2000). Während zur Beteiligung des Subtalargelenks bei Calcaneusfrakturen zahlreiche Artikel existieren, bestand lange Zeit kaum Interesse an der Ausdehnung der Calcaneusfrakturen anterior der posterioren Facette (Miric und Patterson 1998). In der Literatur findet sich nur ein einziger Artikel, der sich explizit mit der Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks bei Calcaneusfrakturen befasst (Ebraheim, Biyani et al.

Einleitung

1996): Calcaneocuboid joint involvement in calcaneal fractures. Schon Giacchino et al. forderten, die Mitbeteiligung des CCJ zu berücksichtigen (Giacchino 1989). Auch Ebraheim et al. beklagten den Mangel an Studien, die sich speziell mit der CCJ-Beteiligung bei Calcaneusfrakturen beschäftigten (Ebraheim, Biyani et al. 1996). Einige Autoren erwähnen zwar die Häufigkeit der CCJ-Beteiligung bei den untersuchten Patientenkollektiven, zumeist gehen sie jedoch weder auf den Schweregrad der Gelenkbeteiligung noch auf dessen Auswirkungen auf das Outcome ein.

Somit hat diese Arbeit zum Ziel den Einfluss der Beteiligung des CCJ auf die Behandlung und das Outcome von Calcaneusfrakturen zu erfassen. Die folgenden (Null-) Hypothese sollten daher überprüft werden:

- Calcaneusfrakturen mit Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks zeigen die gleiche Geschlechts- und Altersverteilung wie Frakturen ohne Beteiligung dieses Gelenks.
- Calcaneusfrakturen mit Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks sind durch ein schwereres Trauma bedingt.
- Die Behandlung von Calcaneusfrakturen mit und ohne Beteiligung des CCJ unterscheidet sich nicht.
- Das Calcaneocuboidgelenk kann durch den angegebenen Behandlungsalgorithmus sicher versorgt werden.
- Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung haben ein schlechteres Outcome als Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung.

2 Material und Methode

2.1 Patientenkollektiv

In der unfallchirurgischen Abteilung des Universitätsklinikums Regensburg wurden im Zeitraum von 1994 bis 2004 242 Patienten mit 262 Verletzungen des Calcaneus behandelt (EDV-System (SAP, IDOC)).

Als Endpunkt des Zeitraumes wurde das Jahr 2004 gewählt, um für die spätere Nachuntersuchung einen Mindestabstand von einem Jahr zum Zeitpunkt der Verletzung zu gewährleisten. Weder ein beidseitiger Fersenbeinbruch noch Begleitverletzungen dienten als Ausschlusskriterium. Allerdings wurden diejenigen Patienten, die sich vor 1994 eine Calcaneusfraktur zugezogen hatten und im Zeitraum von 1994 bis 2004 aufgrund der Komplikationen oder Spätfolgen erneut operiert worden waren, ausgeschlossen. Als Einschlusskriterium galt eine operative Versorgung der Calcaneusfraktur.

Lediglich 151 der ursprünglichen 242 Patienten erfüllten die oben genannten Kriterien. An diese 151 Patienten wurde im September 2005 Teil A eines Fragebogens, der aus vier selbst entwickelten Fragen, vier Fragen des AOFAS Hindfoot-Score (Kitaoka, Alexander et al. 1994) und dem SF-36-Fragebogen (Bullinger 1995) bestand (siehe Anlage 2), sowie ein Begleitschreiben (siehe Anlage 1) verschickt. Lediglich 72 Bögen wurden beantwortet zurückgesandt, drei Patienten waren unbekannt verzogen, zwei Patienten waren verstorben und 74 Patienten sandten den Bogen ohne Angabe von Gründen nicht zurück. Der durchschnittliche Zeitraum zwischen der Erstoperation und dem Fragebogenrückversand betrug 51 Monate. Zur Nachuntersuchung wurden die 72 Patienten, die den Fragebogen zurückgeschickt hatten, telefonisch ins Universitätsklinikum Regensburg eingeladen. Ihr Alter lag bei durchschnittlich 48,3 Jahren. Der jüngste Patient war 13 Jahre, der älteste 72 Jahre, wobei 54 % zwischen 41 und 60 Jahre alt waren. Dabei handelte es sich um 55 Männer (76,4 %) und 17 Frauen (23,6 %). Der rechte Fuß war in 28 (39,0 %), der linke in 30 Fällen (41,7 %) betroffen, 14-mal (19,5 %) lag eine beidseitige Fraktur vor.

Zur Erhebung der biografischen Daten wurden die Akten, OP-Berichte, sowie die OP-Protokolle aller Patienten ausgewertet.

Material und Methode

17 der 72 Patienten (23,6 %) zogen es aufgrund weiter Fahrstrecken, mangelnder Vergütung oder aus persönlichen Gründen vor, nicht zu kommen und fünf Patienten (7,0 %) konnten nicht erreicht werden. 9 (12,5 %) Patienten erklärten sich zur Untersuchung bereit, erschienen jedoch nicht zu ihrem Termin. Die Nachuntersuchungen wurden somit bei 44 Patienten (61,1 %) im Zeitraum zwischen Februar und Mai 2006 durchgeführt. Sie umfassten neben den Fragen aus dem AOFAS-Score fünf selbst gewählte Kriterien bzw. Fragen (siehe Fragebogen in Anlage 2).

Zur Erhebung der biografischen Daten wurden die Akten, OP-Berichte, sowie die OP-Protokolle aller Patienten ausgewertet.

27 Patienten (37,5 %) erhielten während der Nachuntersuchung eine Pedografie. Bei der Auswahl der Patienten wurde darauf geachtet, dass die Gruppe möglichst heterogen und damit repräsentativ war: Sie bestand zu etwa gleichen Teilen aus Patienten, die eine Beteiligung des CCJ und solchen, die keine Beteiligung des CCJ aufwiesen.

Eine Beurteilung der prä- und postoperativen konventionellen Röntgenbilder und CTs erfolgte bei 50 Patienten (69,4 %) bzw. 60 Frakturen.

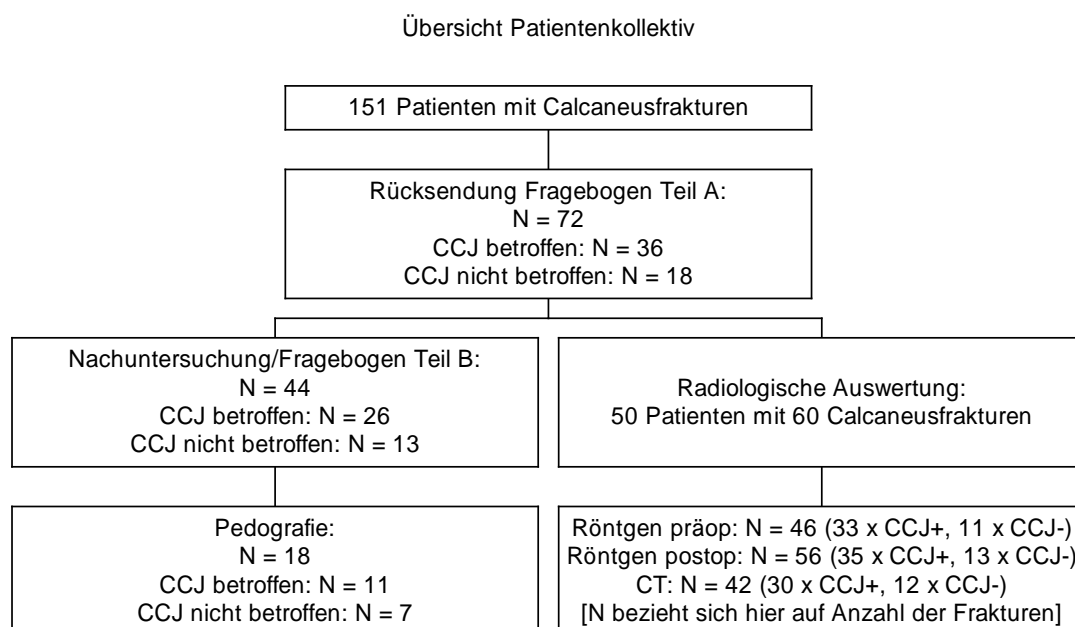


Abb. 23: Überblick über das Patientenkollektiv

2.2 Datenerhebung und Auswertung

2.2.1 Akteneinsicht

Um einen Überblick über die Geschichte der Patienten, den Unfallmechanismus und die Therapie zu erhalten, wurden alle Akten eingesehen. Neben der Dokumentation biografischer Daten wie Beruf und Arbeitsfähigkeit konnten Informationen zu Diagnose, Ausmaß einer etwaigen CCJ-Beteiligung und Unfallursache gewonnen werden. Diese wurde in die vier Kategorien Verkehrsunfälle, Sturz aus kleiner Höhe (< 3 m), Sturz aus großer Höhe (≥ 3 m) und Sonstiges unterteilt. Ferner wurde vermerkt, wenn es sich bei einem Unfall um einen Suizidversuch oder einen Arbeitsunfall gehandelt hatte.

Ebenso wurden den Akten die Therapie und die eventuell auftretenden Komplikationen entnommen. Diese wurden in oberflächliche und tiefe Wundheilungsstörungen sowie in systemische Komplikationen unterteilt.

2.2.2 OP-Bericht und –Protokoll

Die Durchsicht der OP-Berichte und –Protokolle diente der Ergänzung der aus den Akten gewonnenen Informationen. Neben der exakten Diagnose, dem Operateur und der Art des Eingriffes wurden den Berichten die OP-Dauer sowie die Folgeoperationen entnommen. Diese wurden in die zwei Gruppen Materialentfernung und Sonstiges unterteilt, was eine Arthrolyse, Arthrodesse sowie ein Debridement umfasste. Des Weiteren wurden die im Rahmen der Calcaneusfraktur zugezogenen Begleitverletzungen dokumentiert und in folgende Gruppen untergliedert: Kompartmentsyndrom präoperativ, einfaches Fußtrauma, zusätzlich beeinträchtigende Verletzung, komplexes Fußtrauma, Polytrauma.

2.2.3 Fragebogen Teil A: SF-36 (Anlage 2)

Fragebogen Teil A enthielt folgende Bestandteile:

- vier Fragen des später genauer beschriebenen AOFAS-Score, die der Patient selbst beantworten konnte, ohne dass hierfür eine Untersuchung nötig war
- vier selbst entwickelte Fragen nach der Zufriedenheit mit dem Behandlungsergebnis (sehr zufrieden, mit kleinen Abstrichen zufrieden, mäßig zufrieden)

Material und Methode

und unzufrieden), nach dem Auftreten und der Intensität von Schmerzen (gering, gelegentlich; mäßig, täglich; schwer, immer) sowie Darstellung der Schmerzintensität anhand einer visuellen Analogskala und eine Frage nach der Häufigkeit der Einnahme zentraler und/oder peripherer Schmerzmittel (nein, gelegentlich, einmal pro Tag und mehrmals täglich)

- den SF-36

Da die „gesundheitsbezogene Lebensqualität“ zunehmend als Synonym für „medical outcome“ verwendet wird (Lorenz 1998; Radoschewski 2000) lag es auf der Hand, den Short Form (SF-) 36 Health Survey zu nutzen, um das Ergebnis nach Calcaneusfrakturen zu beurteilen. Der Fragebogen zeichnet sich dadurch aus, dass er alle Fragestellungen enthält, die für Outcomemessungen empfohlen werden und seine Ergebnisse als international vergleichbar gelten (Hildebrand, Buckley et al. 1996; Lorenz 1998; Radoschewski 2000).

Zudem kann der SF-36 krankheitsübergreifend angewandt werden, wenn durch Erkrankungen oder Verletzungen nachhaltige Beeinträchtigungen der Lebensqualität zu erwarten sind, wie dies die klinische Erfahrung bei Calcaneusfrakturen vermuten lässt (Westphal, Halm et al. 2003). Im Vergleich zu anderen Scores, die v. a. die Dimensionen körperliche Funktion und Schmerz erfassen, hat sich der SF-36 ferner als exzellentes Instrument zur Ergebnisbewertung nach intraartikulären Calcaneusfrakturen erwiesen (Westphal, Halm et al. 2003). Dadurch, dass er sich in fünf bis sieben Minuten ausfüllen lässt, garantiert er nicht nur einen relativen hohen Grad an Compliance durch den Patienten (Hildebrand, Buckley et al. 1996; Bellach 2000), sondern stellt auch das am weitesten verbreitete (Westphal, Piatek et al. 2004) und international führende Instrument (Bullinger 1996) dar, um die Selbsteinschätzung von Patienten zu erfassen. Somit wurde Teil A des Fragebogens im September 2005 an 151 Patienten versandt, von denen 72 Patienten (47,7 %) den Bogen ausgefüllt zurückschickten.

Der Einsatzbereich des SF-36 umfasst gesunde und erkrankte Personen ab dem 14. Lebensjahr. Er enthält elf Fragen und damit insgesamt 36 Items zum Gesundheitszustand, die in acht Skalen zusammengefasst werden können: Körperliche Funktionsfähigkeit, Körperliche Rollenfunktion, Körperlicher Schmerz, Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, Vitalität, Soziale Funktionsfähigkeit, Emotionale Rollenfunktion,

Material und Methode

Psychisches Wohlbefinden. Die einzelnen Items beantwortet der Patient mit „ja“ oder „nein“ bzw. bewertet ihre Aussagen auf einer bis zu sechsstufigen Antwortskala.

Tabelle 1: Skalen des SF-36

Skalen	Anzahl der Items	Fragen
Körperliche Funktionsfähigkeit	10	Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand körperliche Aktivitäten wie Selbstversorgung, Gehen, Treppen steigen, Bücken, Heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten beeinträchtigt
Körperliche Rollenfunktion	4	Ausmaß, in dem der körperliche Gesundheitszustand die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigt, z. B. weniger schaffen als gewöhnlich, Einschränkungen in der Art der Aktivitäten oder Schwierigkeiten, bestimmte Aktivitäten auszuführen
Körperliche Schmerzen	2	Ausmaß an Schmerzen und Einfluss der Schmerzen auf die normale Arbeit, sowohl im Haus als auch außerhalb
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	5	persönliche Beurteilung der Gesundheit, einschließlich des aktuellen Gesundheitszustandes, zukünftige Erwartungen und Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen
Vitalität	4	Sich Energie geladen und voller Schwung fühlen versus müde und erschöpft sein
Soziale Funktionsfähigkeit	2	Ausmaß, in dem die körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme normale soziale Aktivitäten beeinträchtigen
Emotionale Rollenfunktion	3	Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigen; u. a. weniger Zeit aufbringen, weniger schaffen und nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten
Psychisches Wohlbefinden	5	Allgemeine psychische Gesundheit, einschließlich Depression, Angst, emotionale und verhaltensbezogene Kontrolle, allgemeine positive Gemütsstimmung

Material und Methode

Nach der Dateneingabe entsprechend der vom Probanden eingekreisten Ziffern erfolgte zunächst die Umkodierung von zehn Items (Frage 1, 6, 7, 8, 9a, 9d, 9e, 9h, 11b, 11d) mit Hilfe der im SF-36 dargestellten Algorithmen: Sieben Items mussten umgepolt werden, da sie entgegengesetzt gescort waren, so dass bei allen SF-36 Items und Skalen ein hoher Itemwert eine bessere Gesundheit anzeigte. Drei weitere Items wurden rekali­briert, um eine lineare Beziehung zwischen Itemwert und dem der Skalenbildung zugrunde liegenden Gesundheitskonzept zu garantieren. Bei den restlichen Items entsprach der vorkodierte dem endgültigen Wert und machte folglich eine Umkodierung überflüssig.

Fehlende Daten wurden pro Person durch personenspezifische individuelle Schätzungen ersetzt. Sodann erfolgte die Berechnung der Skalenroh­werte der acht Skalen, indem die Items einer Skala addiert wurden. Anschließend wurden die Skalenroh­werte mit folgender Formel in transformierte Skalenwerte zwischen 0 und 100 umgerechnet:

$$\frac{\textit{TatsächlicherRohwert} - \textit{niedrigstmöglicherRohwert}}{\textit{MöglicheSpannweitederRohwerte}} \times 100$$

Dank der Normierung des SF-36 in Deutschland im Jahre 1994 konnten nun die gewonnenen Daten mit den Normwerten der acht Gesundheitsskalen für die deutsche Bevölkerung verglichen werden.

Zuletzt erfolgte die Berechnung der psychischen und körperlichen Summenskala. Hierfür wurde zunächst der z-Wert für jede der acht SF-36 Subskalen ermittelt und jeweils mit dem entsprechenden körperlichen und psychischen Regressionskoeffizienten multipliziert. Durch die jeweilige Addition der acht Produkte ergab sich der Rohwert für die psychische bzw. körperliche Summenskala. Abschließend musste jeder Summenwert mit 10 multipliziert und mit 50 addiert werden, um eine Transformation der Rohwerte in die Summenskalen zu vollziehen. Auch diese Ergebnisse können mit den Werten für die körperliche und psychische Summenskala für die gesamte deutsche Normpopulation verglichen werden.

Ausführliche Darstellungen zur Methodik finden sich im Handbuch zur deutschen Version des SF-36 (Bullinger 1995; Bullinger 1998), nach dessen Vorgaben auch die Ergebnisse dieser Studie berechnet wurden (Bellach 2000).

2.2.4 Fragebogen Teil B: AOFAS/Nachuntersuchung (Anlage 2)

Der Ankle Hindfoot Scale (AOFAS) wurde speziell für Sprunggelenk und Rückfuß entwickelt (Kitaoka, Alexander et al. 1994) und ist damit für eine Studie über Calcaneusfrakturen geeignet (Schuh und Hausel 2000). Er enthält sowohl objektive als auch subjektive Kriterien, so dass er ein Gesamtbild des Outcomes nach Fersenbeinverletzungen darstellen kann (Schuh und Hausel 2000). Während viele Autoren ihre eigenen Scores entwerfen (z. B. Hildebrand et al. oder Paul et al.; Hildebrand, Buckley et al. 1996; Paul, Peter et al. 2004), und damit einen nationalen oder internationalen Vergleich praktisch unmöglich machen, wurde der Ankle Hindfoot Scale von der American Orthopedic Foot and Ankle Society inauguriert und von einem größeren Kollektiv von Arbeitsgruppen begründet. Seine breite Anwendung in der Literatur – allein zwischen 1996 und 1998 wurde er in 13 Publikationen verwendet – bestätigt, dass der AOFAS als einheitlicher Score dienen kann, um Publikationen einander gegenüber zu stellen (Schuh und Hausel 2000).

Diejenigen Fragen des AOFAS-Fragebogens, die vom Patienten selbst beantwortet werden konnten (Schmerz, Aktivitätseinschränkung, maximale Gehstrecke, Gehen auf unebenen Wegen), wurden zusammen mit dem SF-36 als Teil A des Fragebogens versandt (s. o.). Die restlichen Kriterien wurden im Rahmen der zwischen Februar und Mai 2006 bei 44 Patienten durchgeführten Nachuntersuchung erhoben. Dabei handelte es sich um 11 Frauen (25 %) und 33 Männer (75 %), deren Durchschnittsalter bei 51,2 Jahren lag (der jüngste Patient war 23, der älteste 72 Jahre). Der rechte Fuß war 17-mal (38,6 %) frakturiert, der linke 18-mal (40,9 %) und 9-mal (20,5 %) lag eine beidseitige Calcaneusfraktur vor. Zwischen dem Zeitpunkt der Erstoperation und der Nachuntersuchung lagen durchschnittlich 4,8 Jahre.

Im AOFAS-Fragebogen werden neben dem Schweregrad und der Häufigkeit von Schmerzen die Aktivitätseinschränkungen durch die Verletzung, die maximale Gehstrecke und Probleme beim Gehen auf unebenen Wegen erfragt. Zur weiteren Einschätzung der Funktion fließen eine Beurteilung des Gangbildes, der mögliche Bewegungsumfang sowie die Stabilität im OSG und Rückfuß ein. Darüber hinaus wird das Alignment erfasst (siehe Anhang).

Insgesamt besteht der AOFAS-Fragebogen aus maximal 100 Punkten, von denen 40 für Schmerz, 50 für die Funktion und 10 für das Alignment entfallen. Nach Thordar-

Material und Methode

son et al. entspricht ein sehr gutes Ergebnis einem Punktwert von 100 bis 90, ein gutes von 89 bis 80, ein mittelmäßiges von 79 bis 70, und ein schlechtes Ergebnis einem Punktwert von weniger als 69 Punkten (Thordarson und Krieger 1996).

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die im Rahmen der Nachuntersuchung selbst gewählten Kriterien bzw. Fragen, die den AOFAS-Fragebogen ergänzten.

Tabelle 2: AOFAS Hindfoot Scale

Fragen	Antwortmöglichkeiten
Schwellungszustand	keine Schwellung
	mild
	mäßig
	ausgeprägt
Einbeinzehenstand	keine Seitendifferenz, sicher für eine Minute
	unsicher für 10 sec
	angedeutet
	nicht möglich
Wadenumfang	seitengleich
	1 cm Differenz
	2 cm Differenz
	> 2 cm Differenz
Schuheinschränkung	gleiche Schuhe wie vor Unfall
	Änderung der Schuhgröße
	Einlagenversorgung
	orthopädische Schuhe
Arbeitsfähigkeit	voll, selber Arbeitsplatz
	Einschränkungen am alten Arbeitsplatz
	voll, Umschulung
	Teilzeit, mit Einschränkungen
	arbeitsunfähig

Material und Methode

Ergänzend wurden die Füße der Patienten von lateral, vorne, hinten und von unten fotografiert. Mithilfe der Aufnahme von unten war es möglich, die Druckverteilung des verletzten Fuß bei voller Belastung zu visualisieren und mit der des gesunden Fußes zu vergleichen.

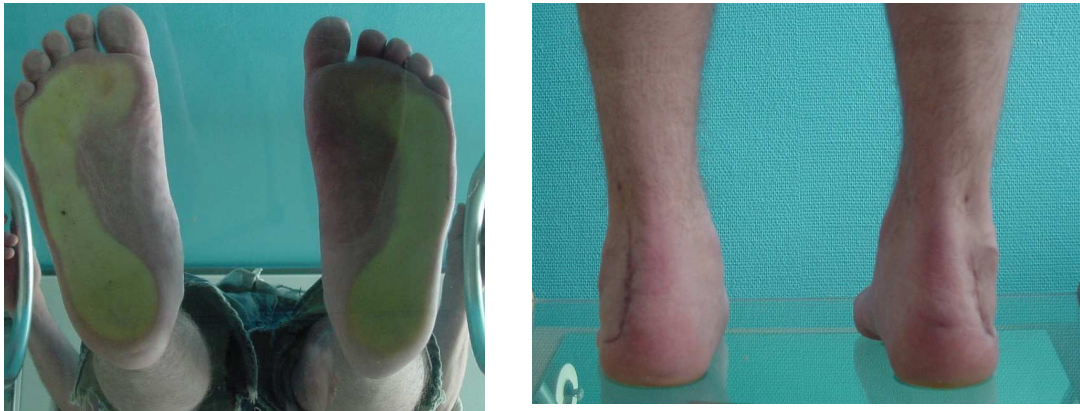


Abb. 24: Spiegeltisch

2.2.5 Pedografien

Die Ganganalyse dient der quantitativen Bestimmung der Dynamik des Stütz- und Bewegungsapparates und der Beurteilung seines Zustandes [Internet www.medilogic.de]. Dieses Verfahren wurde gewählt, da es im Vergleich zu Fragebögen ein objektives Maß zur Einschätzung der Fußfunktion darstellt (Davies 2003) und sich überdies beim follow up bei Calcaneusfrakturen bewährt hat (Mittlmeier 1993; Rosenbaum, Bauer et al. 1996; Siegmeth, Petje et al. 1996; Kinner, Best et al. 2002). In der Literatur wurde beschrieben, dass im Rahmen einer pedografischen Untersuchung eine Korrelation der Kinetik und des Gangzykluses mit einem anatomischen Bezugspunkt hergestellt werden kann und dass indirekt Rückschlüsse über Einschränkungen in der Gelenkbeweglichkeit im Fuß gezogen werden können (Becker, Rosenbaum et al. 1997; Mittlmeier 1989; Siegmeth, Petje et al. 1996). Somit sollte die Pedografie in dieser Studie darüber Aufschluss geben, ob bzw. inwiefern sich die Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks bei Calcaneusfrakturen in der Ganganalyse widerspiegelt.

Im Rahmen der Nachuntersuchung erhielten 18 Patienten eine Pedografie. Dabei handelte es sich um 16 Männer (89 %) und 2 Frauen (11 %) mit einem Durchschnittsalter von 50,6 Jahren (der älteste Patient war 71 Jahre, der jüngste 32 Jahre). 7-mal (39 %) war der rechte Fuß betroffen und 11-mal (61 %) der linke. Patienten mit

Material und Methode

beidseitigen Calcaneusfrakturen wurden hiervon ausgeschlossen, um eine Beeinflussung des Gangbildes des verletzten Fußes durch die zweite Fersenbeinfraktur zu vermeiden. Kein Patient litt an zerebralen Erkrankungen, die das Gangbild hätten beeinträchtigen können.

Für alle pedografischen Messungen wurde ein Ganganalysesystem des Unternehmens T&T medilogic Medizintechnik GmbH benutzt, das speziell für die Analyse und Dokumentation des menschlichen Bewegungsverhaltens entwickelt wurde. Die Durchführung erfolgte in Zusammenarbeit mit einem qualifizierten Mitarbeiter der Firma Reiss, Regensburg.

Kernkomponenten des modular aufgebauten Ganganalysesystems bildeten Druckmesssohlen, ein Probandenmodem und ein Computermodem. Jedem Patienten wurden Druckmesssohlen in der entsprechenden Größe (Sohlengrößen von 19 bis 50 konnten abgedeckt werden) in seine eigenen Schuhe eingelegt. Abhängig von der Sohlengröße übertrugen zwischen 35 und 64 SSR-Sensoren die beim Gehen des Patienten gewonnenen Daten in das Probandenmodul. Dieses 145 mm x 60 mm x 30 mm große Kästchen mit einem Gewicht von 180 g musste der Patient während der gesamten Ganganalyse in Form eines Gürtels am Körper tragen. Das Probandenmodem übertrug die Daten per Funk weiter zum Computermodem und schließlich über eine USB-Schnittstelle auf den Computer. Die Software ermöglichte eine Sofortanzeige der Messwerte auf dem Computermonitor. Sie gestattete die Berechnung eines typischen mittleren Schrittes [Internet www.medilogic.de].

Das Fußdruckmesssystem konnte somit die Gaitline jedes Fußes ermitteln und optisch verdeutlichen. Die Gaitline oder Ganglinie stellt während des Gehens den Verlauf des Abrollens über den Fuß dar. Der Computer zeichnet bei jedem Abrollen des Fußes eine Linie auf, so dass sich daraus nach mehreren Schritten ein Linienbündel ergibt. Dieses dient der Beurteilung der Gangart und der Gangstabilität des Patienten.

Ferner erfolgte eine sehr genaue Darstellung der Druckverhältnisse am Fuß: Das System zerlegte jede Sohle in 151 theoretische, etwa gleich große Teile und wies jedem einzelnen Druckpunkt seinen Wert zu. Hierbei wurden sowohl die maximalen als auch die durchschnittlichen Werte berücksichtigt. Zusätzlich erfolgte die prozentuale Angabe der Menge an Druckpunkten, die der Patient beim Gehen tatsächlich belastete. Darüber hinaus konnte die Kontaktzeit des Fußes mit der Unterfläche wäh-

Material und Methode

rend des Gehens festgestellt werden. Hierbei wurde der verletzte Fuß mit der jeweiligen gesunden Seite verglichen, wie dies auch in anderen Studien üblich war (Siegmeht, Petje et al. 1996; Kinner, Best et al. 2002; Davies 2003). Die Abweichung der Ganglinie des verletzten Fußes von der Norm, der Unterschied zwischen der Gesamtdruckbelastung der betroffenen Seite und der gesunden, und die Abweichung der Contact Time, d. h. derjenigen Zeit, in der beispielsweise die Ferse in Kontakt mit dem Boden war, zwischen links und rechts (siehe Abbildung 25) wurden gemäß folgender Tabelle beurteilt:

Tabelle 3: Auswertung Pedografie

Abweichung	Abweichung der Ganglinie	Abweichung der Gesamtdruckbelastung	Abweichung der Kontaktzeit
kaum	< 10 %	< 3 %	< 10 %
geringfügig	10-30 %	3-6 %	10-30 %
mittel	31-50 %	7-10 %	31-50 %
stark	> 50 %	> 10 %	> 50 %

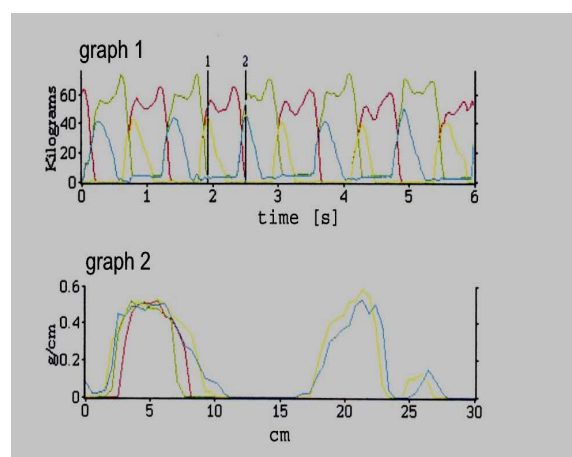


Abb. 25: Kontaktzeit

Mit dem Ziel, die Druckverteilung am Fuß etwas differenzierter zu betrachten, wurden die einzelnen Druckpunkte anschließend ihren verschiedenen anatomischen Korrelaten (Vor-, Mittel-, und Rückfuß, Cuboid, Hallux, Längsgewölbe) zugeordnet, was Abbildung 26 erläutert:

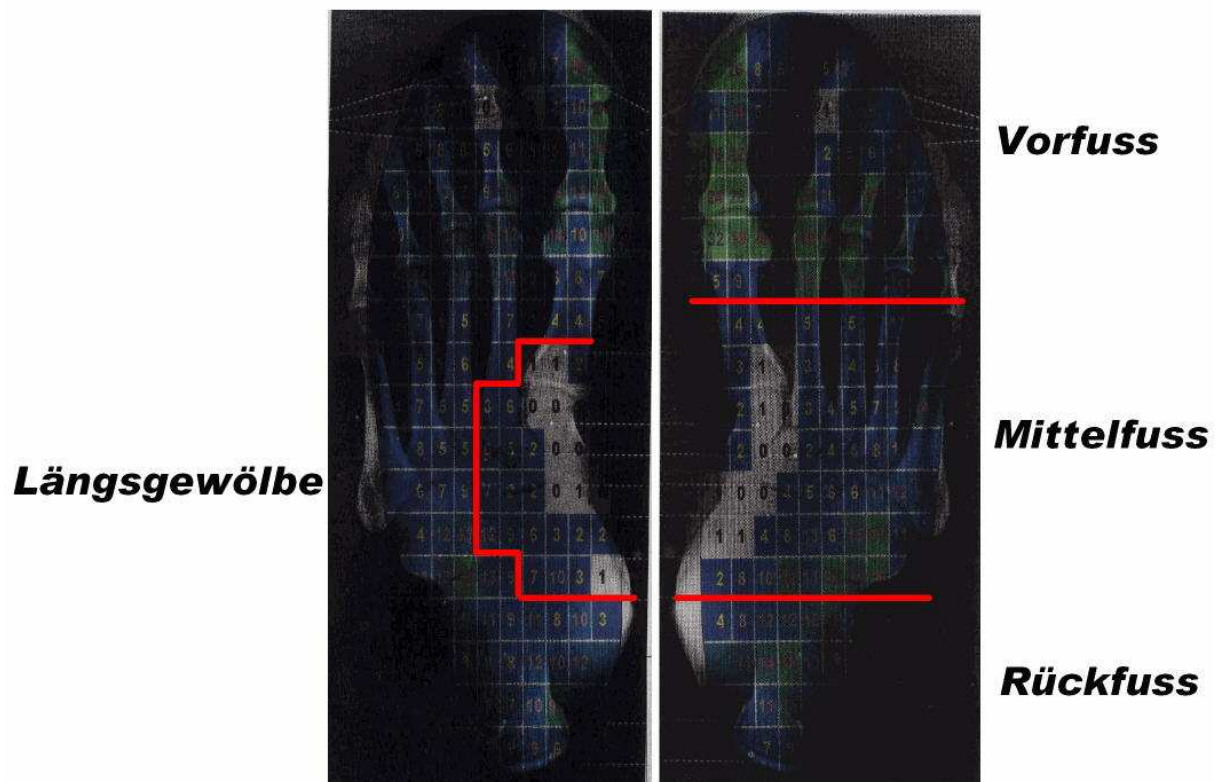


Abb. 26: Zuordnung der Druckpunkte zu ihren anatomischen Korrelaten

Nach der Addition der einzelnen Druckpunktwerte eines anatomischen Areals konnte der Gesamtdruck in diesem Gebiet mit dem der gesunden Seite verglichen werden. Für jedes Areal wurde folgender Score verwendet:

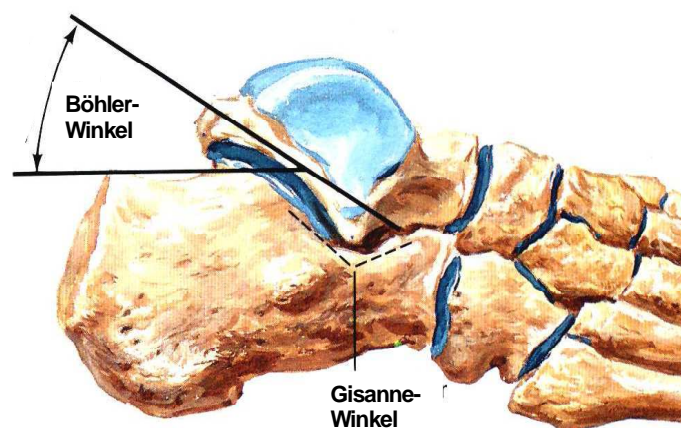
Tabelle 4: Score Druckdifferenz

Druckdifferenz	Druck betroffener Fuß - Druck gesunder Fuß in N/cm ²
keine	- 1 bis + 1
kaum	- 1,1 bis - 3 und + 1,1 bis + 3
geringfügig	- 3,1 bis - 5 und + 3,1 bis + 5
mittelmäßig	- 5,1 bis - 7 und + 5,1 bis + 7
stark	< - 7, 1 und > + 7, 1

2.2.6 Radiologische Beurteilung

Das Ziel der Auswertung der radiologischen Bilder aller Patienten bestand einerseits darin, ein objektives Maß für den Schweregrad der Frakturen und andererseits – anhand eines prä- und postoperativen Vergleiches des Bildmaterials – für das postoperative Outcome zu erhalten. Hierbei stellte der jeweilige postoperative Wert ein Mittel aus den Ergebnissen nach etwa sechs Wochen, sechs Monaten und einem Jahr nach dem Operationszeitpunkt dar. Zur radiologischen Auswertung wurde das PACS-System der Firma SIENET Magic View genutzt.

Die Bestimmung der Höhe, Breite und Länge des Calcaneus sowohl des Böhler- und Gisannewinkels erfolgte sowohl auf den präoperativen als auch auf den entsprechenden postoperativen Aufnahmen.



Funktionell relevante Winkel am Calcaneus

Abb. 27: Winkel am Calcaneus

Böhlerwinkel: Winkel zwischen einer Linie, die den höchsten Punkt des Processus Anterior mit dem höchsten Punkt der Hinterkante der posterioren Facette verbindet, und der Tangente an die obere Oberfläche der Tuberositas (Böhler 1931)

Gisannewinkel: Winkel zwischen der Tangente an der Gelenkoberfläche des medialen Fragments der posterioren Facette und der Tangente an der dorsalen Oberfläche des Calcaneushalses (Sanders 2000)



Abb. 28: Maße im konventionellen Röntgen

Die retrospektive Einteilung der Calcaneusfrakturen anhand der zuvor beschriebenen Klassifikationen fand ebenfalls im Rahmen der radiologischen Auswertung statt. Bei der Beurteilung der subtalaren Gelenkverhältnisse im postoperativen Verlauf wurde – in Anlehnung an Ebraheim et al. und Linsenmaier et al. – eine Gelenkstufe kleiner 2 mm als gering, gleich 2 mm als mäßig, und größer 2 mm als erheblich definiert (Ebraheim, Biyani et al. 1996; Linsenmaier, Brunner et al. 2003).

Um für die spätere Auswertung der Daten die Calcaneusfrakturen in Frakturen mit und ohne Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks unterscheiden und beide Frakturtypen miteinander vergleichen zu können, war es besonders wichtig, das Calcaneocuboidgelenk zu beurteilen. Dies geschah v. a. anhand von CT-Bildern, da Verletzungen des CCJ in konventionellen Röntgenaufnahmen leicht übersehen werden (Ebraheim, Haman et al. 1999). Im Falle einer CCJ-Beteiligung erfolgte anhand des Schweregrades der Gelenkbeteiligung eine weitere Untergliederung in drei Kategorien: Stufenbildung im Gelenkspalt > 2 mm (Schweregrad 1), mehrere Frakturlinien im Gelenkspalt (Schweregrad 2), CCJ-Beteiligung mit Begleitverletzung wie z. B. Cuboidfraktur oder Luxation im Chopartgelenk (Schweregrad 3). Abbildung 29 gibt einen Überblick über die einzelnen Schweregrade.



CCJ nicht betroffen (Stufe < 2 mm)



CCJ betroffen: Schweregrad 1



CCJ betroffen: Schweregrad 2



CCJ betroffen: Schweregrad 3

Abb. 29: Schweregradeinteilung der CCJ-Verletzung

Da die Inzidenz für die Beteiligung des CCJ bei Calcaneusfrakturen in der Literatur erheblich schwankt (zwischen 38,7 % und 68 %) und zugleich selten definiert wird, ab wann der Autor von einer Beteiligung spricht, sollte die Untergliederung in Schweregrade zeigen, wie ausgeprägt und wie häufig die CCJ-Beteiligung tatsächlich auftritt (Stephanson 1987; Hutchinson und Huebner 1994; Ebraheim, Biyani et al. 1996). Von einer postoperativen Stufe im CCJ wurde ab einer Größe von $\geq 0,2$ cm gesprochen.

Folgende Tabelle gibt wieder, welche Kriterien in welchen radiologischen Verfahren und Ebenen beurteilt wurden und wie viele Bilder fehlten bzw. vorhanden waren:

Tabelle 5: radiologische Auswertung

N (Frakturen) = 60	Typ	Ebene	Zeitpunkt	Anzahl
Böhler-Winkel	konventionell	mediolateral	prä/postoperativ	41
Gisane-Winkel	konventionell	mediolateral	prä/postoperativ	41
Calcaneus-Höhe	konventionell	mediolateral	prä/postoperativ	41
Calcaneus-Länge	konventionell	mediolateral	prä/postoperativ	41
Calcaneus-Breite	konventionell	axial	prä/postoperativ	22
Beteiligung des CCJ	CT	axial	präoperativ	CT fehlt 8x
Frakturtyp	CT	sagittal	präoperativ	CT fehlt 11x
Sanders-Klassifikation	CT	koronal	präoperativ	CT fehlt 16x
ICI-Klassifikation	CT	axial, koronal, sagittal	präoperativ	fehlendes CT 20x in mind 1 Ebene
Zwipp-Klassifikation	CT	axial, koronal, sagittal	präoperativ	fehlendes CT 20x in mind 1 Ebene
Gelenkstufe subtalar	konventionell	Brodén	postoperativ	7x keine Aufnahme

Somit lag lediglich von 50 Patienten bzw. 60 Frakturen radiologisches Bildmaterial vor. Dabei handelte es sich um 36 Männer (72 %) und 14 Frauen (28 %) mit einem Durchschnittsalter von 49,3 Jahren (der älteste Patient war 72 Jahre, der jüngste 23 Jahre). 18-mal (36 %) war der rechte Calcaneus frakturiert, 22-mal (44 %) der linke und 10-mal (20 %) waren beide Fersenbeine betroffen.

Bei 52 der 60 betrachteten Frakturen konnte eine Einschätzung der Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks vorgenommen werden. Ergänzend wurden sieben Frakturen von sechs Patienten in diese Gruppe mitaufgenommen, da der Grad der Calcaneocuboidbeteiligung trotz fehlender Röntgenunterlagen eindeutig sowohl aus den Akten als auch aus den OP-Berichten hervorging. Hierbei wurden nur diejenigen Frakturen, bei denen das CCJ eindeutig beurteilbar war, für die Unterscheidung CCJ betroffen oder nicht betroffen herangezogen; bei fehlendem Bildmaterial wurde ein Nichterwähnen einer CCJ-Beteiligung in den Akten und im OP-Bericht also nicht mit einer fehlenden CCJ-Beteiligung gleichgesetzt.

2.2.7 Statistische Berechnungen

Die statistische Auswertung des Datensatzes erfolgte mit Hilfe des „Statistical Package for Social Science“ (SPSS) Version 12.0. Die Korrelation zwischen verschiedenen Parametern wurde mittels des verteilungsunabhängigen Spearman Tests berechnet. Der Einfluss verschiedener Parameter auf die Zielgrößen wurde mit dem χ^2 Test sowie dem Kruskal-Wallis-Test ermittelt. Den Berechnungen wurde jeweils ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ zugrunde gelegt. Zur genauen Darstellung der verwendeten statistischen Verfahren sei auf Weiß et al. sowie Duller verwiesen (Weiß 2004; Duller 2006). Die erzielten Befunde werden im Ergebnisteil in der Reihenfolge der Fragestellungen vorgestellt und erläutert.

3 Ergebnis

3.1 Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks

Im Rahmen dieser Studie wurden die Calcaneusfrakturen anhand der präoperativen konventionellen Röntgenaufnahmen und CTs in Frakturen mit CCJ-Beteiligung und in Frakturen ohne CCJ-Beteiligung unterteilt. Es stellte sich heraus, dass 19 der 59 Frakturen (32,2 %) keine oder eine zu vernachlässigende CCJ-Beteiligung (Stufe < 2 mm) aufwiesen. 40 der 59 Frakturen (67,8 %) wiesen eine CCJ-Beteiligung auf. Das Ausmaß der CCJ-Beteiligung wurde in drei Schweregrade untergliedert, deren Häufigkeit folgende Abbildung zeigt.

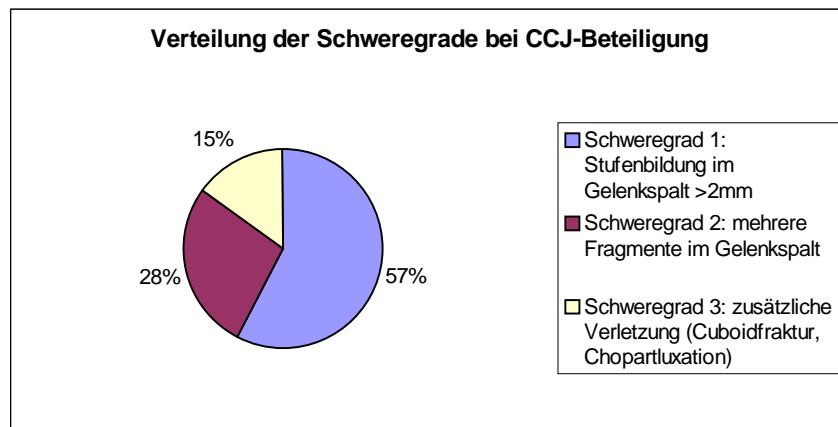


Abb. 30: Die Verteilung der Schweregrade bei CCJ-Beteiligung

3.2 Alters- und Geschlechtsverteilung

Die Alters- und Geschlechtsverteilung des Patientengutes ist in Tabelle 6 und 7 aufgeführt. Sowohl die Geschlechterverteilung als auch das durchschnittliche Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Verletzung war bei Calcaneusfrakturen mit und ohne Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks gleich (χ^2 -Test, p (Geschlecht) = 0,332 bzw. p (Alter) = 0,630).

Tabelle 6: Geschlechterverteilung

		CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
		Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Geschlecht	n	18		35	
	männlich	15	83,3	26	74,3
	weiblich	3	16,7	9	25,7

Tabelle 7: Altersverteilung

		CCJ nicht betroffen	CCJ betroffen
Alter	Mittelwert	44	46
	Median	45	47
	Maximum	60	67
	Minimum	19	18

3.3 Unfallursache

In Tabelle 8 sind die Unfallursachen aufgelistet, die zur Calcaneusfraktur führten. Die häufigste Ursache stellte der Sturz aus geringer Höhe dar; hieraus resultierten öfter Frakturen ohne CCJ-Beteiligung als Frakturen mit CCJ-Beteiligung. Verkehrsunfälle führten vor allem zu Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung. Ein Suizidversuch ging ausschließlich mit Frakturen mit CCJ-Beteiligung einher.

Zwischen CCJ-Beteiligung und Unfallursache bestand keine Korrelation (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,853$).

Tabelle 8: Unfallursachen

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	16		32	
Verkehrsunfälle	1	6,3	8	25,0
Sturz aus kleiner Höhe	11	68,8	17	53,1
Sturz aus großer Höhe	3	18,8	6	18,8
Sonstiges	1	6,3	1	3,1
Arbeitsunfall	5	31,3	6	18,8
Suizidversuch	0	0	2	6,3

3.4 Begleitverletzungen

Tabelle 9 führt die Begleitverletzungen auf, die sich bei den Calcaneusfrakturen ereignet hatten. Patienten mit Frakturen, die mit einer Beteiligung des CCJ einhergingen, wiesen tendentiell häufiger Begleitverletzungen auf als Patienten ohne CCJ-Beteiligung (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,302$).

Tabelle 9: Begleitverletzungen¹

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	19		40	
Frakturen mit Begleitverletzungen	7	36,8	21	52,5
Kompartmentsyndrom präoperativ	1	5,3	3	7,5
einfaches Fußtrauma ²	2	10,5	5	12,5
zusätzlich beeinträchtigende Verletzung ³	7	36,8	19	47,5
komplexes Fußtrauma ⁴	1	5,3	1	2,5
Polytrauma ⁵	0	0	1	2,5

Bei Betrachtung der einzelnen Schweregrade der CCJ-Beteiligung fiel auf, dass mit zunehmender Beeinträchtigung des Gelenks auch die Anzahl an Begleitverletzungen und deren Schweregrad stieg, was sich beispielsweise an der zunehmenden Anzahl an präoperativen Kompartmentsyndromen erkennen ließ.

¹ Im Falle einer beidseitigen Calcaneusfraktur ging die Beschreibung von dem Fuß aus, der eine weitere Verletzung aufwies; die Calcaneusfraktur am anderen Fuß wurde dann als zusätzlich beeinträchtigende Verletzung erfasst

² Calcaneusfraktur und eine zusätzliche Fraktur oder Luxation am selben Fuß

³ Verletzungen, die den Regenerationsprozess verzögern, z. B. Frakturen an Wirbelsäule, Hüfte, Arm, Unterschenkel

⁴ Calcaneusfraktur und mehr als eine zusätzliche Fraktur am selben Fuß

⁵ Polytrauma nach Tscherne

Tscherne, H., G. Regel, et al. (1987). "[Degree of severity and priorities in multiple injuries]." *Chirurg* **58**(10): 631-40.

Ergebnis

Tabelle 10: Begleitverletzungen in Abhängigkeit vom Schweregrad der CCJ-Beteiligung

CCJ betroffen						
	Schweregrad 1		Schweregrad 2		Schweregrad 3	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Gesamt	23		11		6	
Frakturen mit Begleitverletzungen	11	47,8	5	45,5	5	83,3
Kompartmentsyndrom präoperativ	0	0	1	9,1	2	33,3
einfaches Fußtrauma	1	4,3	0	0	4	66,7
zusätzlich beeinträchtigende Verletzung	11	47,8	5	45,5	3	50,0
komplexes Fußtrauma	0	0	1	9,1	0	0
Polytrauma	0	0	0	0	1	17,0

3.5 Begleiterkrankungen

22,2 % der Patienten ohne CCJ-Beteiligung wiesen eine manifeste Hypertonie als Grunderkrankung auf, ein Patient litt darüber hinaus an Diabetes mellitus Typ 1 und ein Patient an einer pAVK. Bei Patienten mit CCJ-Beteiligung bestand bei 13,9 % der Betroffenen eine Hypertonie, zusätzlich hatte je ein Patient Diabetes mellitus Typ 1, Osteoporose, Hypothyreose, KHK und Hypercholesterinämie.

3.6 Zeitpunkt der Versorgung

Calcaneusfrakturen mit Beteiligung des CCJ wurden durchschnittlich sieben Tage (Min. 0, Max. 21 Tage) nach Verletzung operiert. Lag keine CCJ-Beteiligung vor, so erfolgte die operative Versorgung im Mittel nach sechs Tagen (min 0, max 14 Tage). Ein Zusammenhang zwischen CCJ-Beteiligung und der Zeitspanne zwischen Unfall und Operation ließ sich nicht erkennen (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,778$).

3.7 Art der operativen Versorgung

Die operative Versorgung der Calcaneusfrakturen ist in Abbildung 31 dargestellt.

Ergebnis

Sowohl bei der Versorgung von Calcaneusfrakturen mit als auch ohne CCJ-Beteiligung dominierte die offene Reposition als Therapie der Wahl. Dennoch wurde das minimal-invasive Vorgehen mit 38,9 % bei Frakturen ohne CCJ-Beteiligung weit-aus häufiger angewendet als bei Frakturen mit CCJ-Beteiligung (19,4 %) (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,129$).

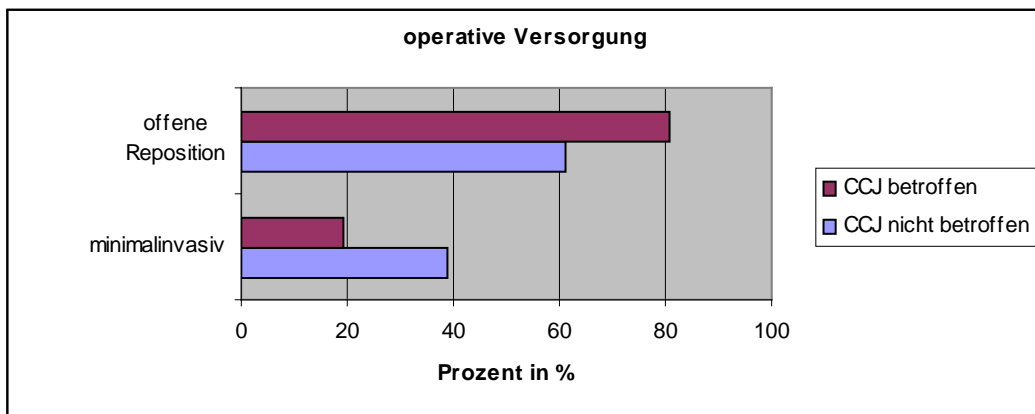


Abb. 31: Art der operativen Versorgung der Calcaneusfrakturen

3.8 Operationsdauer

Aus den einzelnen Operationszeiten der Patienten mit Calcaneusfrakturen wurde eine durchschnittliche OP-Dauer berechnet.

Die operative Versorgung von Frakturen ohne CCJ-Beteiligung dauerte durchschnittlich 71 min (min 27, max 142 min). Bei einer Beteiligung des CCJ verlängerte sich die Operationszeit auf durchschnittlich 80 min (min 15, max 195 min) (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,318$).

Abbildung 32 stellt die Operationsdauer in Abhängigkeit vom Schweregrad der CCJ-Beteiligung dar. Mit zunehmender Schwere der CCJ-Beteiligung ließ sich eine Zunahme der Operationsdauer beobachten (Kruskal Wallis Test $p = 0,009$).

Ergebnis

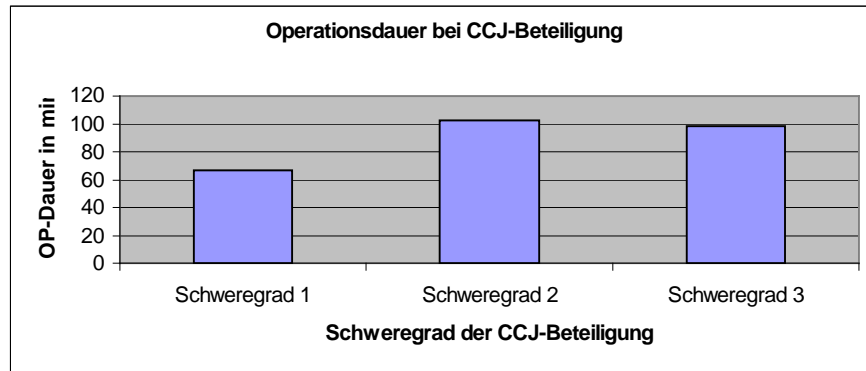


Abb. 32: Operationsdauer bei CCJ-Beteiligung

3.9 Komplikationen

In Tabelle 11 sind die Komplikationen aufgeführt, die postoperativ bei Calcaneusfrakturen auftraten. Einer von 18 Patienten (5,6 %) ohne CCJ-Beteiligung hatte postoperativ eine oberflächliche Wundheilungsstörung. Bei Frakturen mit CCJ-Beteiligung litten 6 von 36 Patienten (16,7 %) an postoperativen Komplikationen: Neben drei oberflächlichen und zwei tiefen Wundheilungsstörungen kam es bei einem Patienten zum Auftreten einer Peritonitis. Zwischen CCJ-Beteiligung und dem Auftreten von Komplikationen bestand kein statistischer Zusammenhang (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,446$).

Tabelle 11: Komplikationen

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Patienten gesamt	18		36	
Komplikationen	1	5,6	6	16,7
Oberflächliche Wundheilungsstörung	1	5,6	3	8,4
tiefe Wundheilungsstörung	0		2	5,6
systemische Komplikation	0		1	2,8

3.10 Folgeoperationen

Die Folgeoperationen nach der operativen Versorgung von Fersenbeinfrakturen sind in Tabelle 12 aufgeführt.

Bei über der Hälfte der Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung erfolgte ein postoperativer Eingriff zur Materialentfernung; bei einem Patienten war eine Arthrolyse

Ergebnis

nötig. Im Gegensatz dazu waren bei Fersenbeinfrakturen mit CCJ-Beteiligung seltener Materialentfernungen und häufiger Eingriffe wie Arthrolysen (20 %), Arthrodesen (8 %) und Debridement (24 %) indiziert. Die Korrelationen waren allerdings nicht signifikant (CCJ-Beteiligung/Folgeoperation Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,562$; CCJ-Beteiligung/Materialentfernung Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,257$; CCJ-Beteiligung/Schweregrad OP Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,236$).

Tabelle 12: Folgeoperationen

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Folge-Operationen	11	57,9	25	62,5
Materialentfernungen	11	100	21	84,0
Sonstiges*	1	9,1	13	52,0

* Arthrolyse, Arthrodesse, Debridement

Bei Betrachtung der einzelnen Schweregrade der CCJ-Beteiligung war mit zunehmender Schwere der CCJ-Beteiligung eine Zunahme der Anzahl an Folgeoperationen festzustellen.

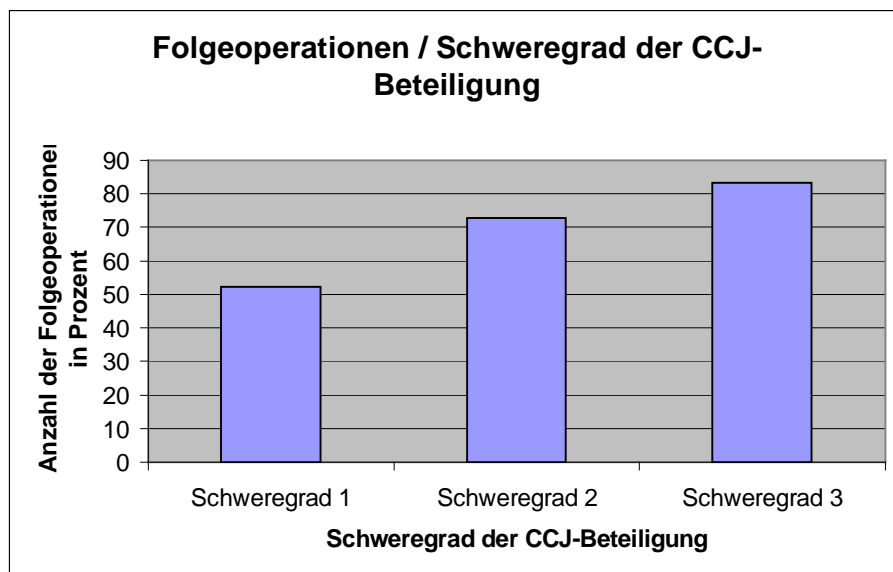


Abb. 33: Folgeoperationen bezogen auf den Schweregrad der CCJ-Beteiligung

3.11 Radiologische Beurteilung

3.11.1 Fraktur-anatomie

3.11.1.1 *Klassifikation nach Essex-Lopresti*

Teilt man die Frakturen nach Essex-Lopresti ein, so ergeben sich insgesamt 46 joint-depression und vier tongue type Frakturen. Dabei trat eine CCJ-Beteiligung ausschließlich bei Frakturen vom joint-depression Typ auf. 10 der 14 Frakturen (71,4 %) ohne CCJ Beteiligung wiesen ebenfalls den joint-depression Typus auf, während die restlichen 4 (28,6 %) Tongue-Type Frakturen darstellten.

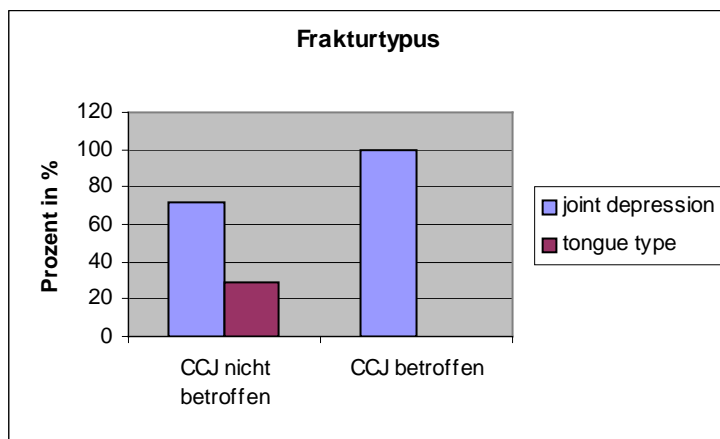


Abb. 34: Frakturtypen

3.11.1.2 *Sanders-Klassifikation*

Tabelle 13 zeigt die Einteilung der Calcaneusfrakturen nach Sanders. Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung wiesen in der Sanders-Klassifikation alle Schweregrade auf, wobei diese etwa gleich häufig vorkamen. Im Gegensatz dazu lag Sanders Typ I bei keiner der Frakturen mit CCJ-Beteiligung vor. Vielmehr bestand hier der Großteil, d. h. 21 von 24 Frakturen (87,5 %), aus Sanders III und IV Frakturen.

Tabelle 13: Sanders-Klassifikation

Klassifikation	Typ	CCJ nicht betroffen	CCJ betroffen
Sanders	I	3	0
	II	2	3
	III	3	11
	IV	4	10

Ergebnis

3.11.1.3 ICI-Klassifikation

Die Einteilung in die ICI-Klassifikation (Tabelle 14) zeigte, dass bei den Frakturen, die mit einer CCJ-Beteiligung einhergingen, viel häufiger weitere Gelenkflächen verletzt waren.

Tabelle 14: ICI-Klassifikation

Typ	CCJ nicht betroffen	CCJ betroffen
81.2-A1[d(1.1.1.)]	1	0
81.2.A1[d(1.2.2)]	1	0
81.2-B1[d(1.3.2)]	1	0
81.2-B2[d(1.3.2), h(1.2.2)]	0	1
81.2-C1[d(1.3.2)]	2	0
81.2-C1[d-e(1.3.2)]	2	0
81.2.-C1[d-f(1.3.3.), h(1.1.1)]	1	0
81.2-C2[d(1.2.2), h(1.1.1)]	1	0
81.2-C2[d(1.3.2), h(1.2.2)]	0	4
81.2-C2[d(1.3.2), h(1.3.2)]	1	1
81.2-C2[d(1.3.3), h(1.1.1)]	1	0
81.2-C2[d(1.3.3), h(1.2.2)]	0	4
81.2-C2[d-e(1.3.3), h(1.2.2)]	0	1
81.2-C2[e(1.3.2), h(1.1.1)]	1	0
81.2-C2[d-f(1.3.2),h(1.3.3)]	0	1
81.2-C2[d-f(1.3.3), h(1.1.1)]	0	1
81.2-C2[d-f(1.3.3), h(1.2.2)]	0	5
81.2.-C2[d-f(1.3.3), h(1.3.1)]	0	1
81.2.-C2[d-f(1.3.3), h(1.3.2)]	0	2
81.2-C2[d-f(1.3.3), h(1.3.3)]	0	2
81.2-C2[d-h(1.3.3)]	0	6
81.2.-C2[d-h(1.3.3)]+ 82.2.-B1[h(1.1.1)]	0	1

Ergebnis

3.11.2 Repositionsergebnis

3.11.2.1 Subtalargelenk

Als Maß für das Repositionsergebnis galt das Bestehen oder Nichtbestehen einer Stufe im Subtalargelenk > 2 mm, was Abbildung 35 zeigt.

Frakturen ohne CCJ-Beteiligung wiesen in 35,7 % der Fälle eine postoperative Stufenbildung im Subtalargelenk auf. Im Gegensatz dazu war eine Stufenbildung bei mehr als der Hälfte der Frakturen mit CCJ-Beteiligung zu beobachten. Hierbei war die Stufe nicht nur deutlich häufiger vorhanden, sondern auch stärker ausgeprägt.

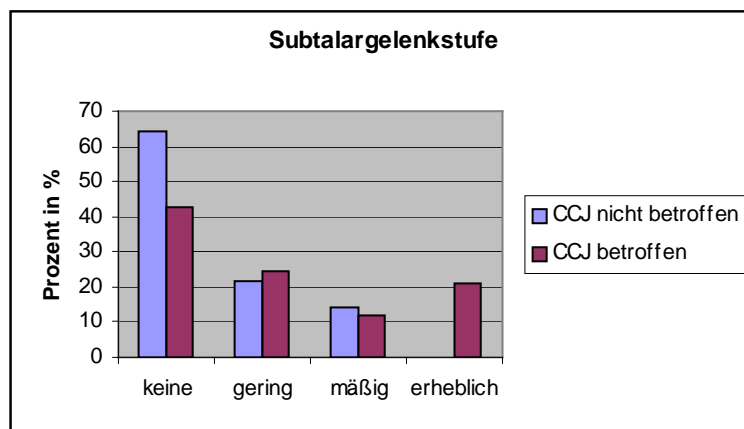


Abb. 35: Repositionsergebnis im Subtalargelenk

3.11.2.2 CCJ

Tabelle 15 stellt das Repositionsergebnis im CCJ dar. Postoperativ zeigte sich bei sieben von 33 Patienten mit CCJ-Beteiligung (21,2 %) eine persistierende Stufe im Calcaneocuboidgelenk. Weniger ausgeprägte Verletzungen des CCJ schienen dabei ein besseres Repositionsergebnis erzielt zu haben als schwerere Verletzungen des CCJ (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,191$).

Tabelle 15: Repositionsergebnis im CCJ in Abhängigkeit vom Schweregrad der CCJ-Beteiligung

	Schweregrad 1		Schweregrad 2		Schweregrad 3	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	20		11		5	
Stufe im CCJ	2	10	4	36,4	1	20
keine Stufe im CCJ	18	90	7	63,6	4	80

Ergebnis

3.12 Zufriedenheit

Tabelle 16 gibt darüber Aufschluss, wie zufrieden Patienten mit Calcaneusfrakturen mit ihrem Outcome waren. Alle Patienten waren unabhängig davon, ob das CCJ betroffen war, mit ihrem Outcome vor allem sehr zufrieden bis zufrieden (Kruskal Wallis Test $p = 0,544$).

Tabelle 16: Zufriedenheit mit dem Outcome

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	18		36	
sehr zufrieden	7	38,9	16	44,4
zufrieden	8	44,4	15	41,7
mäßig zufrieden	2	11,1	5	13,9
unzufrieden	1	5,6	0	0

Es zeigte sich, dass die Zufriedenheit des Patienten mit zunehmendem Schweregrad der CCJ-Beteiligung abnahm (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,798$).

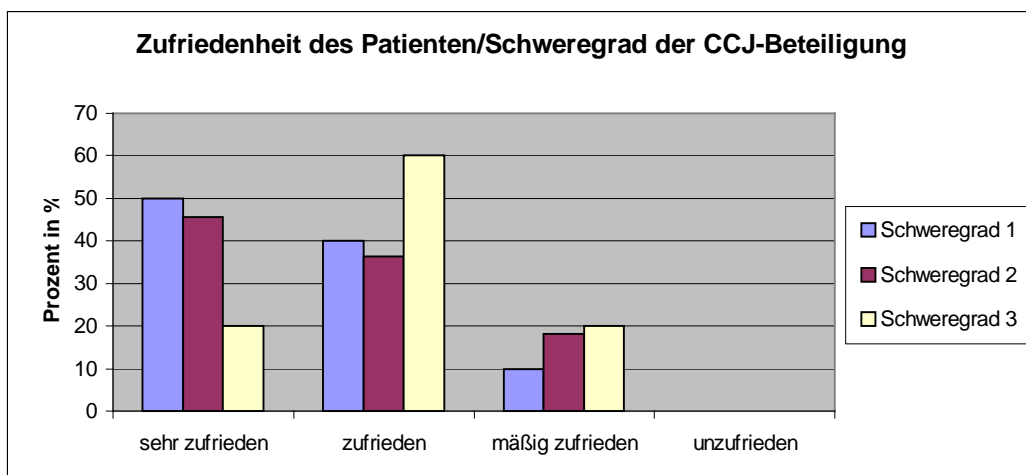


Abb. 36: Zufriedenheit in Abhängigkeit vom Schweregrad der CCJ-Beteiligung

3.13 Schmerzmedikation

Bei der Befragung der Patienten hinsichtlich der Einnahme von Schmerzmitteln wurden diese in zentral und peripher wirksame unterschieden.

Patienten ohne Beteiligung des CCJ nahmen etwas seltener peripher wirksame Schmerzmittel ein als Patienten mit CCJ-Beteiligung, zudem erfolgten die Einnahmen weniger regelmäßig als bei denjenigen mit Gelenkbeteiligung. Generell zog die Mehrheit der Patienten peripher wirksame Schmerzmittel den zentral wirksamen vor. Die stärkere Medikation benötigten etwas mehr Patienten ohne CCJ-Beteiligung, jedoch erfolgte die Einnahme kaum regelmäßig.

Tabelle 17: Schmerzmedikation (SM)

	CCJ nicht betroffen				CCJ betroffen			
	zentrale SM		periphere SM		zentrale SM		periphere SM	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Gesamt	18		18		36		36	
nein	15	83,3	12	66,7	31	86,1	23	63,9
gelegentlich	3	16,7	5	27,8	3	8,3	9	25,0
1-mal pro Tag	0	0	1	5,6	1	2,8	3	8,3
mehrmals täglich	0	0	0	0	1	2,8	1	2,8

3.14 Arbeitsfähigkeit

Abbildung 37 zeigt, wie viele Patienten unter Einschränkungen ihrer Arbeitsfähigkeit leiden. 61,5 % der Patienten ohne CCJ-Beteiligung waren in ihrem alten Beruf wieder voll arbeitsfähig, lediglich die Hälfte, wenn das CCJ betroffen war. Drei Patienten ohne CCJ-Beteiligung waren nach ihrer Verletzung arbeitsunfähig, sieben Patienten mit CCJ-Beteiligung litten unter Einschränkungen hinsichtlich ihrer Arbeitsfähigkeit: zwei konnten eingeschränkt im gleichen Beruf tätig bleiben, fünf waren arbeitsunfähig. Eine Korrelation zwischen CCJ-Beteiligung und Arbeitsfähigkeit bestand nicht (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,486$).

Ergebnis

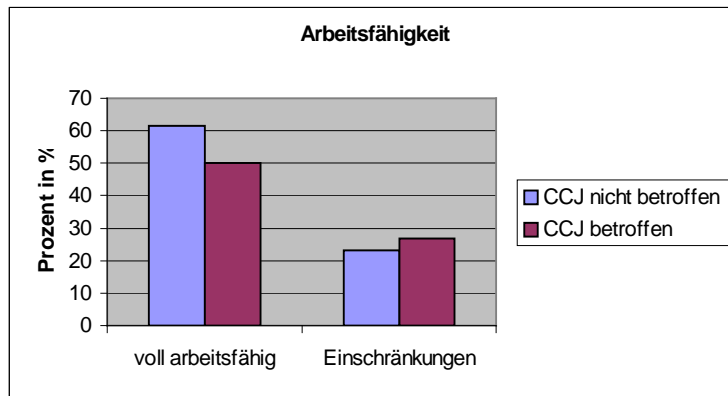


Abb. 37: Arbeitsfähigkeit

3.15 Narbenverhältnisse

Der Zustand der Narben zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ist aus Tabelle 18 zu entnehmen. Die Narben stellten sich bei Frakturen ohne CCJ-Beteiligung durchwegs als reizlos dar, wohingegen dies bei CCJ-Beteiligung bei lediglich 84,6 % der Narben der Fall war. Sie waren etwa doppelt so oft gerötet und wiesen noch häufiger Einziehungen auf. (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,647$).

Tabelle 18: Narbenverhältnisse

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	13		26	
reizlos	13	100	22	84,6
Einziehung	1	7,7	5	19,2
wetterfühlig	2	15,4	4	15,4
gerötet	1	7,7	4	15,4

3.16 Schwellung

Abbildung 38 zeigt das Ausmaß der Schwellung des frakturierten Fußes. 69,2 % der Patienten ohne CCJ-Beteiligung gaben an, keine Schwellung mehr am betroffenen Fuß zu haben. Diejenigen Patienten, bei denen noch Schwellungen auftraten, beschrieben diese v. a. als mild und nur wenige als mäßig ausgebildet. Im Gegensatz

Ergebnis

dazu litten 61,5 % der Patienten mit CCJ-Beteiligung nach wie vor unter Schwellungen, die zu einem vergleichsweise höheren Anteil mäßig und auch stärker ausgeprägt waren. Somit zeichnete sich ein Zusammenhang zwischen CCJ-Beteiligung und dem Schwellungszustand ab (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,058$).

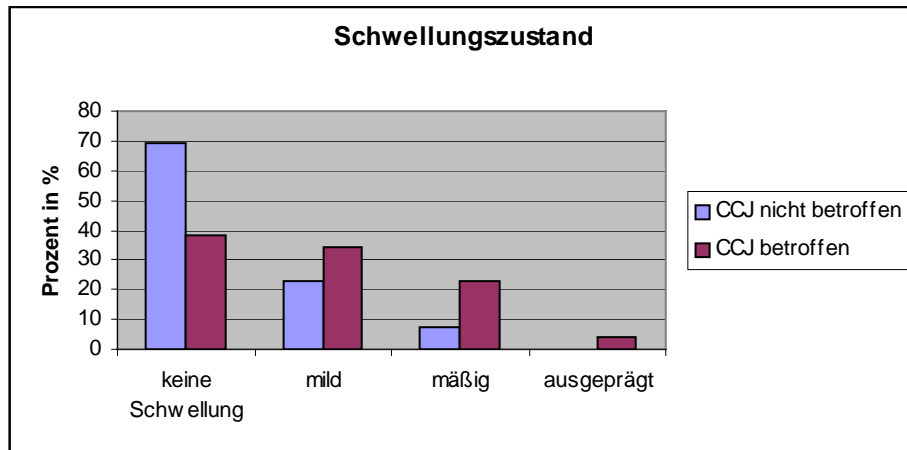


Abb. 38: Schwellungszustand

3.17 Einbeinzehenstand

Einen Überblick über die Einschränkungen beim Stehen auf einem Bein gibt Tabelle 19. Während 15,4 % der Patienten ohne CCJ-Beteiligung ein Einbeinzehenstand auf dem verletzten Fuß sicher möglich war, schaffte dies kein Patient mit Gelenkbeteiligung. 34,6 % dieser Patienten war der Einbeinzehenstand gar nicht mehr möglich, wohingegen lediglich 15,4 % der Patienten ohne CCJ-Beteiligung dazu nicht mehr im Stande waren. Hier ließ sich ein deutlicher Trend zwischen CCJ-Beteiligung und dem stärker eingeschränkten Einbeinzehenstand nachweisen (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,057$).

Ergebnis

Tabelle 19: Einbeinzehenstand

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent(%)	Anzahl	Prozent(%)
Gesamt	13		26	
keine Seitendifferenz und sicher für 1 min.	2	15,4	0	0
unsicher für 10 sec.	5	38,5	7	26,9
angedeutet	4	30,8	10	38,5
nicht möglich	2	15,4	9	34,6

3.18 Wadenumfang

Der Wadenumfang am frakturierten Fuß ist in Tabelle 20 im Vergleich zur Gegenseite dargestellt. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren die Wadenumfänge unabhängig von der CCJ-Beteiligung bei etwa einem Drittel der Patienten seitengleich. Bei 46,2 % der Patienten ohne CCJ-Beteiligung lag eine Seitendifferenz von bis zu 1 cm vor, bei 23,1 % betrug sie sogar bis zu 2 cm. Bei den Patienten mit CCJ-Beteiligung waren die Zahlen etwas niedriger, jedoch bestand in 7,7 % der Fälle ein Unterschied von mehr als 2 cm zwischen linker und rechter Wade (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,938$)

Tabelle 20: Differenz der Wadenumfänge 15 cm unterhalb des Kniegelenks

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)
Gesamt	13		26	
seitengleich	4	30,8	9	34,6
-1 cm	6	46,2	10	38,5
-2 cm	3	23,1	5	19,2
> 2 cm	0	0	2	7,7

3.19 Schuheinschränkung

Abbildung 39 zeigt, wie sich die Calcaneusfraktur auf die Schuhversorgung auswirkt. Auf die Frage nach Schuheinschränkungen infolge ihrer Verletzung gaben fast die Hälfte aller Patienten ohne CCJ-Beteiligung an, keinerlei Veränderungen bemerkt zu haben und die gleichen Schuhe wie vor dem Unfall zu tragen. Dies war lediglich 34,6 % Patienten mit CCJ-Beteiligung möglich. Mit 34,6 % bedurften sie vergleichsweise häufiger einer Einlagenversorgung und auch orthopädisches Schuhwerk benötigten sie öfter (23,1 % statt 15,4 %). Zu einer Änderung der Schuhgröße kam es etwa gleich häufig (7,7 %) (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,458$).

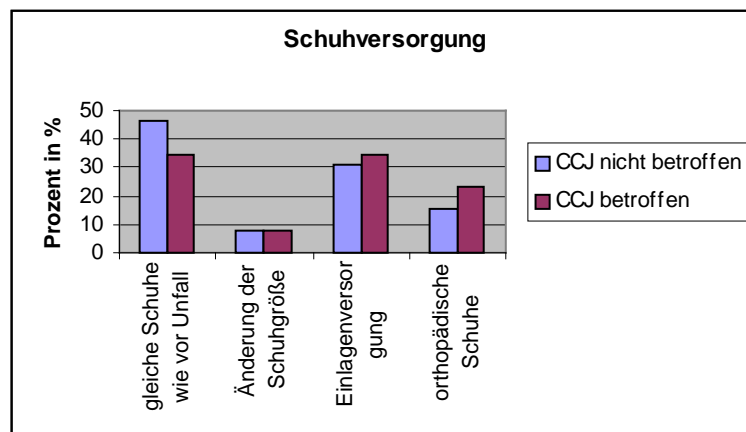


Abb. 39: Schuhversorgung

3.20 Fersenbreite

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde die Fersenbreite des frakturierten Fußes im Seitenvergleich gemessen. Dabei zeigte sich, wie aus Tabelle 21 hervorgeht, dass nach Frakturen ohne CCJ-Beteiligung fast immer Seitengleichheit bestand; lediglich bei 7,7 % war eine Differenz von 1 cm zu verzeichnen. Nach Frakturen mit CCJ-Beteiligung war eine Seitendifferenz von 1 cm bei 34,6 % der Betroffenen festzustellen, bei 3,8 % betrug der Unterschied zwischen beiden Fersenbreiten sogar bis zu 2 cm.

Somit bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen der CCJ-Beteiligung und einer größeren postoperativen Fersenbreite, die im Verlauf bestehen blieb (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,044$).

Ergebnis

Tabelle 21: Differenz zwischen linker und rechter Fersenbreite

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)
Gesamt	13		26	
seitengleich	12	92,3	16	61,5
+ 1 cm	1	7,7	9	34,6
+ 2 cm	0	0	1	3,8
> 2 cm	0	0	0	0

3.21 Sensibilität

In Tabelle 22 sind die Ergebnisse der Sensibilitätsprüfung zusammengefasst. Insgesamt litt etwa die Hälfte der Patienten ohne CCJ-Beteiligung unter Sensibilitätsstörungen. 30,8 % berichteten über Taubheit am lateralen Fußrand, und 15,4 % hatten ein Taubheitsgefühl über der Narbe bemerkt. Bei den Patienten mit CCJ-Beteiligung lagen etwa 10 % mehr Sensibilitätsstörungen vor. Je 11,5 % der Betroffenen klagten über Taubheit am lateralen Fußrand und über größere Ausfälle, 30,8 % verspürten ein Taubheitsgefühl über der Narbe (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,698$).

Tabelle 22: Störungen der Sensibilität

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)
Gesamt	13		26	
keine Störung	7	53,8	11	42,3
Taubheit über Narbe	2	15,4	8	30,8
Taubheit lateraler Fußrand	4	30,8	3	11,5
stärkere Sensibilitätsstörung	0	0	3	11,5

3.22 AOFAS-Fragebogen

Tabelle 23 gibt Mittelwerte und Median aller AOFAS Gruppen und Subgruppen wieder.

Die Auswertung des Fragebogens zeigte, dass eine Beteiligung des CCJ zu einem geringeren Punktwert in der Kategorie Schmerz (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,184$), zur gleichen Punktezahl in der Kategorie Form (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,647$) und zu weniger Punkten in der Kategorie Funktion (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,490$) führte. Während in den Untergruppen Gehstrecke (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,154$) und Beweglichkeit des OSG (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,802$) kein Unterschied zwischen den beiden Frakturformen vorlag, erreichten Patienten mit CCJ-Beteiligung in den Untergruppen Aktivität (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,178$), Gehen auf unebener Fläche (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,020$), Gangbild (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,062$) und Beweglichkeit des USG (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,107$) vergleichsweise niedrigere Werte. Alleine bei der Stabilität erreichten sie mehr Punkte (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,213$). Insgesamt war der Gesamtpunktwert bei Frakturen mit CCJ-Beteiligung niedriger als bei Frakturen ohne Gelenkbeteiligung (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,386$).

Ergebnis

Tabelle 23: Überblick über die Ergebnisse des AOFAS-Fragebogens

		CCJ nicht betroffen				CCJ betroffen			
		Mittelwert	Median	Max	Min	Mittelwert	Median	Max	Min
Schmerzen		28	30	40	20	24	30	40	0
Funktion		39	40	50	27	37	39	50	18
	Aktivität	7,0	7	10	0	6	7	10	0
	Gehstrecke	4,0	5	5	0	4	4	5	0
	Unebenheiten	3,0	3	5	0	2	3	5	0
	Gangbild	8,0	8	8	8	7	8	8	4
	Bewegung OSG	7,0	8	8	4	7	8	8	4
	Bewegung USG	4,0	6	6	0	3	3	6	0
	Stabilität	7,0	8	8	4	8	8	8	4
Form		8,0	10	10	5	8	10	10	5
Gesamt		74,0	68	100	60	69	68	90	31

3.22.1 Schmerzen

Tabelle 24 zeigt, wie die Patienten ihre Schmerzen im Rahmen des AOFAS-Fragebogens bewerteten.

Patienten ohne CCJ-Beteiligung genossen häufiger völlige Schmerzfreiheit als Patienten mit CCJ-Beteiligung und litten auch seltener unter starken, ständigen Schmerzen.

Tabelle 24: Schmerzen

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	18		36	
keine	4	22,2	1	2,8
geringe, gelegentlich	7	38,9	18	50,0
mäßig, täglich	7	38,9	15	41,7
schwer, immer	0	0	2	5,6

Ergebnis

Die Beurteilung der Schmerzintensität anhand der visuellen Analogskala bestätigte dieses Resultat: Während Patienten ohne CCJ-Beteiligung ihre Markierung auf einer Skala von 0 cm bis 12 cm im Schnitt bei 4,3 cm setzten, lag diese bei Patienten mit CCJ-Beteiligung bei durchschnittlich 6,2 cm.

3.22.2 Aktivität

Tabelle 25 fasst die Einschränkungen zusammen, unter denen die Patienten des Kollektivs infolge ihrer Verletzung litten.

Beiden Patientengruppen war gemeinsam, dass sich der Großteil der Befragten in der täglichen Aktivität nicht beeinträchtigt fühlte, wobei hier der Anteil an Patienten ohne CCJ-Beteiligung den Anteil an Patienten mit CCJ-Beteiligung übertraf. Eine CCJ-Beteiligung schien häufiger schwere Einschränkungen im Alltag mit sich zu bringen und auch der Bedarf an Gehhilfen war bei diesen Patienten gesteigert.

Tabelle 25: Einschränkungen der Aktivität

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	18		36	
keine	3	16,7	4	11,1
keine Limitierung der tägl Aktivität, Einschränkung bei Freizeitaktivitäten	12	66,7	21	58,3
Einschränkung der tägl Aktivitäten, Gehstock	2	11,1	8	22,2
schwere Einschränkung der tägl Aktivitäten, 2 Gehstützen	1	5,6	3	8,3

Ergebnis

3.22.3 Gehstrecke

In Tabelle 26 ist die maximale Gehstrecke dargestellt, die die Patienten nach eigenen Angaben zurücklegen können. Patienten mit CCJ-Beteiligung konnten etwas seltener die maximale Strecke gehen als Patienten ohne CCJ-Beteiligung.

Tabelle 26: Einschränkung der Gehstrecke

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	18		36	
> 3000 m	10	55,6	15	41,7
1000-3000 m	3	16,7	15	41,7
200-1000 m	3	16,7	5	13,9
< 200 m	2	11,1	1	2,8

3.22.4 Unebenheiten

Im Gegensatz dazu spiegelte sich eine Beteiligung des CCJ in zunehmenden Schwierigkeiten beim Gehen auf unebener Fläche wider; dies zeigt Tabelle 27. Demnach wiesen Patienten mit CCJ-Beteiligung doppelt so häufig schwere Probleme beim Gehen auf unebenen Wegen auf wie Patienten ohne CCJ-Beteiligung, während lediglich halb so viele Patienten wie in der Vergleichsgruppe unter keinerlei Schwierigkeiten litten.

Tabelle 27: Unebenheiten

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	18		36	
keine Schwierigkeiten	6	33,3	6	16,7
etwas Schwierigkeiten auf unebenen Wegen, Treppen, Leitern	9	50	18	50,0
schwere Probleme auf unebenen Wegen, Treppen, Leitern	3	16,7	12	33,3

Ergebnis

3.22.5 Gangbild

Tabelle 28 fasst die Beurteilung des Gangbildes aller Patienten zusammen, die im Rahmen des AOFAS-Fragebogens nachuntersucht wurden. Auffällige Störungen wurden ausschließlich bei Patienten mit CCJ-Beteiligung beobachtet.

Tabelle 28: Störungen des Gangbildes

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	13		26	
normal, geringe Störung	13	100	20	76,9
auffällig, deutliche Störung	0		6	23,1
schwere Störung	0		0	0

3.22.6 Bewegung OSG

Tabelle 29 gibt einen Überblick darüber, wie stark der Bewegungsumfang des OSG bei Patienten mit und ohne CCJ-Beteiligung eingeschränkt ist. Es zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

Tabelle 29: Bewegungsumfang OSG

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	13		26	
normal, geringe Einschränkung (> 30°)	10	76,9	19	73,1
mäßige Einschränkung (15 - 30°)	3	23,1	7	26,9
schwere Einschränkung (< 15°)	0	0	0	0

3.22.7 Bewegung USG

Tabelle 30 fasst zusammen, inwieweit Einschränkungen der Beweglichkeit im USG im Patientengut vorkamen.

Ergebnis

Während bei Patienten ohne CCJ-Beteiligung lediglich geringgradige Einschränkungen gehäuft auftraten, litten Patienten mit CCJ-Beteiligung vergleichsweise häufiger unter schweren Einschränkungen der USG-Beweglichkeit.

Tabelle 30: Bewegungsumfang USG

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	13		26	
normal, geringe Einschränkung (> 3/4)	7	53,8	8	30,8
mäßige Einschränkung	4	30,8	8	30,8
schwere Einschränkung (< 1/4)	2	15,4	10	38,5

3.22.8 Stabilität

Tabelle 31 enthält die Untersuchungsergebnisse der Stabilitätsprüfung. Der Großteil der Patienten wies ein stabiles OSG und einen stabilen Rückfuß auf. Bei zwei der 13 Patienten ohne CCJ-Beteiligung (15,4 %) und bei 1 der 26 Patienten mit CCJ-Beteiligung (3,8 %) lag eine Instabilität vor.

Tabelle 31: Stabilität OSG und Rückfuß

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	13		26	
stabil	11	84,6	25	96,2
instabil	2	15,4	1	3,8

3.22.9 Form

Die im Rahmen der Nachuntersuchung durchgeführte Beurteilung der Fußform der Patienten, die in Tabelle 32 wiedergegeben ist, zeigte eine etwas schlechtere Fußform bei Patienten mit CCJ-Beteiligung als bei Patienten ohne CCJ-Beteiligung.

Ergebnis

Tabelle 32: Form

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	13		26	
gut, plantiggradig, Sprunggelenk gut konfiguriert	9	69,2	16	61,5
ausreichend, plantiggradig, geringe Fehlstellung, keine Symptome	4	30,8	10	38,5
schlecht, kein plantiggradiger Fuß, schwere Fehlstellung, Symptome	0	0	0	0

3.22.10 AOFAS/Schweregrad CCJ

Betrachtet man die AOFAS-Scorewerte für die verschiedenen Schweregrade der CCJ-Verletzung gesondert, so sind keine größeren Unterschiede festzustellen (Abbildung 40). Während der durchschnittliche Punktwert für die Form bei allen drei Schweregraden identisch war, schienen die Schmerzen mit zunehmendem Schweregrad etwas abzunehmen. Die Funktion war bei der schwersten Form der CCJ-Verletzung auch am meisten eingeschränkt.

Auch zwischen den restlichen im Teil B des Fragebogens erfassten Daten und dem Schweregrad der CCJ-Beteiligung bestand kein Zusammenhang.

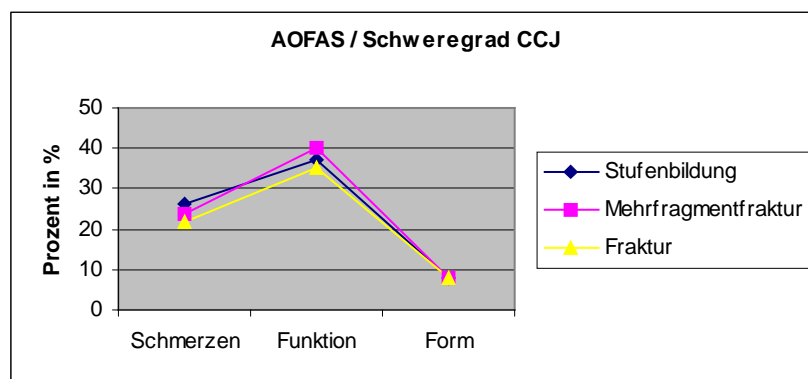


Abb. 40: AOFAS/Schweregrad CCJ

3.22.11 AOFAS/postoperative Stufe CCJ

Um festzustellen, welchen Einfluss das Bestehen einer postoperativen Stufe im CCJ auf das Outcome hatte, wurden die AOFAS-Scorewerte von Patienten mit solch einer

Ergebnis

Stufe mit den Werten von Patienten verglichen, deren CCJ zwar verletzt war, jedoch postoperativ keine Stufenbildung mehr aufwies. Wie Abbildung 41 zeigt, hatten Patienten mit postoperativer Stufe deutlich schlechtere Werte bei der Betrachtung der Gesamtpunktzahl, im Bereich Aktivität sowie Alignment. Ebenso war die Beweglichkeit in OSG und USG sowie die Schmerzen leicht vermindert.

Lediglich die Korrelation zwischen postoperativer Stufe im CCJ und Einschränkung der Aktivität erwies sich als signifikant (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,043$).

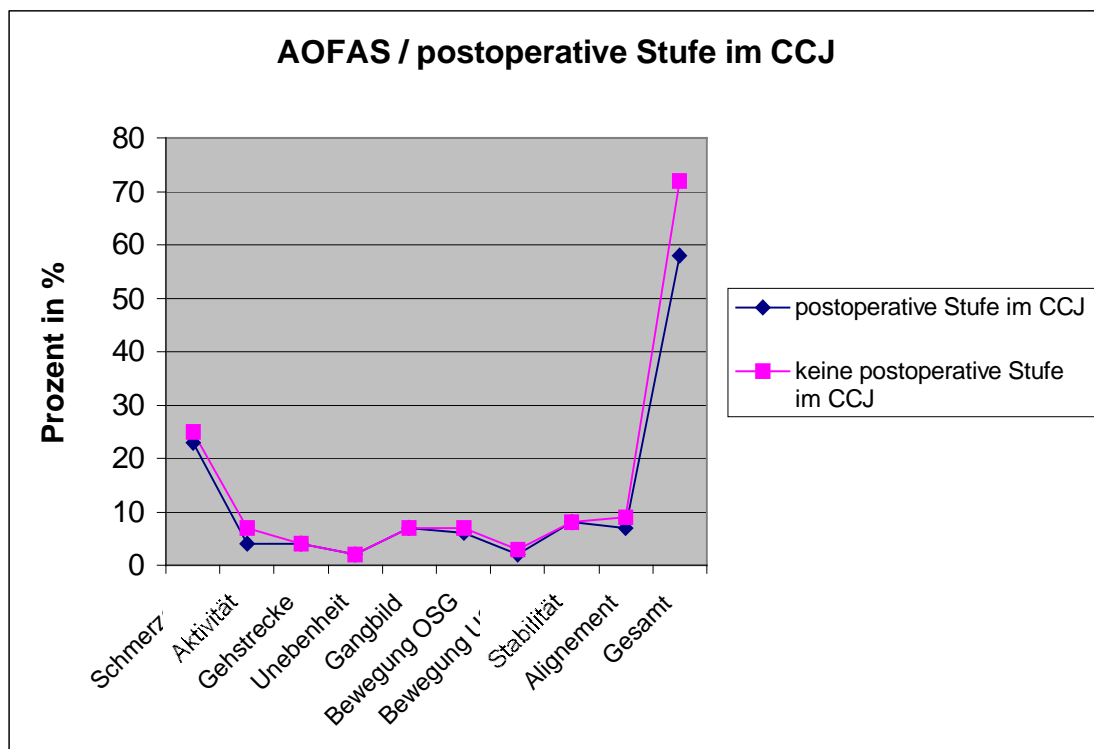


Abb. 41: AOFAS/postoperative Stufe CCJ

Von den übrigen Fragestellungen, die im Rahmen von Teil B des Fragebogens untersucht wurden, zeichnete sich lediglich zwischen dem Bestehen einer postoperativen Stufe im CCJ und einer vergrößerten Fersenbreite ein Trend ab (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,073$).

3.22.12 AOFAS-Auswertung nach Thordarson

Tabelle 33 zeigt die Beurteilung der Ergebnisse nach Thordarson. Die Auswertung des AOFAS-Fragebogens entsprechend seiner Einteilung ergab, dass Frakturen ohne CCJ-Beteiligung häufiger zu sehr guten Ergebnissen führten als Verletzungen mit

Ergebnis

CCJ-Beteiligung. Im Gegensatz dazu fand man bei Frakturen mit CCJ-Beteiligung beinahe doppelt so häufig ein gutes und mäßig gutes Outcome vor. Beide Frakturarten zeigten jedoch in mehr als 50 % der Fälle ein schlechtes Ergebnis. Eine Korrelation zwischen dem Outcome nach Thordarson und der CCJ-Beteiligung ließ sich jedoch nicht nachweisen (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,974$).

Tabelle 33: AOFAS-Auswertung nach Thordarson

	AOFAS-Punktwerte	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
		Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)
Gesamt		13		26	
sehr gut	100-90	2	15,4	1	3,8
gut	89-80	3	23,1	8	30,8
mittel	79-70	0	0	3	11,5
schlecht	≤ 69	8	61,5	14	53,8

Betrachtet man die Auswertung nach Thordarson bezogen auf den Schweregrad der CCJ-Beteiligung (Tabelle 34), so fällt auf, dass ein sehr gutes Resultat lediglich bei Schweregrad 1 der Gelenkbeteiligung zu finden war. Dementsprechend führte Schweregrad 3 der CCJ-Beteiligung auch am häufigsten zu schlechten Resultaten. Ein statistischer Zusammenhang bestand jedoch nicht (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,992$).

Tabelle 34: Auswertung nach Thordarson bezogen auf den Schweregrad der CCJ-Beteiligung

	Schweregrad 1		Schweregrad 2		Schweregrad 3	
	Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)	Anzahl	Prozent (%)
Gesamt	14	99,9	8	100	4	100
sehr gut	1	7,1	0	0	0	0
gut	4	28,6	3	37,5	1	25,0
mittel	1	7,1	2	25,0	0	0
schlecht	8	57,1	3	37,5	3	75,0

3.22.13 AOFAS/Zufriedenheit des Patienten

Nachdem der Einfluss der CCJ-Beteiligung auf das Outcome untersucht wurde, interessierte, inwiefern die verschiedenen Funktionseinschränkungen und Verletzungsfolgen die Zufriedenheit des Patienten tatsächlich beeinflussten. Hierbei stellte sich heraus, dass das Ausmaß der vorhandenen Schmerzen praktisch die subjektive Zufriedenheit bestimmte (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p < 0,0001$). Auch die Einschränkungen beim Einbeinziehenstand auf dem verletzten Fuß sowie beim Gehen auf unebener Fläche spiegelten die Zufriedenheit des Patienten wider (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,001$ bzw. $p = 0,009$). Eine nicht zu unterschätzende Bedeutung hatten ferner das Ausheilen der Wunde (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,011$) und die verbleibende Aktivität (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,002$). Des Weiteren führten Beeinträchtigungen bei der Auswahl der Schuhe (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,033$) und ein schlechteres Alignment (Korrelationskoeffizient nach Spearman, $p = 0,053$) zu einem geringeren Grad an Zufriedenheit.

Patienten mit CCJ-Beteiligung mussten im Vergleich zu Patienten ohne Gelenkbeteiligung nicht nur größere Einschränkungen bezüglich ihrer Arbeitsfähigkeit in Kauf nehmen, sondern auch etwas schlechter verheilende Narben, häufigere und stärkere Schwellungen und einen eingeschränkten Einbeinziehenstand. Abgesehen von einem ähnlichen Wadenumfang, trat bei diesen Patienten häufiger eine Differenz der Fersenbreite, Schuhprobleme sowie Sensibilitätsstörungen auf.

Der AOFAS-Fragebogen zeigte, dass Patienten mit CCJ-Beteiligung insgesamt einen niedrigeren Scorewert erzielten als Patienten ohne Gelenkbeteiligung. Wenngleich sie auch eben so viele Punkte für die Kategorie Form erhielten wie die Patienten ohne CCJ-Beteiligung, so litten sie vermehrt unter Schmerzen und schnitten in der Kategorie Funktion durchschnittlich schlechter ab. Eine Beteiligung des CCJ schien zu stärkeren Einschränkungen im Alltag sowie zu Störungen des Gangbilds und zu verminderter USG-Beweglichkeit zu führen. Zudem ging eine CCJ-Beteiligung mit vermehrten Schwierigkeiten beim Gehen auf unebener Fläche einher; dieser Zusammenhang erwies sich als signifikant.

Patienten, bei denen postoperativ eine Stufenbildung im CCJ bestehen blieb, erreichten im AOFAS-Fragebogen durchschnittlich weniger Punkte, v. a. im Bereich Aktivität, und litten ebenso unter einer stärker verbreiterten Ferse.

Ergebnis

Von all den genannten Einschränkungen beeinflussten insbesondere Schmerzen, Beeinträchtigungen des Einbeinzehenstandes sowie des Gehens auf unebener Fläche, der Zustand der Wunde, das verbleibende Maß an Aktivität, Veränderungen des Schuhwerks und das Alignment die Zufriedenheit des Patienten.

3.23 SF-36-Fragebogen

In Tabelle 35 sind die Werte aller SF-36 Skalen dargestellt. Bei der Auswertung des SF-36-Fragebogens erzielten Patienten ohne Beteiligung des CCJ in allen Skalen höhere Scorewerte als Patienten mit CCJ-Beteiligung. Im Bereich Emotionale Rollenfunktion war die größte Spannweite zu finden, sie betrug 14,8 %. Im Hinblick auf die Körperliche Funktionsfähigkeit und Rollenfunktion zeigten sich bei den Patienten mit CCJ-Beteiligung um jeweils 8 % niedrigere Werte im Vergleich zu den Patienten ohne Gelenkbeteiligung. Auch im Bereich Vitalität erreichten die Patienten ohne CCJ-Beteiligung um 6 % höhere Werte. Die restlichen Kategorien unterschieden sich lediglich geringfügig.

Tabelle 35: SF-36 Skalen

	CCJ nicht betroffen				CCJ betroffen			
	Mittelwert	Median	Max	Min	Mittelwert	Median	Max	Min
Körperliche Funktionsfähigkeit	71,1	75	100	0	63,6	67,5	100	0
Körperliche Rollenfunktion	70,8	100	100	0	63,2	100	100	0
Körperliche Schmerzen	58,9	62	100	12	57,1	51,5	100	12
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	65,7	64,5	100	40	63,9	62	92	30
Vitalität	63,3	62,5	80	40	57,8	60	85	20
Soziale Funktionsfähigkeit	81,3	81,3	100	25	80,2	87,5	100	12,5
Emotionale Rollenfunktion	88,9	100	100	0	74,1	100	100	0
Psychisches Wohlbefinden	76,0	76	96	56	73,9	76	96	20

In Abbildung 42 sind die SF-36 Mittelwerte des Patientenkollektivs den Ergebnissen der gesamtdeutschen Normstichprobe gegenübergestellt. Der Vergleich zeigte bei den Patienten mit Calcaneusfrakturen – unabhängig von der CCJ-Beteiligung – deut-

Ergebnis

lich niedrigere Scorewerte in den Bereichen Körperliche Funktionsfähigkeit, Körperliche Rollenfunktion, Schmerzen sowie leicht erniedrigte Werte im Bereich Soziale Funktionsfähigkeit und Allgemeine Gesundheitswahrnehmung. Im Hinblick auf die Vitalität und die Emotionale Rollenfunktion lag der Wert der Normstichprobe zwischen den Ergebnissen der Patienten mit und ohne CCJ- Beteiligung. Lediglich im Bereich Psychisches Wohlbefinden erreichten Patienten mit Fersenbeinfrakturen etwas höhere Werte als die Normstichprobe.

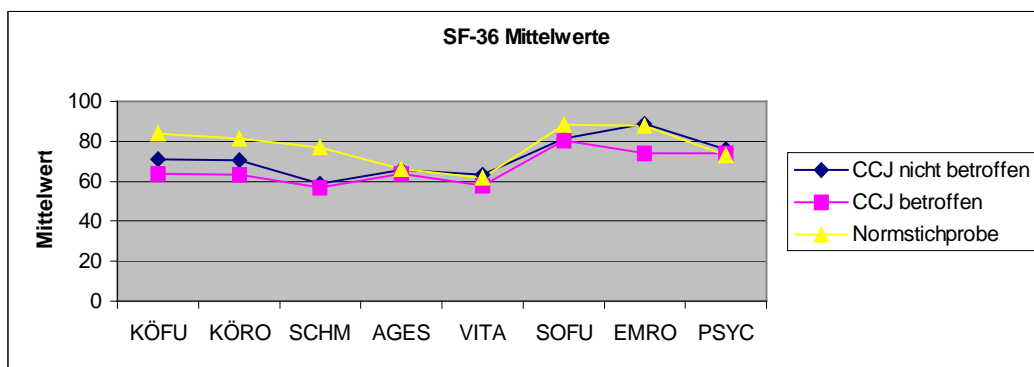


Abb. 42: SF-36 Mittelwerte

3.23.1 SF-36/Schweregrad CCJ

Um einen Einfluss einer CCJ-Beteiligung auf den SF-36 zu untersuchen, wurden die SF-36 Werte in Abhängigkeit vom Schweregrad der CCJ-Beteiligung untersucht. Das Resultat zeigt Abbildung 43. Bei Betrachtung der Patienten mit Verletzung des CCJ fiel mit zunehmendem Schweregrad der Gelenkbeteiligung ein Anstieg der Scorewerte in den beiden Bereichen Körperliche Funktionsfähigkeit und Körperliche Rollenfunktion um 12,1 % bzw. 32,5 % auf. Dennoch bestand zwischen dem Schweregrad der CCJ-Verletzung und den SF-36 Untergruppen kein signifikanter Zusammenhang.

Ergebnis

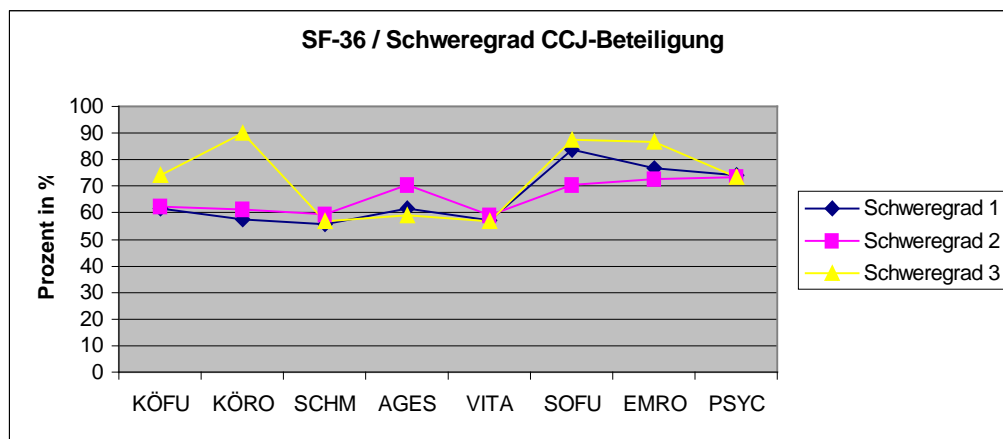


Abb. 43: SF-36 bezogen auf den Schweregrad der CCJ-Beteiligung

Neben der Auswertung der einzelnen SF-36 Subskalen erfolgte die Berechnung der körperlichen und psychischen Summenskala (siehe Material und Methoden). Höhere Werte reflektieren einen besseren körperlichen und psychischen Gesundheitszustand. Dabei zeigte sich (Tabelle 36), dass Patienten mit Calcaneusfrakturen verglichen mit der deutschen Normstichprobe im Bereich der körperlichen Summenskala deutlich schlechtere Werte erreichten, wobei die Patienten mit CCJ-Beteiligung geringfügig schlechter abschnitten als die Patienten ohne Gelenkbeteiligung. Beeinträchtigungen im psychischen Bereich waren wenig ausgeprägt.

Tabelle 36: Summenskalen

	psychische Summenskala	körperliche Summenskala
CCJ nicht betroffen	50,02	42,90
CCJ betroffen	51,59	42,10
Normstichprobe	51,54	50,21

Die Frage nach dem derzeitigen Gesundheitszustand im Vergleich zum Vorjahr wird als einziges Item des SF-36-Fragebogens nicht transformiert und separat von den acht Subskalen ausgewertet. Das Ergebnis zeigt Tabelle 37.

Der Großteil der Befragten beschrieb seinen aktuellen Gesundheitszustand als etwa wie vor einem Jahr. Unabhängig von der Gelenkbeteiligung empfand weniger als ein Drittel des Patientenguts eine Besserung. 15,8 % der Patienten ohne CCJ-Beteiligung und 27,7 % der Patienten mit CCJ-Beteiligung meinten, dass sich eine Verschlechterung des Gesundheitszustands ergeben habe.

Ergebnis

Tabelle 37: Gesundheitszustand im Vergleich zum vergangenen Jahr

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	19		36	
derzeit viel besser	2	10,5	3	8,3
derzeit etwas besser	3	15,8	7	19,4
etwa wie vor einem Jahr	10	52,6	16	44,4
derzeit etwas schlechter	2	10,5	7	19,4
derzeit viel schlechter	1	5,3	3	8,3

3.23.2 SF-36/Alter

Abbildungen 44 und 45 zeigen die Abhängigkeit des SF-36 vom Alter. Das Alter der Patienten schien bei Frakturen ohne CCJ-Beteiligung keinen Einfluss auf die Verteilung der Punktwerte zu haben (Korrelationskoeffizienten nach Spearman: KÖFU $p = 0,652$, KÖRO $p = 0,862$, SCHM $p = 0,365$, AGES $p = 0,368$, VITA $p = 0,607$, SOFU $p = 1$, EMRO $p = 0,431$, PSYC $p = 0,700$, VEGE $p = 1$).

Bei den Patienten mit CCJ-Beteiligung erreichten allerdings die jüngeren Patienten in allen Bereichen die höchsten Mittelwerte, während die ältesten Patienten die zweithöchsten Werte erzielten. Am deutlichsten trat diese „Reihenfolge“ in den Kategorien Körperliche Rollenfunktion und Emotionale Rollenfunktion zu Tage (Korrelationskoeffizient nach Spearman: KÖRO $p = 0,156$, AGES $p = 0,054$).

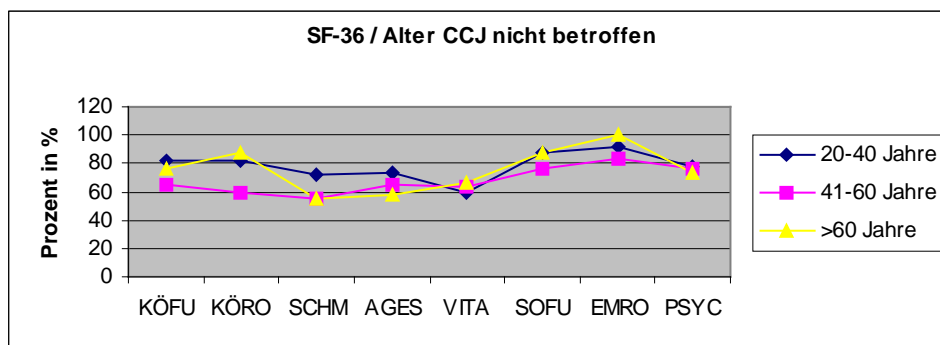


Abb. 44: SF-36/Alter für Patienten ohne CCJ-Beteiligung

Ergebnis

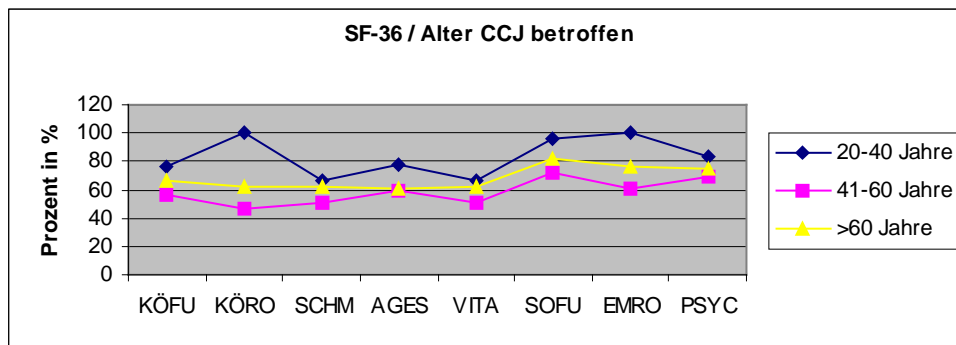


Abb. 45: SF-36/Alter für Patienten mit CCJ-Beteiligung

3.23.3 SF-36/Geschlecht

Die Geschlechterverteilung der Scorewerte wird in Abbildung 46 widergespiegelt. Hierbei fiel auf, dass weibliche Patienten ohne CCJ-Beteiligung in allen Bereichen, insbesondere in den Kategorien Schmerzen und Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, deutlich höhere Werte erzielten als Patienten männlichen Geschlechts. Dieser Zusammenhang war statistisch signifikant (Korrelationskoeffizient nach Spearman: SCHM $p = 0,022$; AGES $p = 0,015$).

Allerdings fand sich dieser Zusammenhang bei Patienten mit CCJ-Beteiligung nicht wieder: Lediglich in den Bereichen Körperliche Rollenfunktion, Soziale Funktionsfähigkeit und Emotionale Rollenfunktion zeigte das weibliche Geschlecht durchschnittlich mehr Punkte als das männliche (Korrelationskoeffizient nach Spearman: KÖFU $p = 0,900$, KÖRO $p = 0,799$, SCHM $p = 0,732$, AGES $p = 0,957$, VITA $p = 0,957$, SOFU $p = 0,269$, EMRO $p = 0,661$, PSYC $p = 0,829$, VEGE $p = 0,664$).

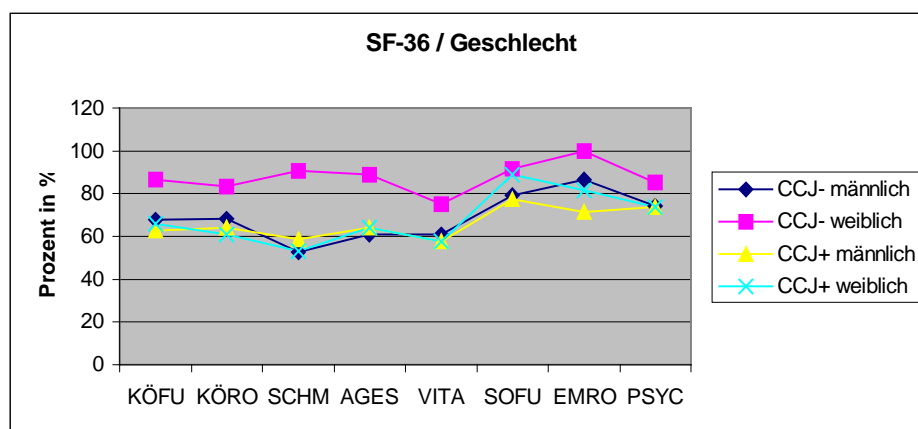


Abb. 46: SF-36/Geschlecht

Ergebnis

3.23.4 SF-36/Sanders

Des Weiteren war es von Interesse, einen Zusammenhang zwischen dem Outcome und dem Schweregrad der Verletzung zu untersuchen (Abbildung 47). Zu diesem Zweck mussten die Betrachtungen einmal gesondert für Patienten mit und einem für diejenigen ohne CCJ-Beteiligung durchgeführt werden, da ja die Sandersklassifikation, die als Maß für den Schweregrad der Calcaneusverletzung diente, den Zustand des Calcaneocuboidgelenks nicht berücksichtigt.

Bei den Patienten ohne CCJ-Beteiligung zeigten sich bei Frakturen vom Sanderstyp I und II in den meisten Untergruppen höherer Punktwerte als bei noch schwereren Frakturen. In den Bereichen Körperliche Funktionsfähigkeit, Soziale Funktionsfähigkeit sowie Emotionale Rollenfunktion traf dies jedoch nicht zu.

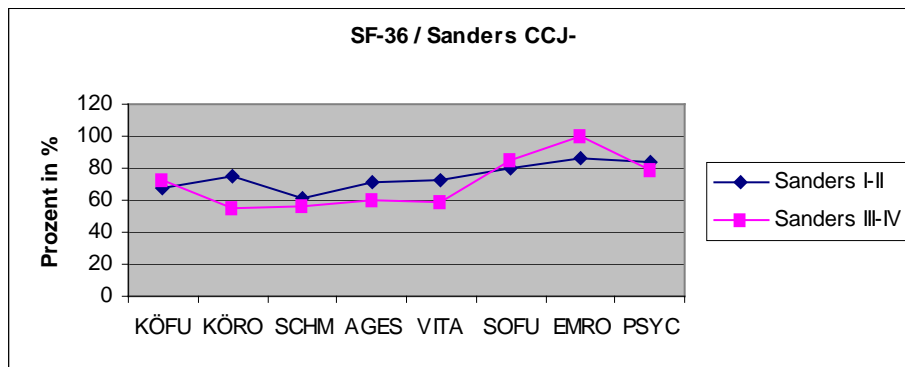


Abb. 47: SF-36/Sanders ohne CCJ-Beteiligung

Aus Abbildung 48 lässt sich ablesen, dass bei Patienten mit CCJ-Beteiligung ein höherer Schweregrad der Verletzung auch mit einem niedrigeren Scorewert einherging. Besonders deutlich war dies in den Bereichen Körperliche Rollenfunktion sowie Emotionale Rollenfunktion ersichtlich (Korrelationskoeffizient nach Spearman $p = 0,016$).

Ergebnis

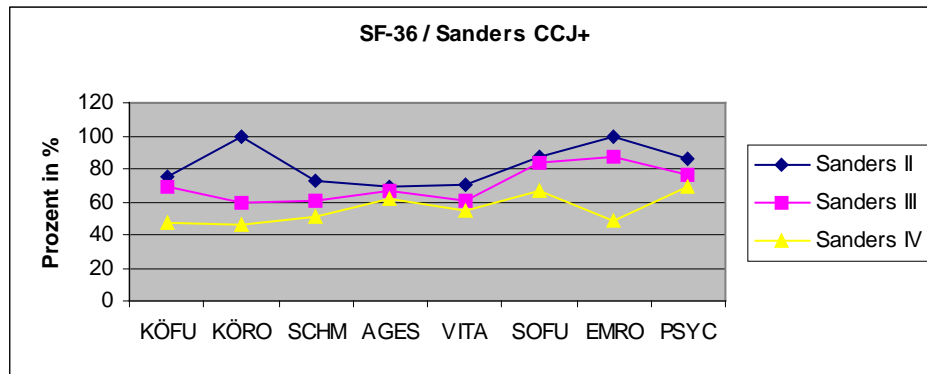


Abb. 48: SF-36/Sanders bei CCJ-Beteiligung

3.23.5 SF-36/postoperative Stufe CCJ

Um festzustellen, ob das Bestehen einer postoperativen Stufe im CCJ einen Einfluss auf das Outcome hatte, wurden die SF-36 Scorewerte von Patienten mit solch einer Stufe mit den Werten von Patienten verglichen, deren CCJ zwar verletzt war, jedoch postoperativ keine Stufenbildung mehr aufwies (Abbildung 49). Dabei zeigte sich, dass Patienten mit einer Stufe im CCJ in allen Bereichen mit Ausnahme der Kategorien Allgemeine Gesundheitswahrnehmung und Vitalität niedrigere Werte erreichten. Dieser Trend war v. a. für die Untergruppe Körperliche Funktionsfähigkeit zu beobachten (Korrelationskoeffizient nach Spearman: $p = 0,061$).

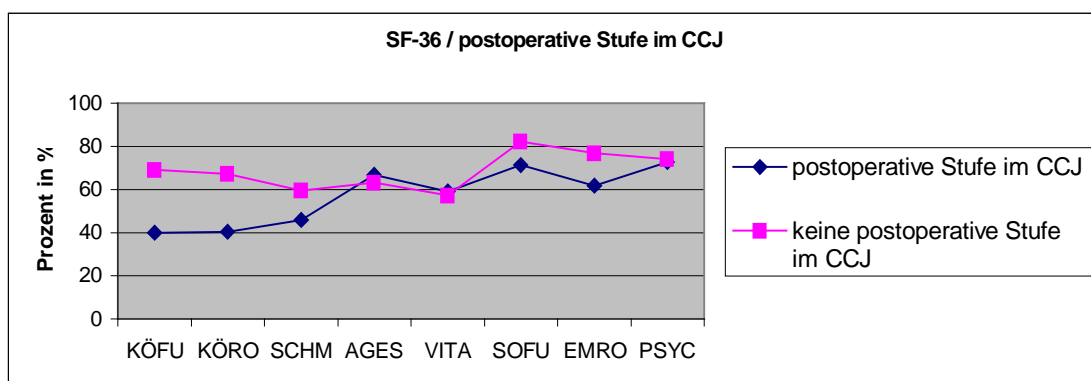


Abb. 49: SF-36/postoperative Stufe im CCJ

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Alle Patienten gaben an, mit ihrem Outcome zufrieden bis sehr zufrieden zu sein, wobei die Zufriedenheit mit dem Schweregrad der CCJ-Beteiligung abnahm. Zur Schmerzmedikation zogen die meisten Patienten peripher wirksame Medikamente zentral wirksamen vor. Lag eine CCJ-Beteiligung vor, so wurden etwas häufiger peri-

Ergebnis

phere und etwas seltener zentrale Schmerzmittel eingenommen. Zudem ging die Gelenkbeteiligung mit niedrigeren Scorewerten im SF-36-Fragebogen einher, insbesondere in der Kategorie Emotionale Rollenfunktion, aber auch in den Bereichen Körperliche Rollenfunktion und Funktionsfähigkeit sowie Vitalität. Im Vergleich zur Normstichprobe fanden sich erniedrigte Werte in den Kategorien Körperliche Funktionsfähigkeit, Körperliche Rollenfunktion, Schmerzen sowie in der körperlichen Summenskala. Bei den Patienten mit CCJ-Beteiligung zeigte sich eine deutliche Abhängigkeit der Scoremittelwerte vom Alter: Die höchsten Werte erreichten die jüngsten Patienten, dann folgten die über 60-Jährigen und die Patienten zwischen dem 40. und 60. Lebensjahr wiesen die niedrigsten Werte auf. Darüber hinaus übertraf die Punktzahl der weiblichen Patienten ohne CCJ-Beteiligung die aller anderen Patienten. Außerdem fiel auf, dass ein geringerer Schweregrad der Verletzung auch mit niedrigeren Punktwerten einherging, was besonders bei den Patienten mit CCJ-Beteiligung deutlich wurde. Abgesehen von den Bereichen Allgemeine Gesundheitswahrnehmung und Soziale Funktionsfähigkeit zeigten Patienten mit einer postoperativen Stufe im CCJ in den übrigen Skalen niedrigere Scorewerte.

3.24 Pedografien

3.24.1 Gaitline

Die Untersuchung der Gaitline oder Ganglinie zeigte – wie Tabelle 38 zu entnehmen ist – dass Calcaneusfrakturen unabhängig von der CCJ-Beteiligung zu keiner stärkeren Abweichungen der Gaitline führten.

Tabelle 38: Abweichung der Gaitline

		CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
		Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
	Gesamt	7		11	
Abweichung	kaum	3	42,9	7	63,6
	geringfügig	4	57,1	4	36,4
	mittel	0	0	0	0
	stark	0	0	0	0

Ergebnis

Während bei einer gering ausgeprägten CCJ-Beteiligung kaum Abweichungen der Gaitline festgestellt werden konnten, zeigten sich bei höherem Schweregrad auch geringfügige Veränderungen.

3.24.2 Contact Time

Die Contact Time wurde als Differenz zwischen gesundem und verletztem Fuß beschrieben. Von den sieben Patienten ohne CCJ-Beteiligung wiesen vier kaum eine, und je ein Patient eine geringfügige bzw. mittlere Verlängerung der Contact Time am gesunden Fuß auf. Bei einem Patient war die Contact Time am verletzten Fuß länger. Dies war sogar bei zwei Patienten mit CCJ-Beteiligung der Fall. Sieben der elf Patienten mit CCJ-Beteiligung hatten eine kaum und zwei eine geringfügig verlängerte Contact Time am gesunden Fuß.

Tabelle 39: Veränderungen der Contact Time

	CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
	Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
Gesamt	7		11	
kaum	4	57,1	7	63,6
geringfügig	1	14,3	2	18,2
mittel	1	14,3	0	0
stark	0	0	0	0
CT länger als beim gesunden Fuß	1	14,3	2	18,2

3.24.3 Belastungs- und Druckdifferenzen

Die Abweichung der Gesamtbelastung zwischen verletztem und gesundem Fuß während des Gehens war von Interesse. Patienten ohne CCJ-Beteiligung belasteten kaum einen Fuß stärker als den anderen. Fünf von elf Patienten mit CCJ-Beteiligung zeigten ebenfalls kaum eine Druckerhöhung am gesunden Fuß, bei vier hingegen war eine mittelgradige Abweichung zu verzeichnen.

Ergebnis

Tabelle 40: Druckdifferenzen

		CCJ nicht betroffen		CCJ betroffen	
		Anzahl	Prozent in %	Anzahl	Prozent in %
	Gesamt	7		11	
Abweichung	kaum	4	57,1	5	45,5
	geringfügig	1	14,3	2	18,2
	mittel	1	14,3	4	36,4
	stark	1	14,3	0	0

Die Druckwerte für die Bereiche Vorfuß, Mittelfuß, Rückfuß, Cuboid, Hallux und Längsgewölbe wurden gesondert betrachtet. Damit sollten diskrete Druckveränderungen im Bereich anatomischer Strukturen im Vergleich zur Gegenseite erfasst werden.

War das CCJ nicht betroffen, so kam es im Bereich des Cuboids lediglich zu einer Druckerhöhung auf der verletzten Seite, nie jedoch zu einer Verringerung. Im Gegensatz dazu war im Falle einer CCJ-Beteiligung fast immer eine Druckdifferenz im Bereich des Cuboids vorhanden, wobei die Druckerhöhung bei 6 von 11 Patienten auf der verletzten Seite und bei drei Patienten auf der gesunden Seite zu finden war. Unabhängig von der CCJ-Beteiligung fand im Bereich des Hallux vermehrt eine Druckerniedrigung am frakturierten Fuß statt.

Bei den Patienten mit CCJ-Beteiligung schien ferner im Bereich des Längsgewölbes v. a. eine Druckerhöhung am gesunden Fuß stattzufinden, jedoch kaum am verletzten.

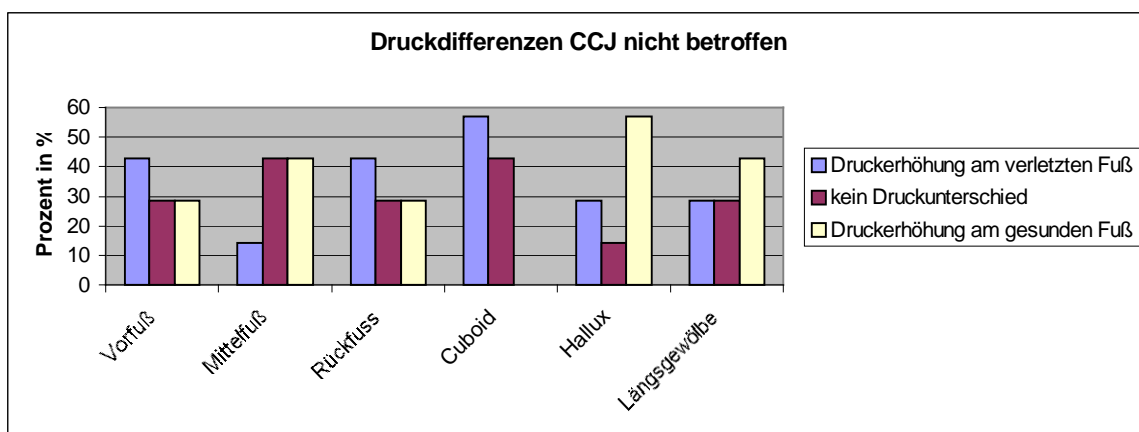


Abb. 50: Druckdifferenzen bei Patienten ohne CCJ-Beteiligung

Ergebnis

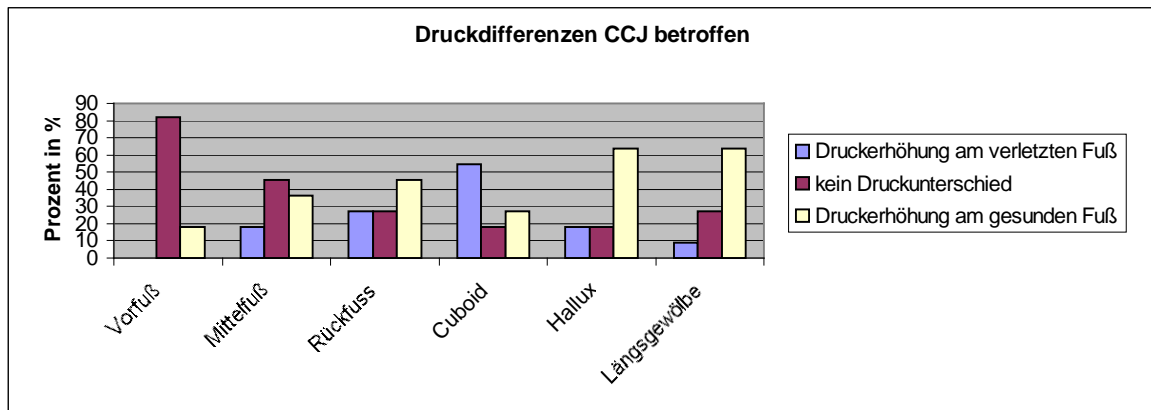


Abb. 51: Druckdifferenzen bei Patienten mit CCJ-Beteiligung

Der Vergleich der Gaitline und der Contact Time zwischen gesundem und verletztem Fuß zeigte für Frakturen mit und ohne CCJ-Beteiligung keinen relevanten Unterschied im Ergebnis. Allerdings schienen Patienten mit CCJ-Beteiligung ihr Körpergewicht etwas stärker auf den nicht verletzten Fuß zu verlagern, als dies bei Patienten ohne CCJ-Beteiligung der Fall war. Ferner fand bei Patienten mit CCJ-Beteiligung im Bereich des Längsgewölbes des verletzten Fußes eine Minderung des Druckes statt.

4 Diskussion

Für die meisten Patienten stellt die Calcaneusfraktur bzw. die daraus resultierenden Folgen einen Einschnitt in ihr bisheriges Leben dar. Um die bislang nur in geringem Umfang erfassten Auswirkungen einer Mitbeteiligung des Calcaneocuboidgelenks bei der Calcaneusfraktur untersuchen zu können, musste zunächst festgestellt werden, welche Patienten Frakturen mit bzw. ohne CCJ-Beteiligung aufwiesen.

Um abzuschätzen, wie häufig das Calcaneocuboidgelenk bei den untersuchten Patienten verletzt war, erfolgte die retrospektive Auswertung des präoperativen Bildmaterials aller Patienten. Durch die Beurteilung aller Gelenke durch einen einzigen Untersucher war ein Vergleich der Schweregrade der Gelenkbeteiligung möglich. 26 Frakturen konnten nicht bewertet werden, da entweder die entsprechenden Aufnahmen fehlten oder kein Zugriff auf die Daten möglich war. Diese Patienten wurden daher von den folgenden Beobachtungen und Vergleichen ausgeschlossen.

Die CCJ-Beteiligung betrug für das Patientengut 68 % (40 von 59 Frakturen). 19 der 59 Frakturen (32 %) wiesen keine CCJ-Beteiligung auf, wobei hierzu auch in den Gelenkspalt auslaufende Frakturen mit einer Stufenbildung < 2 mm gezählt wurden. Eine entsprechende Grenze zogen auch Ebraheim et al. (Ebraheim, Biyani et al. 1996). Interessant ist, dass der Zustand des CCJ lediglich in 21 von 85 OP-Berichten (25 %) beschrieben wurde – bei 16 Calcaneusfrakturen war das CCJ mit betroffen, bei 5 Frakturen war es intakt. Ob die restlichen 64 Frakturen eine Gelenkbeteiligung aufwiesen, konnte aus den OP-Berichten nicht geschlossen werden. Dies zeigt schon, welche geringe Bedeutung der Großteil der Operateure dem Calcaneocuboidgelenk offensichtlich beimisst.

In der Literatur variieren die Angaben über die Häufigkeit einer CCJ-Beteiligung bei Calcaneusfrakturen erheblich. Während Gupta et al. (33 %), Linsenmaier et al. (35 %) und Ebraheim et al. (38,7 %) eine CCJ-Beteiligung in etwa 35 % der Fälle beschrieben (Ebraheim, Biyani et al. 1996; Gupta, Ghalambor et al. 2003; Linsenmaier, Brunner et al. 2003), sprachen andere Autoren von weitaus höheren Werten: Zwipp et al. stellten bei 59,7 % der Calcaneusfrakturen eine CCJ-Beteiligung fest, bei Hutchinson et al. und Stephenson et al. lag sie bei 51 bis 68 % und bei Kurozumi et al. zeigte sich sogar bei 76,1 % der Frakturen eine CCJ-Beteiligung (Stephanson 1987; Hutchinson und Huebner 1994; Kurozumi, Jinno et al. 2003; Zwipp, Rammelt et al. 2004). Die geringere Beteiligung bei Linsenmaier et al. lässt sich dadurch erklären,

Diskussion

dass 10 der 48 hier untersuchten Frakturen extraartikulär waren, während in dieser Studie lediglich intraartikuläre Verletzungen betrachtet wurden. Auch die vergleichsweise geringere Anzahl an CCJ-Beteiligungen bei Gupta et al. könnte darauf zurückgeführt werden, dass die untersuchten Frakturen weniger schwer waren als im hier untersuchten Patientenkollektiv. Die durchschnittliche Anzahl an CCJ-Beteiligungen bei Calcaneusfrakturen ist vermutlich zwischen den 38,7 % bei Ebraheim et al. und den 76,1 % bei Kurozumi et al. anzusiedeln, zumal beide Autoren ein ähnlich großes Kollektiv (48 bzw. 67 Frakturen) und vergleichbare Einschlusskriterien wie diese Studie aufwiesen. Im gleichen Bereich liegt auch der bei Zipp et al. ermittelte Wert (59,7 %), der anhand von 553 Calcaneusfrakturen erhoben wurde.

Ebraheim et al. schlossen in ihre Studie Patienten ein, die sich zwischen 1987 und 1994 eine Calcaneusfraktur zugezogen hatten. Es ist anzunehmen, dass bei diesen Patienten seltener CTs angefertigt wurden als dies heutzutage üblich wäre. Somit wurden im konventionellen Röntgen möglicherweise einige CCJ-Beteiligungen übersehen (Miric und Patterson 1998; Ebraheim, Haman et al. 1999). Überdies wird in vielen Studien nicht erwähnt, welche Kriterien für eine CCJ-Beteiligung angelegt wurden. Ein Vergleich der Arbeiten ist somit kaum möglich. Um dies zu vermeiden und um die Relevanz des Ausmaßes der CCJ-Beteiligung zu untersuchen, erfolgte eine Unterteilung der CCJ-Beteiligung in drei Schweregrade.

Schweregrad 1, eine Stufenbildung im Gelenkspalt > 2 mm, lag in 57 % ($n = 23$) der Fälle vor, während Schweregrad 2, bei dem mehrere Fragmente in den Gelenkspalt ragten, 28 % ($n = 11$) umfasste. Die verbleibenden 15 % ($n = 6$) machte die CCJ-Beteiligung Grad 3, d. h. eine zusätzliche Begleitverletzung wie eine Cuboidfraktur oder eine Chopartluxation, aus.

Calcaneusfrakturen mit Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks zeigen die gleiche Geschlechts- und Altersverteilung wie Frakturen ohne Beteiligung dieses Gelenks.

Um diese Hypothese zu untersuchen, musste das Geschlechterverhältnis und das Durchschnittsalter sowohl für Patienten mit als auch ohne CCJ-Beteiligung bestimmt und mit den in der Literatur gängigen Zahlen verglichen werden.

Diskussion

Zwipp et al. untersuchten ein großes Patientenkollektiv von 496 Patienten mit Ferseubeinfrakturen und stellten dabei ein Durchschnittsalter von 41,7 Jahren (zwischen 12 und 75 Jahren) fest (Zwipp, Rammelt et al. 2004). In anderen Studien lag dieses zwischen 41 und 53 Jahren (Siegmeht, Petje et al. 1996; Kinner, Best et al. 2002; Kurozumi, Jinno et al. 2003; Linsenmaier, Brunner et al. 2003; Westphal, Halm et al. 2003; Paul, Peter et al. 2004; Westphal, Piatek et al. 2004).

In dieser Studie betrug das Durchschnittsalter von Patienten mit Beteiligung des CCJ 46 Jahre, wobei der jüngste Patient 18 und der älteste Patient 67 Jahre alt war. Die Patienten ohne CCJ-Beteiligung waren zwischen 19 und 60 Jahren alt, das Durchschnittsalter betrug hier 44 Jahre.

Insgesamt unterschied sich das Durchschnittsalter für Patienten mit und ohne CCJ-Beteiligung kaum und stimmte auch mit den in der Literatur gefundenen Werten überein.

Hinsichtlich der Geschlechterverteilung überwog bei einem Großteil der Autoren das männliche gegenüber dem weiblichen Geschlecht (Siegmeht, Petje et al. 1996; Schuh und Hausel 2000; Kurozumi, Jinno et al. 2003; Westphal, Halm et al. 2003; Westphal, Piatek et al. 2004). Das zuverlässigste Ergebnis mit einem Verhältnis von 1:3,6 ermittelten wohl Zwipp et al. bei der Untersuchung von 496 Patienten (Zwipp, Rammelt et al. 2004).

Die Auswertungen zeigten, dass das männliche Geschlecht ebenfalls deutlich stärker vertreten war als das weibliche: Das Verhältnis Frauen zu Männer betrug bei CCJ-Beteiligung 1 : 3, das Verhältnis bei Patienten ohne CCJ-Beteiligung 1 : 5.

In Anbetracht der schwankenden Angaben in der Literatur kann der Unterschied bei der Geschlechterverteilung zwischen Patienten mit und ohne CCJ-Beteiligung als unbedeutend angesehen werden.

Wenn man berücksichtigt, dass viele Calcaneusfrakturen im Rahmen von Arbeitsunfällen durch Sturz aus großer Höhe entstehen, so erklärt dies, dass insbesondere Männer, die ja häufiger z. B. als Bau- und Gerüstarbeiter tätig sind als Frauen, von dieser Verletzung betroffen sind. Hiermit stimmt auch überein, dass v. a. eine Altersgruppe betroffen ist, in der noch eine hohe berufliche Aktivität herrscht. Zudem könnte ein anderes Risikoverhalten beispielsweise als Verkehrsteilnehmer eine Erklärung für die Geschlechterasymmetrie sein. Demnach ist es verständlich, dass im unter-

Diskussion

suchten Patientengut die CCJ-Beteiligung bei Calcaneusfrakturen weder auf die Geschlechter- noch auf die Altersverteilung eine Auswirkung zeigte.

Somit scheinen Frakturen mit CCJ-Beteiligung die gleiche Geschlechts- und Altersverteilung aufzuweisen wie Frakturen ohne Beteiligung dieses Gelenks.

Calcaneusfrakturen mit Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks sind durch ein schwereres Trauma bedingt.

Um diese Hypothese zu verifizieren, wurde die Schwere des Traumas ermittelt, das bei den untersuchten Patienten einerseits zu Calcaneusfrakturen mit und andererseits zu Frakturen ohne CCJ-Beteiligung geführt hatte. Als direktes Maß für die Schwere des Traumas wurde die Unfallursache herangezogen. Ferner wurden verschiedene Klassifikationen verwendet, um die Frakturen nach ihrem Schweregrad einzuteilen. Anzahl und Art der Begleitverletzungen dienten dazu, das Ausmaß der Krafteinwirkung widerzuspiegeln.

Im Patientenkollektiv stellte der Sturz aus Höhe die häufigste Ursache einer Calcaneusfraktur dar (72 % der Frakturen mit CCJ-Beteiligung, 88 % der Frakturen ohne CCJ-Beteiligung). In den meisten Arbeiten über Calcaneusfrakturen gilt ebenfalls der Fall aus Höhe als häufigste Unfallursache (Kurozumi 98,5 %, Kinner 55 %, Park 90 %, Schuh 100 %, Westphal 87,3 %) (Park, Song et al. 2000; Schuh und Hausel 2000; Kinner, Best et al. 2002; Kurozumi, Jinno et al. 2003; Westphal, Piatek et al. 2004).

Bei dem betrachteten Patientengut führte der Sturz aus geringer Höhe häufiger zu Frakturen ohne CCJ-Beteiligung (68,8 %) als zu Frakturen mit CCJ-Beteiligung (53,1 %). Dies ist nicht weiter verwunderlich, da ein Sturz aus geringer Höhe auch entsprechend weniger schwere Verletzungen erwarten lässt, eine CCJ-Beteiligung jedoch v. a. bei höhergradigen Calcaneusfrakturen auftritt.

Paul et al. ermittelten den Verkehrsunfall bei 17 % ihrer Patienten als Unfallursache, Park et al. konnten nur 9,8 % der Frakturen auf Verkehrsunfälle zurückführen (Park, Song et al. 2000; Paul, Peter et al. 2004). Da Park et al. aber neben dislozierten

Diskussion

auch 18 nichtdislozierte und damit leichtere Frakturen in ihre Studie aufnehmen, könnte die geringere Anzahl an Verkehrsunfällen auf den geringeren Schweregrad der Calcaneusfrakturen zurückzuführen sein. Ebraheim et al. untersuchten die Unfallursache von 19 Patienten mit Calcaneusfrakturen und CCJ-Beteiligung: 57,9 % hatten sich ihre Verletzung im Rahmen eines Verkehrsunfalls zugezogen und 42 % durch Sturz aus Höhe (Ebraheim, Biyani et al. 1996). Dieses Ergebnis spiegelt die Beobachtung wider, dass Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung vergleichsweise häufiger durch Verkehrsunfälle, die ja ein besonders hochenergetisches Trauma darstellen, und etwas seltener durch Stürze aus Höhe verursacht werden.

Die Suizidversuche, die im Patientengut vorkamen, führten ausschließlich zu Frakturen mit CCJ-Beteiligung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass ein Suizidversuch zu meist ein Sprung aus größerer Höhe ist und damit auch zu schwereren Verletzungen führt als beispielsweise ein unabsichtlicher Sturz von einer Leiter.

In der Literatur schwanken die Angaben, wie häufig Calcaneusfrakturen im Rahmen von Arbeitsunfällen auftreten, zwischen 25 % und 62,9 % (Kinner 25 %, Buckley 37 %, Westphal 50,6 %, Westphal, 62,9 %, Schuh 48 %) (Schuh und Hausel 2000; Buckley, Tough et al. 2002; Kinner, Best et al. 2002; Westphal, Halm et al. 2003; Westphal, Piatek et al. 2004). Dass in dieser Studie Arbeitsunfälle häufiger zu Frakturen ohne CCJ-Beteiligung führten, beruht vermutlich darauf, dass Arbeitsunfälle häufig Stürze von Leitern oder von Gerüsten darstellen und somit zu weniger schweren Frakturen führten als beispielsweise ein hochenergetischer Verkehrsunfall. Das vergleichsweise häufigere Vorkommen von Arbeitsunfällen bei Westphal et al. und Schuh et al. lässt sich leicht erklären: Aus allen drei Studien wurden Patienten mit Begleitverletzungen ausgeschlossen, so dass bei den verbliebenen Patienten auch weniger energetische Unfallursachen zu erwarten sind.

Insgesamt bestätigt sich also die Hypothese, Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung seien durch ein schwereres Trauma bedingt als Frakturen ohne CCJ-Beteiligung.

Um dies weiter zu untersuchen, wurden alle Frakturen nach verschiedenen Klassifikationen eingeteilt. Das Ziel bestand darin, ein möglichst exaktes Bild von der Beschaffenheit und Form der Frakturen zu gewinnen, um auf die Stärke des auslösenden Traumas zurückzuschließen.

Diskussion

Zunächst wurden die Frakturen des Patientenkollektivs nach Essex-Lopresti eingeteilt, da diese Klassifikation leicht verständlich und klinisch problemlos anwendbar ist (Thermann, Hufner et al. 1999; Kinner, Best et al. 2002). Es stellte sich heraus, dass eine CCJ-Beteiligung ausschließlich bei joint-depression Frakturen auftrat und auch die Mehrzahl der Frakturen ohne CCJ-Beteiligung (71,4 %) diese Frakturart aufwies. In der Literatur findet sich ebenfalls ein deutliches Überwiegen des joint-depression Typus gegenüber dem Tongue Type bei Calcaneusfrakturen und insbesondere bei CCJ-Beteiligung (Stephanson 1987; Miric und Patterson 1998; Buckley, Tough et al. 2002; Kurozumi, Jinno et al. 2003; Linsenmaier, Brunner et al. 2003; Paul, Peter et al. 2004; Ebraheim, Biyani et al. 1996).

Die Einteilung der Frakturen entsprechend der Sandersklassifikation, die eine klinisch relativ einfach anwendbare Klassifikation darstellt (Thermann, Hufner et al. 1999), zeigte, dass Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung etwa gleich häufig bei allen Schweregraden auftreten, die bei Sanders beschrieben sind. Allerdings wies keine Fraktur mit CCJ-Beteiligung ein geringes Verletzungsmuster auf (Sanders I), vielmehr ging die Mehrheit der Fersenbeinverletzungen mit CCJ-Beteiligung (87,5 %) mit schweren Frakturformen (Sanders Typ III und IV) einher.

Der am häufigsten in der Literatur beschriebene Sanders Typ bei Calcaneusfrakturen ist die Fraktur vom Sanders Typ II (Miric und Patterson 1998; Gupta, Ghalambor et al. 2003; Kurozumi, Jinno et al. 2003; Westphal, Piatek et al. 2004).

Ebraheim et al. zeigten in einer Studie, dass die Verletzung des Fersenbeins schwerer ist, wenn sich die Fraktur ins CCJ ausdehnt (Ebraheim, Biyani et al. 1996). Miric et al. berichteten hingegen von einer relativ gleichmäßigen Verteilung der Frakturen mit CCJ-Beteiligung auf alle Sandersstypen (Miric und Patterson 1998). Bei genauerer Betrachtung lässt sich jedoch feststellen, dass lediglich bei 52 % der Sanders I und II Frakturen eine CCJ-Beteiligung auftrat, während dies bei 68,3 % der Sanders Typ III und IV Frakturen der Fall war (Miric und Patterson 1998).

Da eine mögliche calcaneocuboidale Gelenkbeteiligung nicht in den Kriterien der Sandersklassifikation enthalten ist, kann ausgeschlossen werden, dass diese per se zur gehäuftten Zuordnung der Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung zu Sanders Typ III und IV führte.

Insgesamt deutet auch die Einteilung der Calcaneusfrakturen nach der Klassifikation von Sanders darauf hin, dass Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung im Rahmen

Diskussion

von schwereren Verletzungen auftreten als Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung. Allerdings muss dabei berücksichtigt werden, dass die Sandersklassifikation alleine auf der Beurteilung des Subtalgelenks beruht und damit – ebenso wie die Klassifikation nach Essex-Lopresti – kein umfassendes Mittel zur Beurteilung des Schweregrades einer Calcaneusfraktur unter Berücksichtigung aller Facetten und Gelenke darstellt.

Die abschließende Einteilung der Calcaneusfrakturen nach der ICI-Klassifikation hatte einerseits zum Ziel, eine möglichst neue Klassifikation zu verwenden und andererseits, eine möglichst exakte Einteilung, die alle Aspekte der Fraktur erfasste, zu gewährleisten. Tatsächlich konnte durch den logischen und detaillierten Aufbau der ICI-Klassifikation jede Fraktur in ihrer Individualität beschrieben werden. Allerdings stellte sich die Einteilung aufgrund ihrer Komplexität und ihres zeitlichen Aufwandes als wenig praktikabel dar. Zudem machte die große Anzahl verschiedener Frakturklassifikationen einen Vergleich zwischen Calcaneusfrakturen mit und ohne CCJ-Beteiligung nahezu unmöglich. Es fiel lediglich auf, dass bei Frakturen mit CCJ-Beteiligung vergleichsweise häufiger weitere Gelenkflächen verletzt waren.

Auch dieses Resultat stimmt mit der zuvor gemachten Beobachtung überein, dass Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung mit einer schwereren Form der Fersenbeinfraktur einhergehen als Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung.

Wie bereits im Abschnitt Material und Methoden erwähnt, standen nicht zu jedem Patienten des Kollektivs präoperative CT-Aufnahmen zur Verfügung bzw. waren diese nicht in allen benötigten Ebenen angefertigt worden. Somit konnte nicht jede Fraktur mit allen drei Klassifikationen beschrieben werden, so dass mit geringfügigen Schwankungen des Frakturschweregrades gerechnet werden muss.

Allerdings trat dieses Problem auch bei anderen Autoren auf: Ebraheim et al. standen bei 68,8 % der Patienten CT-Bilder zur Verfügung, sowohl coronale als auch axiale CTs waren jedoch nur bei 18,8 % vorhanden (Ebraheim, Biyani et al. 1996). Ebenso erwähnten Paul et al. und Park et al., dass es nicht von allen Frakturen entsprechende CTs gab (Ebraheim, Biyani et al. 1996; Park, Song et al. 2000; Paul, Peter et al. 2004). Diese ungenügende Datenlage stellt ein generelles Problem retrospektiver Untersuchungen dar – dererlei Daten sind jedoch derzeit aus prospektiven Untersuchungen nicht erhältlich.

Diskussion

Die Auswertung von Anzahl und Ausmaß der Begleitverletzungen bei Calcaneusfrakturen ergab, dass Patienten mit CCJ-Beteiligung beim verursachenden Unfall häufiger weitere Verletzungen erlitten hatten als Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Dabei kamen bei Frakturen mit CCJ-Beteiligung v. a. Verletzungen gehäuft vor, die Auswirkungen auf den Regenerationsprozess der Calcaneusfraktur hatten (z. B. Verletzungen der Wirbelsäule oder des Unterschenkels). Das gehäufte Auftreten der CCJ-Beteiligung im Rahmen von Mehrfachverletzungen zeigt, dass Calcaneusfrakturen mit Gelenkbeteiligung infolge schwerer Traumata entstanden sein müssen. Die in der Literatur gemachten Angaben zum Vorkommen von Begleitverletzungen bei Calcaneusfrakturen liegen zwischen den für Frakturen mit und ohne CCJ-Beteiligung ermittelten Zahlen (Park, Song et al. 2000; Buckley, Tough et al. 2002; Prasartritha 2004). Bei Betrachtung der einzelnen Schweregrade der CCJ-Beteiligung fiel auf, dass die Anzahl an Begleitverletzungen und deren Schweregrad mit zunehmender Beeinträchtigung des Gelenks stieg. Würde sich diese Beobachtung in einem größeren Kollektiv wiederholen, so würde dies bedeuten, dass sich die Schwere des Traumas auch im Grad der CCJ-Beteiligung widerspiegelt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung durch ein schwereres Trauma bedingt sind als Frakturen ohne CCJ-Beteiligung.

Die Behandlung von Calcaneusfrakturen mit und ohne Beteiligung des CCJ unterscheidet sich nicht.

Zur Untersuchung dieser Hypothese wurden zunächst die Grunderkrankungen der Patienten ermittelt, um zu erfahren, ob alle Patienten unabhängig von einer CCJ-Beteiligung präoperativ gleiche Ausgangsbedingungen aufgewiesen hatten. Ferner wurden die Zeitspanne zwischen Unfall und Operation, die Art der operativen Versorgung sowie die Operationsdauer als Parameter für eine ähnliche Behandlung herangezogen. Überdies repräsentierten Art und Anzahl der Komplikationen und Folgeoperationen die postoperative Behandlung der Calcaneusfrakturen.

Diskussion

Wenngleich zwischen der Anzahl und Art der Begleiterkrankungen und der CCJ-Beteiligung kein Zusammenhang festzustellen war – wie ja auch nicht zu erwarten ist – so können diese Begleiterkrankungen dennoch das Outcome beeinflussen: Bei einem Diabetiker ist eine schlechtere Wundheilung zu erwarten, eine KHK beeinflusst die Art der Frakturversorgung. Allerdings zeigten Westphal et al., dass der Einfluss von Begleiterkrankungen auf das Ergebnis vernachlässigt werden kann (Westphal, Halm et al. 2003).

Die operative Versorgung der Calcaneusfrakturen erfolgte bei Bestehen einer CCJ-Beteiligung im Mittel einen Tag später als bei Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung. Da die Frakturen mit CCJ-Beteiligung, wie zuvor beschrieben, häufiger mit Begleitverletzungen einhergingen als Verletzungen ohne CCJ-Beteiligung, ist anzunehmen, dass die Versorgung der anderen bzw. akut bedrohlicheren Verletzungen des öfteren Vorrang vor der Reposition der Calcaneusfraktur hatte. Außerdem wäre denkbar, dass weitere Verletzungen zu einem schlechteren Allgemeinzustand führten und somit den Operationstermin verzögerten. Vor allem aber spielte wohl der höhere Weichteilschaden bei den schwereren Calcaneusfrakturen die entscheidende Rolle beim Festlegen des Operationszeitpunktes.

In der Literatur wird die Zeitspanne zwischen Unfall und Operation meist mit 5 bis 10 Tagen angegeben (Thermann, Hufner et al. 1999; Park, Song et al. 2000; Schuh und Hausel 2000; Kinner, Best et al. 2002; Gupta, Ghalambor et al. 2003; Westphal, Halm et al. 2003; Westphal, Piatek et al. 2004; Zwipp, Rammelt et al. 2004). Neben dem jeweiligen Allgemeinzustand des Patienten, der Art der Fraktur sowie den Begleitverletzungen haben aber auch die Versorgungsstufe des primär versorgenden Krankenhauses sowie eine mögliche Verlegung Einfluss auf den Zeitpunkt der operativen Versorgung.

Die offene Reposition dominierte als Therapie der Wahl bei der Versorgung der Calcaneusfrakturen des Patientenkollektivs. Das minimal-invasive Vorgehen wurde bei Frakturen ohne CCJ-Beteiligung etwa doppelt so häufig durchgeführt wie bei Frakturen mit CCJ-Beteiligung. Zuvor konnte gezeigt werden, dass es sich bei Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung um zumeist kompliziertere und schwerere Frakturformen handelte als bei Frakturen ohne CCJ-Beteiligung. Da sich die minimal-invasive Versorgung v. a. für Patienten mit einfacheren Frakturmustern eignet, wäh-

Diskussion

rend gerade bei komplexeren Frakturen die Gefahr einer unzureichenden Reposition besteht (Stein, Rosen et al. 2003; Rammelt, Amlang et al. 2004), stimmt die Art der operativen Versorgung mit den bisher gemachten Beobachtungen überein.

Im Patientenkollektiv zeigte sich, dass eine CCJ-Beteiligung bei Calcaneusfrakturen mit einer etwas längeren Operationsdauer einherging als bei Frakturen ohne CCJ-Beteiligung. Ebenso war eine Zunahme der Operationsdauer entsprechend des Schweregrades der CCJ-Beteiligung zu verzeichnen. Ob dieser größere Zeitaufwand allerdings auf die Gelenkverletzung per se oder lediglich auf das gleichzeitig auftretende schwerere Verletzungsausmaß zurückzuführen ist, konnte nicht beurteilt werden. Hinzu kommt, dass die 17 Frakturen ohne CCJ-Beteiligung von 11 verschiedenen Operateuren und die 38 Frakturen mit CCJ-Beteiligung von 14 verschiedenen Operateuren versorgt wurden. Somit ist anzunehmen, dass erfahrenere Chirurgen für die Eingriffe weniger Zeit benötigten als weniger erfahrene.

Im postoperativen Verlauf traten Komplikationen – v. a. in Form von Wundheilungsstörungen – gehäuft bei Patienten mit CCJ-Beteiligung auf.

Die Diskussion über das Auftreten von Komplikationen wird durch die vagen Literaturangaben erschwert (Park, Song et al. 2000; Kinner, Best et al. 2002; Gupta, Ghalambor et al. 2003). Neben unterschiedlichen operativen Zugangswegen und verschiedenen Schweregraden der Fersenbeinverletzungen spielen für Anzahl und Art der Komplikationen auch die Compliance (z. B. Rauchen) sowie die Begleiterkrankungen des Patienten (z. B. Diabetes mellitus) eine wichtige Rolle.

Während Folgeoperationen bei Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung fast ausschließlich zur Materialentfernung durchgeführt wurden, benötigte etwa die Hälfte der Patienten mit CCJ-Beteiligung unabhängig von der Materialentfernung eine Folgeoperation zum intraartikulären Debridement (24 %), zur Arthrolyse (20 %) oder zur Arthrodesse (8 %). Ob dies allerdings durch die Verletzung des CCJ per se bedingt war oder lediglich auf den schwereren Verletzungsgrad der Calcaneusfrakturen bei CCJ-Beteiligung zurückzuführen ist, müsste im Rahmen einer weiteren Untersuchung geklärt werden.

Mit beiden Erklärungsansätzen lässt sich die Beobachtung deuten, dass die Anzahl der Folgeoperationen mit dem Ausmaß der Gelenkbeteiligung des CCJ einherging.

Diskussion

Park et al. berichteten, dass lediglich 7,8 % ihres Patientengutes eine Folgeoperation benötigten. Allerdings lässt der bei allen Frakturen durchgeführte limitierte posteriore anstelle des erweiterten lateralen Zugangs auch weniger Infektionen und damit weniger Folgeoperationen erwarten (Park, Song et al. 2000). Die bei Westphal et al. ebenfalls geringe Anzahl von 16,9 % an Folgeoperationen ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass sowohl beidseitige Calcaneusfrakturen als auch Frakturen mit Begleitverletzungen aus der Studienpopulation ausgeschlossen wurden (Westphal, Piatek et al. 2004).

Das Calcaneocuboidgelenk kann durch den angegebenen Behandlungsalgorithmus sicher versorgt werden.

Um diese Hypothese zu verifizieren, wurde das Behandlungsergebnis von Frakturen mit und ohne CCJ-Beteiligung miteinander verglichen. Als Kriterien hierfür dienten radiologische und pedografische Messwerte.

Frakturen mit CCJ-Beteiligung wiesen postoperativ im Subtalargelenk häufiger und stärker ausgeprägte Stufenbildungen auf als Frakturen ohne CCJ-Beteiligung. Da nicht zu erwarten ist, dass eine Beteiligung des CCJ direkte Auswirkungen auf das Subtalargelenk hat, spiegelt das etwas schlechtere Ergebnis im Subtalargelenk vermutlich den höheren Schweregrad der Fersenbeinfraktur bei CCJ-Beteiligung wider. Dies stimmt mit dem Ergebnis von Thermann et al. überein, dass eine anatomische Reposition der posterioren Facette bei Frakturen vom Sanders Typ II häufiger gelingt als bei Frakturen vom Sanders Typ III und IV (Thermann, Hufner et al. 1999). Das bei Westphal et al. und Park et al. ermittelte postoperative Outcome im Subtalargelenk entsprach den gefundenen Resultaten (Thermann, Hufner et al. 1999; Park, Song et al. 2000; Westphal, Piatek et al. 2004). Allerdings gestaltete sich der Vergleich mit der Literatur eher schwierig, da die „Cut-off-Werte“ für gute bzw. schlechte Ergebnisse je nach Autor individuell festgelegt wurden (Thermann, Hufner et al. 1999; Kurozumi, Jinno et al. 2003).

Diskussion

Postoperativ zeigte sich bei 7 der 33 Patienten mit CCJ-Beteiligung (21,2 %) eine persistierende Stufe im Calcaneocuboidgelenk. Ferner schien ein geringerer Schweregrad der CCJ-Beteiligung mit einem besseren Repositionsergebnis einherzugehen als dies bei schwereren Verletzungen des CCJ möglich war.

Ebraheim et al. berichteten, dass in ihrem Patientenkollektiv bei allen Frakturen intraoperativ eine anatomische oder nahezu anatomische Reposition des CCJ erzielt worden sei (Ebraheim, Biyani et al. 1996). Allerdings geht aus dem Artikel nicht hervor, was unter einer „near-anatomic reduction“ exakt zu verstehen ist. Überdies finden sich keine Angaben über den Zustand des Gelenkes zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Kurozumi et al. beschränkten sich zur postoperativen Beurteilung des CCJ nicht nur auf die Untersuchung einer möglichen Stufenbildung, sondern verwendeten einen Score, der die Defektgröße und den Winkel mit einschloss: 65,7 % der Frakturen zeigten gute Repositionsergebnisse im CCJ (Kurozumi, Jinno et al. 2003).

Die pedografischen Beobachtungen wurden anhand der Untersuchung von 18 Frakturen erhoben. Bei der Auswertung der Pedografien zeigten Frakturen mit und ohne CCJ-Beteiligung keine relevanten Unterschiede in der Abweichung der Gaitline von der Norm. Siegmeth et al. beschrieben bei Calcaneusfrakturen eine generelle Begradigung der Gaitline im Rück- und Mittelfußbereich (Siegmeth, Petje et al. 1996); Diese Begradigung zeigte sich auch im untersuchten Patientenkollektiv. Eine Beteiligung des CCJ schien hierauf keine Auswirkung zu haben.

Die Messung der Contact Time am verletzten und am gesunden Fuß ergab keinerlei Hinweise darauf, dass eine CCJ-Beteiligung diese beeinflussen könnte. Beim Vergleich der Kontaktzeit von Füßen mit Calcaneusfrakturen mit der von gesunden Füßen stellten weder Davis et al. noch Kinner et al. einen Unterschied fest (Kinner, Best et al. 2002; Davies 2003). Somit lässt auch eine Beteiligung des CCJ keine Beeinflussung der Kontaktzeit erwarten.

Die Berechnung der Druckverteilung zeigte, dass Patienten – unabhängig von einer CCJ-Beteiligung – beide Füße etwa gleich stark belasteten. Dies stimmt auch mit den Beobachtungen von Kinner et al. überein (Kinner, Best et al. 2002).

Diskussion

Bei Frakturen mit CCJ-Beteiligung zeigte sich lediglich die Tendenz, den gesunden Fuß etwas stärker zu belasten als den verletzten, vermutlich um diesen zu entlasten. Entsprechend dem Vorgehen bei Siegmeth et al. wurde die Kontaktfläche der Fußsohle in die Bereiche Ferse, Mittelfuß, Vorfuß und Großzehe eingeteilt (Siegmeth, Petje et al. 1996). Des Weiteren erfolgte eine Einteilung in die Areale Cuboid, Hallux und Längsgewölbe, da die Druckverteilung im Bereich dieser Strukturen besonders interessant war.

Im Bereich des Hallux wurde eine Druckminderung am frakturierten Fuß gefunden, die unabhängig von der CCJ-Beteiligung bestand. Dies entspricht den Aussagen anderer Autoren: Siegmeth et al. beschrieben unter den Zehen des frakturierten Fußes einen verminderten Druck und auch Rosenbaum et al. stellten einen reduzierten Druck unter dem Hallux des frakturierten Fußes fest (Rosenbaum, Bauer et al. 1996; Siegmeth, Petje et al. 1996). Die in der Vergangenheit vielfach beobachtete Lateralisierung des Druckes am verletzten Fuß und die daraus resultierende mediale Druckabnahme bestätigt das Ergebnis (Rosenbaum, Bauer et al. 1996; Siegmeth, Petje et al. 1996; Becker, Rosenbaum et al. 1997; Kinner, Best et al. 2002; Davies 2003).

Die Betrachtung der Drücke im Bereich des Cuboids erbrachte keinerlei signifikante Mehr- oder Minderbelastung bei Frakturen mit und ohne CCJ-Beteiligung. Möglicherweise könnte jedoch die Beobachtung, dass es bei CCJ-Beteiligung häufiger zu einer veränderten Belastung des Cuboids, meist zu einer Mehrbelastung auf der frakturierten Seite, kam, weiter untersucht werden. Auch Rosenbaum et al. stellten bei Calcaneusfrakturen verstärkte Kräfte (+ 25 %) im Bereich des Cuboids fest (Rosenbaum, Bauer et al. 1996). Allerdings resultierte diese Beobachtung aus einer in vitro Studie mit artifiziell erzeugten Calcaneusfrakturen, in der die Häufigkeit der CCJ-Beteiligung nicht angegeben wurde.

Die Untersuchung der Druckverhältnisse im Längsgewölbe lieferte keine signifikanten Resultate. Dennoch fiel auf, dass Patienten mit CCJ-Beteiligung in diesem Bereich gehäuft eine Druckminderung am verletzten bzw. eine Druckerhöhung am gesunden Fuß zeigten. Aufgrund der geringen Anzahl von 18 Patienten sollte dies an einem größeren Kollektiv untersucht werden, um der Frage nachzugehen, ob eine CCJ-Beteiligung tatsächlich mit einer Aufrichtung des Längsgewölbes einhergeht. Ebenso wäre auch denkbar, dass die geringeren Drücke im Längsgewölbe lediglich durch die bekannte Druckverschiebung nach lateral verursacht werden. Das gehäufte Auftreten bei CCJ-Beteiligung könnte dabei entweder rein zufällig oder durch eine ausgepräg-

Diskussion

tere Druckverschiebung bedingt sein. Hierfür würde die Feststellung von Siegmeth et al. sprechen, dass eine CCJ-Beteiligung zu einer verminderten Kraftübertragung auf den Vorfuß führt, die immer über die laterale Fußsäule abläuft. Dies liegt, so Siegmeth et al. (1996), vermutlich an einer gestörten Verriegelungsfunktion des CCJ (Siegmeth, Petje et al. 1996). Rosenbaum et al. beschrieben bei Fersenbeinfrakturen eine Abnahme der Drücke unter den Metatarsalia eins und zwei, während die Drücke unter den lateralen Metatarsalia, die vom CCJ „bedient“ wurden, stiegen. Da diese Lateralisierung scheinbar nicht durch protektives Verhalten, sondern durch die strukturellen Umwandlungen im Fuß hervorgerufen wird (Rosenbaum, Bauer et al. 1996), ist es möglich, dass eine CCJ-Beteiligung die Lateralisierung der Drücke noch verstärkt.

Die bei Siegmeth et al. beobachtete Zunahme des mittleren Bodendrucks im Bereich der Ferse und des Mittelfußes des verletzten Fußes konnte in dieser Studie nicht nachvollzogen werden. Allerdings unterschied sich Siegmeths Patientengut auch in einigen Punkten vom Patientengut dieser Studie: Das Kollektiv enthielt neun konservativ versorgte Patienten und umfasste weder Trümmerverletzungen noch Begleitverletzungen der unteren Extremität, ferner war bei allen Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bereits eine Materialentfernung durchgeführt worden (Siegmeth, Petje et al. 1996). Dies, sowie die geringe Anzahl an untersuchten Frakturen in beiden Studien (Siegmeth $n = 20$, hier $n = 18$) könnte eine Erklärung für die unterschiedlichen Befunde darstellen.

Insgesamt muss der Vergleich des verletzten Fußes mit dem intakten als problematisch angesehen werden. Einerseits können Störungen in einer dreidimensionalen Bewegungsebene pedografisch nicht erfasst werden, andererseits wird der gesunde Fuß zwangsläufig immer vom Zustand des verletzten Fußes beeinflusst (Siegmeth, Petje et al. 1996; Loucks und Buckley 1999). Vier der untersuchten Patienten hatten sich an dem Fuß, der keine Calcaneusfraktur aufwies, eine Begleitverletzung zugezogen. Da jedoch lediglich der Unterschied zwischen Frakturen mit und ohne CCJ-Beteiligung untersucht wurde, ist anzunehmen, dass die Begleitverletzungen keine Auswirkungen auf das Ergebnis hatten.

Überdies darf nicht vergessen werden, dass im Rahmen der Pedografie wohl eine Korrelation des Gangzykluses zu anatomischen Orten möglich ist, jedoch nicht die Messung eines einzelnen Gelenkes (Kinner, Best et al. 2002).

Diskussion

Insgesamt ließen die Parameter „Gaitline“, „Contact time“ und die gemessenen Druckdifferenzen im untersuchten Kollektiv eine adäquate Versorgung des CCJ durch den vorherrschenden Behandlungsalgorithmus vermuten. Die beobachtete Druckminderung im Bereich des Längsgewölbes bei CCJ-Beteiligung ist ein interessanter Ansatzpunkt für weitere Studien.

Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung haben ein schlechteres Outcome als Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung.

Um diese Hypothese zu untersuchen, wurde das Outcome nach Calcaneusfrakturen mit und ohne CCJ-Beteiligung sowohl subjektiv als auch objektiv erfasst.

Ein wichtiges subjektives Kriterium stellte die Bewertung des Outcomes durch den Patienten selbst dar (Ware und Sherbourne 1992). Der Großteil des Patientengutes war mit dem Outcome zufrieden bis sehr zufrieden. In der Studie von Schuh et al. schätzten 60 % der Patienten ihr Ergebnis als gut bis sehr gut ein (Schuh und Hausel 2000). Bei Thermann et al. bezeichneten lediglich 48,3 % der Patienten ihr Ergebnis als sehr gut oder gut, 28,9 % hielten es für zufriedenstellend und 22,8 % für ausreichend oder schlecht (Thermann, Hufner et al. 1999). Diesen Unterschieden sollte jedoch nicht zu viel Bedeutung beigemessen werden, da Einschätzungen von Patienten regionalen, ethnischen und kulturellen Einflüssen unterliegen sowie durch Erwartungen oder Interaktionen zwischen Patient und Arzt beeinflusst sein können (Schuh und Hausel 2000).

Insgesamt schienen Patienten mit Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung nicht zufriedener zu sein als Patienten mit CCJ-Beteiligung. Mit zunehmendem Schweregrad der CCJ-Beteiligung zeigte sich jedoch eine Abnahme der Zufriedenheit der Patienten.

Als zweiter subjektiver Parameter zur Erfassung des Outcomes diene die benötigte Schmerzmedikation nach Calcaneusfraktur.

Park et al. beschrieben bei 86,4 % ihrer Patienten keine oder nur gelegentlich auftretende Schmerzen, die keiner Medikation bedurften (Park, Song et al. 2000). Ob der

Diskussion

bei Park et al. verwendete begrenzte posteriore Zugang, individuelle Schwankungen in der Schmerzwahrnehmung, die Einstellung zur Einnahme von Medikamenten im Allgemeinen oder eine höhere Aufrichtigkeit beim Beantworten schriftlicher Fragen im Vergleich zu im direkten Gespräch gestellten Fragen, die Ursache für den unterschiedlichen Bedarf an Analgetika ist, bleibt ungeklärt.

Ebraheim et al. stellten fest, dass kein Patient mit CCJ-Beteiligung signifikante Schmerzen im Bereich des CCJ verspürte (Ebraheim, Biyani et al. 1996). Dies bestätigt auch die im untersuchten Patientenkollektiv gemachte Beobachtung, dass Patienten mit CCJ-Beteiligung weder viel häufiger zu Analgetika griffen noch größere Mengen einnahmen als Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Der etwas regelmäßigeren Bedarf ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die CCJ-Beteiligung häufiger mit einer schwereren Verletzung und mit mehr Begleitverletzungen einherging.

Die Auswertung des SF-36-Fragebogens stellte ein weiteres patientenzentriertes Kriterium zur Erfassung des Outcomes dar. Patienten mit CCJ-Beteiligung erzielten in allen Subgruppen des SF-36 etwas geringere Scorewerte als Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Die größeren Unterschiede in den Bereichen Vitalität (Differenz 5,5 %), Körperliche Funktionsfähigkeit (Differenz 8 %), Körperliche Rollenfunktion (Differenz 7,6 %) und insbesondere Emotionale Rollenfunktion (Differenz 14,8 %) lassen bei Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung vergleichsweise stärkere funktionelle Einschränkungen vermuten, die dann zu einem reduzierten Antrieb führten und emotional belasteten. Dies lässt jedoch nicht den Rückschluss zu, dass die Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks per se für die Punktminderung verantwortlich ist. Ebenso können Faktoren wie die schwerere Fraktur bei CCJ-Beteiligung, das gehäufte Auftreten von Komplikationen und Begleitverletzungen, aber auch beispielsweise ein geringerer sozialer Status zu einem schlechteren Outcome im SF-36-Fragebogen führen (Bellach 2000).

Das untersuchte Patientengut zeigte – unabhängig von der CCJ-Beteiligung – im Bereich der SF-36 Skalen Körperliche Funktionsfähigkeit und Körperliche Rollenfunktion deutlich niedrigere Scorewerte als die gesamtdeutsche Normstichprobe. Dieses Ergebnis entspricht sowohl der Tatsache, dass Erkrankungen bzw. Behinderungen die subjektiv eingeschätzte Lebensqualität erheblich verringern (Bellach 2000) als auch den Resultaten von matched-pairs Tests anderer Autoren (Westphal, Piatek et al.

Diskussion

2004). Ferner schienen Patienten mit Calcaneusfrakturen im Durchschnitt weniger Schmerz zu empfinden als die Normstichprobe. Dabei muss berücksichtigt werden, dass jeder Mensch Schmerzen unterschiedlich erlebt und bewertet. Zudem lag bei dem untersuchten Patientengut die Verletzung mindestens ein Jahr zurück. Somit war auch nicht zu erwarten, dass die Patienten unter stärkeren Schmerzen litten als die restliche Bevölkerung, deren Empfinden ja ebenso durch chronische Erkrankungen und Verletzungen beeinflusst wurde. Die nahezu gleichen Werte der untersuchten Patienten mit Calcaneusfrakturen und der deutschen Normstichprobe im Bereich Allgemeine Gesundheitswahrnehmung sind darauf zurückzuführen, dass die Zufriedenheit mit der eigenen Gesundheit bzw. deren positive Bewertung nicht gleichzusetzen ist mit dem Nichtvorhandensein von Krankheit (Bellach 2000). Da eine zurückliegende Verletzung nicht zwangsläufig zu nicht-physischen Beeinträchtigungen führt, ist es nicht weiter verwunderlich, dass sich die Normbevölkerung und das untersuchte Patientengut in den Kategorien Psychisches Wohlbefinden, Vitalität und Emotionale Rollenfunktion praktisch nicht unterschieden bzw. bei der sozialen Funktionsfähigkeit lediglich geringfügig unterschieden. Westphal et al. stellten bei Patienten mit Calcaneusfraktur im Vergleich zur entsprechenden gesunden Kontrollgruppe sogar bessere Werte in den Skalen Allgemeine Gesundheitswahrnehmung und Emotionale Rollenfunktion fest (Westphal, Halm et al. 2003).

Wie erwartet ergab die körperliche Summenskala für Patienten mit Calcaneusfrakturen deutlich schlechtere Werte als für die deutsche Normstichprobe. Ferner schnitten Patienten mit CCJ-Beteiligung geringfügig schlechter ab als Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Ob dies allerdings alleine auf die Gelenkbeteiligung zurückzuführen ist oder ob andere Faktoren ausschlaggebend sind, ist ungewiß. Beeinträchtigungen im psychischen Bereich waren bei den untersuchten Patienten wenig ausgeprägt, was bei einer Verletzung des Fußes auch nicht zwangsläufig zu erwarten ist.

Patienten mit CCJ-Beteiligung empfanden häufiger eine Verschlechterung des derzeitigen Gesundheitszustand im Vergleich zum Vorjahr als Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Dies ist jedoch mit Vorsicht zu interpretieren. Zum einen waren die Patientenzahlen zu gering, um wirklich repräsentativ zu sein, zum anderen lag die Verletzung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung unterschiedlich lange zurück: Während

Diskussion

ein Patient ein Jahr postoperativ seinen Zustand vermutlich als vergleichsweise eher verbessert beschreibt, leidet ein anderer beispielsweise fünf Jahre nach Operation bereits an arthrotischen Folgeerscheinungen.

Nach der Auswertung des SF-36-Fragebogens wurde in Abhängigkeit vom Bestehen einer CCJ-Beteiligung – ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Outcome und dem Alter und Geschlecht der Patienten, der Frakturschwere sowie dem Repositionsergebnis im CCJ untersucht.

Bellach et al. beschrieben eine deutlich ausgeprägte Altersabhängigkeit der SF-36-Werte, insbesondere für die Skalen, die den körperlichen Aspekt der Befindlichkeit berücksichtigen (Bellach 2000): Je jünger die Patienten sind, desto höher ist die Lebensqualität. Als sehr altersabhängige Skalen gelten neben der Allgemeinen Gesundheit die Körperliche Rollenfunktion und die Körperliche Funktionsfähigkeit, während Schmerzen sowie die Psychische und Soziale Funktionsfähigkeit vom Alter eher wenig beeinflusst werden. Bei den untersuchten Patienten mit Frakturen ohne CCJ-Beteiligung schien das Alter jedoch keinen bemerkenswerten Einfluss auf die Verteilung der Scorewerte zu haben. Lediglich die Allgemeine Gesundheit wurde – wie nach Bellach et al. zu erwarten (Bellach 2000) – von den jüngsten Patienten am besten, und von den ältesten Patienten am schlechtesten bewertet. Dass die Körperliche Rollenfunktion und die Körperliche Funktionsfähigkeit keine eindeutige Altersabhängigkeit zeigten, ist vermutlich auf das geringe Patientenkollektiv ($n = 18$) zurückzuführen. Allerdings konnte auch Buckley et al. keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Alter und SF-36 feststellen (Buckley, Tough et al. 2002).

Bei den untersuchten Patienten mit CCJ-Beteiligung erreichten die jüngsten Patienten in allen Bereichen, auch in den weniger alterabhängigen, die höchsten Mittelwerte. Allerdings erzielten die ältesten Patienten nicht, wie vielleicht zu erwarten gewesen wäre, die schlechtesten Werte, sondern lagen in allen Bereichen über den Werten der Patienten mittleren Alters. Diese „Reihenfolge“ war besonders in den Kategorien Körperliche Rollenfunktion und Emotionale Rollenfunktion zu beobachten. Es ist anzunehmen, dass die vermeintlich bessere Lebensqualität der über 60-jährigen daraus resultiert, dass die frakturbedingten Einschränkungen den älteren Patienten im täglichen Leben wenig beeinträchtigten. Der vergleichsweise jüngere Patient zwischen 41 und 60 Jahren war hingegen zum Zeitpunkt der Verletzung noch sportlich

Diskussion

aktiv und berufstätig und spürte daher die aus dem Unfall resultierenden funktionellen Einschränkungen viel deutlicher.

Bei der Geschlechterverteilung der Scorewerte fiel auf, dass weibliche Patienten ohne CCJ-Beteiligung in den Bereichen Schmerzen und Allgemeine Gesundheitswahrnehmung signifikant höhere Werte aufwiesen als Patienten männlichen Geschlechts. Dies stimmt mit den Beobachtungen von Buckley et al. überein (Buckley, Tough et al. 2002), steht jedoch im Gegensatz zur Feststellung von Bellach et al., dass gewöhnlich Männer in den einzelnen Skalen bessere Werte erzielen (Bellach 2000). Da das Patientenkollektiv ohne CCJ-Beteiligung lediglich aus drei Frauen und 15 Männern bestand, ist diese Auffälligkeit eher auf die Schwere der Verletzung der drei Frauen und ihrer individuellen Bewertung zurückzuführen als allgemeine Aussagekraft zu haben.

Bei den Patienten mit CCJ-Beteiligung, die sich aus 9 Frauen und 27 Männern zusammensetzten, konnten für kein Geschlecht relevant erhöhte Scorewerte nachgewiesen werden. Die bei Bellach et al. beobachtete Tendenz kann vermutlich nur in größeren Kollektiven aufgezeigt werden.

Als Maß für den Schweregrad der Calcaneusfrakturen wurde die Sandersklassifikation herangezogen, die hierfür auch in anderen Studien verwendet wurde (Thermann, Hufner et al. 1999; Buckley, Tough et al. 2002). Lag keine CCJ-Beteiligung vor, so wiesen Patienten mit Frakturen vom Sanderstyp I oder II in den meisten Untergruppen des SF-36-Fragebogens höhere Werte auf als Patienten mit Frakturen vom Sanderstyp III oder IV.

Bei den Patienten mit CCJ-Beteiligung schien ein höherer Schweregrad der Verletzung mit einem niedrigeren Scorewert einherzugehen. Der signifikante Zusammenhang zwischen einer höhergradigen CCJ-Beteiligung und weniger Punkten bei der emotionalen Rollenfunktion könnte darauf zurückzuführen sein, dass eine schwerere Verletzung auch verstärkt zu Problemen wie der Aufgabe des Arbeitsplatzes, chronischen Schmerzen und Funktionseinschränkungen führt, so dass all dies das emotionale Befinden negativ beeinflusst.

Buckley et al. konnten keine Korrelation zwischen dem Schweregrad der Calcaneusfraktur – eingeteilt nach Essex-Lopresti – und den SF-36 Werten nachweisen (Buckley, Tough et al. 2002). Ob es tatsächlich Zusammenhänge zwischen den Wer-

Diskussion

ten im SF-36, der CCJ-Beteiligung und dem Schweregrad der Calcaneusfraktur gibt, kann nur mit der Untersuchung eines größeren Kollektivs geklärt werden.

Patienten, bei denen postoperativ eine Stufe im CCJ persistierte, zeigten in fast allen Kategorien des SF-36 niedrigere Werte als Patienten, die zwar initial eine CCJ-Beteiligung gehabt hatten, jedoch postoperativ keine Stufe mehr aufwiesen. Dies könnte bedeuten, dass sich ein schlechteres Repositionsergebnis im CCJ in einer subjektiv schlechteren Lebensqualität widerspiegelt. Jedenfalls weist die signifikante Korrelation zwischen der körperlichen Funktionsfähigkeit und dem Bestehen einer Stufe im CCJ darauf hin, dass eine schlechtere Reposition im CCJ mit vermehrten funktionellen Einschränkungen einhergeht. Da die Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, wie bereits oben erwähnt, nicht zwingend mit dem Ausmaß der tatsächlichen Erkrankung übereinstimmt (Bellach 2000), ist es nicht weiter verwunderlich, dass die Einschätzung der eigenen Gesundheit trotz persistierender Stufe im CCJ nicht schlechter ausfällt.

Die Relevanz der Vermutung, eine schlechtere Reposition im CCJ gehe mit einem schlechteren Outcome im SF-36 einher, müsste in einer weiterführenden Studie überprüft werden, v. a. da die Notwendigkeit einer Reposition im CCJ in der Literatur nicht völlig einheitlich beurteilt wird.

Klaue et al. bezeichneten die Funktion des CCJ als eher „diskret“ und vertreten die Ansicht, durch eine Arthrodesse im CCJ lassen sich exzellente Ergebnisse erzielen (Klaue 2004). Auch Sands et al. schrieben, eine Arthrodesse im CCJ müsse keine Veränderung in der Gelenkkinematik bedeuten (Sands, Early et al. 1998).

Andere Autoren vertreten die Meinung, die Kongruität im CCJ müsse wiederhergestellt werden, da ein schlechtes Repositionsergebnis eine chronische Behinderung zur Folge habe (Carr 1994; Langdon, Kerr et al. 1994; Ebraheim, Biyani et al. 1996; Ebraheim, Haman et al. 1999; Park, Song et al. 2000; Wenzl 2001). Kurozumi et al. konnten sogar nachweisen, dass eine bessere Reposition des CCJ mit signifikant besseren funktionellen Resultaten einhergeht (Kurozumi, Jinno et al. 2003).

Als erstes objektives Kriterium zur Erfassung des Outcomes nach Calcaneusfrakturen wurde die Arbeitsfähigkeit des Patienten herangezogen.

Im untersuchten Kollektiv schienen Patienten mit CCJ-Beteiligung in ihrer Arbeitsfähigkeit etwas häufiger eingeschränkt zu sein als Patienten ohne CCJ-Beteiligung.

Diskussion

Bei Thermann et al. sowie Schuh et al. finden sich ähnliche Ergebnisse (Thermann, Hufner et al. 1999; Schuh und Hausel 2000). Andere Autoren berichten von weniger ausgeprägten Einschränkungen der Arbeitsfähigkeit (Kinner, Best et al. 2002; Kurozumi, Jinno et al. 2003; Westphal, Piatek et al. 2004); in diese Studien waren jedoch lediglich unilaterale Calcaneusfrakturen aufgenommen worden. Im untersuchten Patientenkollektiv wiesen hingegen acht Patienten bilaterale Fersenbeinfrakturen auf, so dass hier auch eine stärkere Beeinträchtigung der Arbeitsfähigkeit zu erwarten war. Insgesamt unterliegt die Arbeitsfähigkeit vielen Faktoren (soziokulturell, Versicherungsstatus, etc.) und stellt somit einen eher schlechten Parameter zur Evaluation des Outcomes dar.

Die Beurteilung der Narbenbildung nach Calcaneusfrakturen zeigte, dass Frakturen mit CCJ-Beteiligung häufiger zu geröteten Narben mit Einziehungen führten als Frakturen ohne CCJ-Beteiligung. Neben der Compliance des Patienten beeinflusste aber wohl auch das jeweilige Risikoprofil (Kolloidbildung, Diabetes, Raucher), das Weichteilmanagement des Operateurs, die OP-Dauer sowie die Art des Eingriffes (offen, minimal-invasiv) die Wundheilung. Darüber hinaus war zur Versorgung der Frakturen mit CCJ-Beteiligung in der Regel ein größerer operativer Zugangsweg nötig, und auch die vergleichsweise höhere Anzahl an Begleitverletzungen trug sicher zur schlechteren Heilung bei.

Die Befragung des Patientenguts ergab, dass Patienten mit CCJ-Beteiligung häufiger an Schwellungen des verletzten Fußes – die überdies stärker ausgeprägt waren – litten als Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Dies mag einerseits durch den schwereren Verletzungsgrad der Calcaneusfraktur bei CCJ-Beteiligung und andererseits durch das häufigere Auftreten von Begleitverletzungen sowie das schwerere Zugangstrauma bedingt sein.

Park et al. berichteten, dass lediglich bei 2,3 % der Frakturen ihres Kollektivs eine persistierende Schwellung auftrat (Park, Song et al. 2000). Allerdings kann der Arbeit nicht entnommen werden, ob es sich bei den Angaben zum Schwellungszustand – wie in dieser Studie – um eine Selbsteinschätzung der Patienten handelte oder ob die Beurteilung im Rahmen einer Nachuntersuchung erfolgt war. Dies könnte bedeuten, dass ein erfahrener Untersucher eine Schwellung beispielsweise als weniger ausgeprägt einschätzte als der Betroffene selbst. Zudem ist das seltenere Auftreten

Diskussion

von Schwellungen bei Park et al. wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass lediglich starke Schwellungen dokumentiert wurden. Ferner waren möglicherweise Schwellungen vorhanden, die jedoch zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht vorlagen (z. B. Schwellung nach Belastung).

Die Prüfung des Einbeinzehenstandes – ein weiteres objektives Maß zur Evaluation des Outcomes – zeigte, dass Patienten mit CCJ-Beteiligung deutlich mehr Schwierigkeiten bzw. Einschränkungen aufwiesen als Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Ob dies tatsächlich auf die Verletzung im CCJ zurückzuführen ist oder durch den damit einhergehenden schwereren Verletzungsgrad bedingt ist, kann nicht mit Sicherheit beurteilt werden.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren die Wadenumfänge unabhängig von der CCJ-Beteiligung bei etwa einem Drittel der Patienten seitengleich. Alle übrigen Patienten zeigten auf der verletzten Seite eine Abnahme des Wadenumfangs um bis zu 2 cm, die vermutlich auf einer durch Schonung bedingten Muskelatrophie beruhte. Eine Beteiligung des CCJ schien keinen Einfluss auf die Ausprägung der Atrophie zu haben.

Eine Beteiligung des CCJ bei Calcaneusfrakturen führte im Hinblick auf das Schuhwerk zu einem schlechteren Outcome.

Westphal et al. berichteten, dass 47,9 % ihrer Patienten die gleichen Schuhe tragen konnten wie vor dem Unfall. Die übrigen 52,1 % der Patienten benötigten orthopädische Schuhe (Westphal, Piatek et al. 2004). Das Patientenkollektiv, das in einer Studie von Thermann et al. untersucht wurde, war in der Wahl der Schuhe vergleichsweise wenig beeinträchtigt: 68,7 % konnten normales Schuhwerk tragen, 14,5 % erhielten eine Einlagenversorgung und 16,8 % bedurften orthopädischer Schuhe (Thermann, Hufner et al. 1999). Obwohl bei Westphal et al. lediglich Patienten mit einseitigen Fersenbeinfrakturen ohne Begleitverletzung untersucht worden waren, schien das Outcome schlechter zu sein als bei Thermann et al. Vermutlich ist dies darauf zurückzuführen, dass der Stellenwert und die Notwendigkeit einer Einlagenversorgung sowie von orthopädischem Schuhwerk in verschiedenen Kliniken unterschiedlich beurteilt und damit unterschiedlich häufig verschrieben wird.

Diskussion

Im untersuchten Patientenkollektiv bestand bei über 90 % der Patienten ohne CCJ-Beteiligung kein Unterschied zwischen der Fersenbreite des linken und des rechten Fußes. Hingegen wiesen Patienten mit CCJ-Beteiligung eine signifikant verbreiterte Ferse auf. Neben der CCJ-Beteiligung per se könnte auch die bereits zuvor erwähnte, bei CCJ-Beteiligung häufiger auftretende Weichteilschwellung oder der mit der Gelenkbeteiligung einhergehende schwerere Verletzungsgrad die Verbreiterung der Ferse erklären.

Auch Kinner et al. fanden bei ihren Patienten am verletzten Fuß eine Verbreiterung der Ferse um 7,8 % im Vergleich zur gesunden Seite (Kinner, Best et al. 2002).

Patienten mit CCJ-Beteiligung litten häufiger unter Sensibilitätsstörungen am verletzten Fuß als Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Die stärkere Empfindungsstörung v. a. im Bereich der Narbe lässt sich wahrscheinlich auf die erhöhte Zugangsmorbidität bei Frakturen mit CCJ-Beteiligung zurückführen.

Die Auswertung des AOFAS-Fragebogens ergab, dass Patienten mit Beteiligung des CCJ einen geringeren Punktwert in der Kategorie Schmerz, die gleiche Punktezahl in der Kategorie Form und weniger Punkte in der Kategorie Funktion erreichten als Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Der Gesamtpunktwert lag für Frakturen ohne CCJ-Beteiligung mit 74 Punkten im Bereich der in der Literatur ermittelten Werte: Bei Westphal betrug er im Mittel 72, bei Schuh 76,5 und bei Ebraheim sogar 79,6 Punkte, wobei das Kollektiv hier lediglich elf Patienten umfasste (Ebraheim, Elgafy et al. 2000; Schuh und Hausel 2000; Westphal, Piatek et al. 2004). Patienten mit Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung wiesen einen um durchschnittlich fünf Punkte niedrigeren Gesamtpunktwert auf als Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Gemäß dem AOFAS-Fragebogen hatten Fersenbeinfrakturen mit CCJ-Beteiligung insgesamt ein schlechteres Outcome als Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung.

Die differenzierte Auswertung der einzelnen Fragen des AOFAS-Fragebogens zeigte, dass Patienten mit CCJ-Beteiligung häufiger an stärkeren und kontinuierlich auftretenden Schmerzen litten als Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Dies stimmt auch mit der Beobachtung überein, dass Patienten mit CCJ-Beteiligung einer regelmäßigeren Schmerzmedikation bedurften. Im SF-36-Fragebogen konnte dies hingegen nicht bestätigt werden.

Diskussion

Bei Schuh et al. waren 8 % der Patienten schmerzfrei (Schuh und Hausel 2000). Dieser Wert liegt zwischen den im Patientenkollektiv bestimmten Werten. Allerdings stellt die Angabe von Schmerzen stets ein subjektives Empfinden dar und weist inter-individuelle Schwankungen auf. Trotzdem stellt der Schmerz einen wichtigen Faktor dar um das Outcome bei dislozierten intraartikulären Calcaneusfrakturen zu evaluieren (Hildebrand, Buckley et al. 1996).

Die schriftliche Befragung ergab ferner, dass sich Patienten mit CCJ-Beteiligung in ihrer täglichen Aktivität seltener einschränkt fühlten als Patienten mit CCJ-Beteiligung. Jedoch muss bedacht werden, dass das Ausmaß, in dem der Patient vor der Verletzung aktiv war, das Ergebnis beeinflussen kann. Ebenso blieben Begleiterkrankungen sowie vorangegangene Verletzungen, die ebenso Einfluss auf das Resultat ausüben könnten, unberücksichtigt.

Die maximal mögliche Gehstrecke der Patienten schien in keinem Zusammenhang zur CCJ-Beteiligung zu stehen. Allerdings betrug die längst mögliche Gehstrecke, die Patienten im Fragebogen markieren konnten, lediglich „mehr als 3 km“. Eine weitere Differenzierung der maximalen Gehstrecke in z. B. „mehr als 10 km“ könnte mögliche Auswirkung einer CCJ-Beteiligung auf die Gehstrecke aufdecken. Thermann et al. zeigten beispielsweise, dass bei 37,9 % ihrer Patienten Beschwerden erst nach mehr als 10 km auftraten (Thermann, Hufner et al. 1999).

Eine Beteiligung des CCJ schien hingegen mit zunehmenden Schwierigkeiten beim Gehen auf unebener Fläche einherzugehen. Schwierigkeiten beim Gehen auf unebenen Flächen stellen eine bekannte Problematik nach Calcaneusfrakturen und nach Verletzungen des USG im Allgemeinen dar. Eine Beteiligung des CCJ scheint diese Schwierigkeiten noch zu verstärken. Bei Schuh et al. traten bei 44 % der Patienten keine Probleme auf unterschiedlichen Oberflächen auf (Schuh und Hausel 2000). Die hier beobachteten geringeren Probleme sind vermutlich darauf zurückzuführen, dass Schuhs Patientengut lediglich isolierte Traumata des Calcaneus umfasste.

Auffällige Störungen des Gangbildes wurden ausschließlich bei Patienten mit CCJ-Beteiligung festgestellt. Ob dies allerdings auf die CCJ-Beteiligung an sich oder auf

Diskussion

den schwereren Verletzungsgrad sowie die häufigeren Begleitverletzungen bei Frakturen mit CCJ-Beteiligung zurückzuführen ist, bleibt unklar. Schuh et al. berichteten, dass 80 % ihrer Patienten keine oder nur leichte Störungen und 16 % auffällige Störungen des Gangbildes aufwiesen (Schuh und Hausel 2000). Damit liegen ihre Ergebnisse im Bereich der für Patienten mit und ohne CCJ-Beteiligung gemachten Beobachtungen.

Hinsichtlich der Einschränkung des Bewegungsumfanges im OSG zeigte sich bei Patienten mit und ohne CCJ-Beteiligung kein Unterschied.

Bei Thermann et al. waren die Einschränkungen im OSG ähnlich ausgeprägt wie in den hier durchgeführten Untersuchungen (48,8 % keine Einschränkungen, 34,1 % leichte Einschränkungen, 17,1 % erhebliche Einschränkungen) (Thermann, Hufner et al. 1999).

Die mäßige Einschränkung des OSG bei ca. 25 % der Patienten ist vermutlich nicht allein auf die Calcaneusfraktur, sondern auch auf die Begleitverletzungen zurückzuführen. Dafür spricht, dass bei Schuh et al. die lediglich isolierte Calcaneusfrakturen betrachteten, nur normale oder gering veränderte Bewegungsumfänge vorlagen (Schuh und Hausel 2000). Natürlich kann eine Einschränkung im OSG aber auch durch eine veränderte Biomechanik infolge einer Calcaneusfraktur bedingt sein (Siegmeeth, Petje et al. 1996).

Patienten mit CCJ-Beteiligung litten vergleichsweise häufiger unter schweren Einschränkungen der USG-Beweglichkeit. Während Ebraheim et al. bei ihrem Patientenkollektiv mit Hilfe des gleichen Bewertungsmaßstabes geringere Bewegungsumfänge im USG feststellten (18,5 % geringe Einschränkung, 45,5 % mäßige Einschränkungen, 36,3 % schwere Einschränkungen) (Ebraheim, Elgafy et al. 2000), war die Beweglichkeit im Patientengut von Schuh et al. etwas besser ausgeprägt (56 % normal oder geringe Einschränkungen, 44 % mäßiggradige Einschränkungen) (Schuh und Hausel 2000). Die bei Thermann et al. gemessenen Bewegungseinschränkungen entsprachen im Wesentlichen denen dieser Studie (43,5 % keine oder geringe Einschränkung, 17,1 % Einschränkung auf die Hälfte, 29,2 % Einschränkung auf ein Drittel, 9,8 % komplette Einsteifung) (Thermann, Hufner et al. 1999).

Diskussion

Vermutlich führte jedoch nicht die CCJ-Beteiligung alleine, sondern auch das schwerere Verletzungsausmaß insbesondere der hinteren Facette des USG bei CCJ-Beteiligung zu den stärkeren Beeinträchtigungen der USG-Beweglichkeit.

Bei der Stabilitätsprüfung wies der Großteil der Patienten ein stabiles OSG und einen stabilen Rückfuß auf. Eine Instabilität lag lediglich bei zwei der 13 Patienten ohne CCJ-Beteiligung (15,4 %) und bei einem der 26 Patienten mit CCJ-Beteiligung (3,8 %) vor.

Bei Patienten mit CCJ-Beteiligung zeigte sich eine etwas schlechtere Fußform (kein plantigrader Fuß, schwere Fehlstellung, Symptome) als bei Patienten ohne CCJ-Beteiligung. Schuh et al. beschrieben bei 76 % ihrer Patienten die Rückfußform als gut und diagnostizierten bei 20 % eine mäßiggradige Abweichung sowie bei 4 % eine starke Achsabweichung (Schuh und Hausel 2000). Dieses etwas bessere Resultat ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass ausschließlich isolierte Calcaneusfrakturen untersucht wurden.

Die Untersuchung eines möglichen Zusammenhangs zwischen den Punktwerten des AOFAS-Fragebogens und dem Schweregrad der CCJ-Beteiligung ergab in dem untersuchten Patientengut keine Abhängigkeit der Fußform, der Schmerzen oder der Funktion des verletzten Fußes vom Ausmaß der Gelenkverletzung.

Ferner war von Interesse festzustellen, inwiefern das Repositionsergebnis im CCJ das Outcome beeinflusste. Zu diesem Zwecke wurde der AOFAS-Score in Abhängigkeit vom postoperativen Persistieren einer Stufe im CCJ untersucht.

Im untersuchten Patientenkollektiv gingen mit dem Befund einer postoperativen CCJ-Stufe und damit einer nicht vollständig gelungenen Reposition deutlich schlechtere Werte in der Gesamtpunktzahl, im Bereich Aktivität sowie im Alignment einher. Ebenso waren die Beweglichkeit im OSG und USG sowie die Schmerzen bei Patienten mit postoperativer Stufe im CCJ leicht vermindert. Allerdings erwies sich nur die Korrelation zwischen postoperativer Stufe im CCJ und Einschränkung der Aktivität als signifikant (Korrelationskoeffizient nach Spearman $p = 0,043$). Somit konnte gezeigt werden, dass eine schlechte Reposition im CCJ die Aktivität des Patienten negativ beeinflusste.

Diskussion

Von den übrigen Daten, die im Rahmen von Teil B des Fragebogens erhoben worden waren, zeigte sich lediglich zwischen einer vergrößerten Fersenbreite und dem Bestehen einer postoperativen Stufe im CCJ ein tendenzieller Zusammenhang (Korrelationskoeffizient nach Spearman $p = 0,073$). Da das Bestehen einer postoperativen Stufe im CCJ für ein schlechteres Repositionsergebnis spricht, ist es nicht weiter verwunderlich, dass sich dieses in einer veränderten Konfiguration des Rückfußes widerspiegelte.

Die Auswertung des AOFAS-Fragebogen nach Thordarson ergab, dass – unabhängig von der CCJ-Beteiligung – mehr als die Hälfte der Calcaneusfrakturen ein schlechtes Outcome zeigte. Dies bestätigt die Feststellung von Park et al, dass die klinischen Ergebnisse nach Calcaneusfrakturen oft schlecht sind (Park, Song et al. 2000). In anderen Studien wurden ähnlich häufig sehr gute und gute Resultate ermittelt, jedoch lagen dort viel häufiger mittelmäßige und viel seltener schlechte Ergebnisse vor als im hier untersuchten Patientenkollektiv (Ebraheim, Elgafy et al. 2000; Schuh und Hausel 2000; Westphal, Piatek et al. 2004). Während die besseren Ergebnisse bei Ebraheim et al. auf die geringe Patientenzahl ($n = 11$), bei Westphal et al. auf den Ausschluss von beidseitigen und offenen Calcaneusfrakturen sowie von Frakturen mit Begleitverletzungen und bei Schuh et al. auf die Nachuntersuchung nach nur einem Jahr zurückzuführen sein könnten, findet sich für die bei Park et al. beschriebenen 70,9 % an exzellenten Ergebnissen – abgesehen von einem anderen operativen Zugangsweg – keine Erklärung (Park, Song et al. 2000).

Eine CCJ-Beteiligung schien sich im untersuchten Kollektiv in einem etwas schlechteren Outcome widerzuspiegeln.

Obwohl das Outcome nach Calcaneusfrakturen mit und ohne CCJ-Beteiligung möglichst objektiv ermittelt worden war, blieb unklar, wie die Patienten die einzelnen funktionellen Einschränkungen tatsächlich wahrnahmen und bewerteten. Um festzustellen, welche Faktoren der Patient als besonders beeinträchtigend und welche er als weniger störend empfand, wurden die Ergebnisse aus Teil B des Fragebogens mit der subjektiven Zufriedenheit der Patienten verglichen.

Wie erwartet stellte sich heraus, dass das Ausmaß der vorhandenen Schmerzen die Zufriedenheit praktisch bestimmte (Korrelationskoeffizient nach Spearman $p < 0,0001$). Auch die Einschränkungen beim Stehen auf dem verletzten Fuß sowie beim

Diskussion

Gehen auf unebener Fläche nahmen die Patienten im Alltag als besonders belastend war (Korrelationskoeffizient nach Spearman $p = 0,001$ bzw. $p = 0,009$). Eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Zufriedenheit hatten ferner das Ausheilen der Wunde ($p = 0,011$), die verbleibende Aktivität ($p = 0,002$) sowie eine begrenzte Auswahlmöglichkeit der Schuhe ($p = 0,033$) und das Alignment ($p = 0,053$). Alle übrigen Veränderungen wurden vom Patienten offensichtlich als weniger störend empfunden.

Insgesamt konnte die Hypothese, Calcaneusfrakturen mit CCJ-Beteiligung haben ein schlechteres Outcome als Calcaneusfrakturen ohne CCJ-Beteiligung, bestätigt werden. Ob die Ursache hierfür allerdings das hoch energetischere Trauma ist, das zur CCJ-Beteiligung führte und bekanntlich mit schlechteren Resultaten einhergeht als eine niedrig energetische Verletzung (Buckley, Tough et al. 2002), oder die schlechtere Reposition im CCJ, bleibt ungewiss.

5 Zusammenfassung

Frakturen des Fersenbeins stellen mit 75 % die häufigste Fraktur im Bereich der Fußwurzelknochen dar. Aufgrund der komplexen anatomischen Gelenksituation haben sie häufig funktionelle und soziale Beeinträchtigungen mit dem Risiko einer dauerhaften Behinderung zur Folge. Obwohl sich in großen Studien gezeigt hat, dass bei mehr als 50 % der Calcaneusfrakturen eine Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks vorliegt, wurde die Verletzung des Calcaneocuboidgelenkes bislang in der Literatur nicht im gleichen Maße wie beispielsweise das Subtalargelenk berücksichtigt.

In vorliegender Arbeit wurde die Prävalenz der Calcaneocuboidbeteiligung bei 72 Patienten mit intraartikulären Calcaneusfrakturen ermittelt. Die Basis der Analyse bildeten retrospektiv erfasste Daten bezüglich Verletzungsmuster, Unfallgeschehen und Versorgung, die im Rahmen der Akten- und OP-Bericht-Auswertung erhoben wurden. Die Beurteilung der prä- und postoperativen radiologischen Bilder lieferte Informationen zur Fraktur-anatomie. Anhand einer pedografischen Nachuntersuchung sowie eines selbstkonzipierten Fragebogens wurde das Outcome der Patienten erfasst. Der Fragebogen enthielt den SF-36-Fragebogen zur Erfassung der gesundheitspezifischen Lebensqualität sowie weitere Fragen zur Evaluation des subjektiven und objektiven postoperativen Ergebnisses, aus denen der AOFAS-Score berechnet wurde.

Im Patientengut wiesen 67,8 % der Patienten eine Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks auf, wobei in 57 % der Fälle eine Stufe > 2 mm bestand, in 28 % befanden sich mehrere Fragmente im Gelenkspalt und in 15 % der Fälle lag neben der Calcaneocuboidbeteiligung zusätzlich eine Fraktur des Cuboids vor. Frakturen mit Calcaneocuboidbeteiligung zeigten die gleiche Geschlechts- und Altersverteilung wie Frakturen ohne Calcaneocuboidbeteiligung. Die Untersuchung des der Verletzung zugrunde liegenden Traumas, des Ausmaßes an Begleitverletzungen sowie die Einteilung der Frakturen nach den gängigen Klassifikationen bestätigte die Vermutung, Calcaneusfrakturen mit Calcaneocuboidbeteiligung seien durch ein schwereres Trauma bedingt als Frakturen ohne Calcaneocuboidbeteiligung. Frakturen ohne Calcaneocuboidbeteiligung wurden häufiger minimal-invasiv versorgt als Frakturen mit Calcaneocuboidbeteiligung. Diese bedurften einer intensiveren Nachsorge. Die Auswertung der postoperativen radiologischen Bilder sowie der pedografischen Nachuntersuchung ließ eine adäquate Versorgung des Calcaneocuboidgelenks durch den

Zusammenfassung

vorherrschenden Behandlungsalgorithmus annehmen. Die Ergebnisse des SF-36-Fragebogens, des AOFAS-Fragebogens sowie der selbst entwickelten Fragestellungen zeigten für Patienten mit Calcaneocuboidbeteiligung ein schlechteres Outcome als für Patienten ohne Calcaneocuboidbeteiligung. Insbesondere in den Bereichen Vitalität (5,5 %), Körperliche Funktionsfähigkeit (8 %), Körperliche Rollenfunktion (7,6 %) und Emotionale Rollenfunktion (14,8 %) des SF-36 erreichten Patienten ohne Calcaneocuboidbeteiligung bessere Resultate als Patienten mit Calcaneocuboidbeteiligung. Die signifikante Korrelation zwischen geringerer körperlicher Funktionsfähigkeit und Bestehen einer Stufe im Calcaneocuboidgelenk nach Therapieabschluss wies darauf hin, dass eine schlechtere Reposition im Calcaneocuboidgelenk mit stärkeren funktionellen Einschränkungen einhergeht. Auch in beinahe allen anderen Kategorien des SF-36 – abgesehen von der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung und der Vitalität – zeigten Patienten mit postoperativer Stufe im Calcaneocuboidgelenk schlechtere Ergebnisse als Patienten ohne Calcaneocuboidbeteiligung. Überdies hatten Patienten mit Calcaneocuboidbeteiligung beim Versuch, alleine auf dem verletzten Fuß zu stehen, mehr Schwierigkeiten als Patienten ohne Calcaneocuboidbeteiligung. Ein morphologisches Korrelat für das schlechtere Ergebnis bei Frakturen mit Calcaneocuboidbeteiligung stellte die signifikant stärker verbreiterte Ferse bei Frakturen mit Calcaneocuboidbeteiligung dar.

Im AOFAS-Fragebogen wiesen Patienten mit Calcaneusfrakturen mit Calcaneocuboidbeteiligung einen um durchschnittlich fünf Punkte niedrigeren Gesamtpunktwert auf als Patienten mit Frakturen ohne Calcaneocuboidbeteiligung. Dabei ging die Calcaneocuboidbeteiligung v. a. mit Einschränkungen der Funktionalität, nicht hingegen mit vermehrtem Schmerzempfinden einher. Die Korrelation zwischen Bestehen einer postoperativen Stufe im Calcaneocuboidgelenk und einer ausgeprägteren Einschränkung der Aktivität erwies sich als signifikant. Somit scheint eine schlechte Reposition im Calcaneocuboidgelenk die Aktivität des Patienten negativ zu beeinflussen.

Insgesamt scheint eine Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks bei Calcaneusfrakturen mit schwereren Traumata und einem schlechteren Outcome einherzugehen als Frakturen ohne Calcaneocuboidbeteiligung. Ob dies allerdings auf die Verletzung des Calcaneocuboidgelenks per se oder auf den höheren Schweregrad der Fraktur sowie die schlechtere Reposition im Subtalargelenk zurückzuführen ist, konnte nicht festgestellt werden. Eine fortführende Studie könnte dies beispielsweise im Rahmen

Zusammenfassung

einer Matched-pairs Analyse untersuchen. Da jedoch Calcaneocuboidbeteiligungen hauptsächlich bei schweren Calcaneusfrakturen auftreten, wird es schwierig sein, eine derartige Analyse an einem entsprechend großen Patientenkollektiv durchzuführen.

Dennoch kann festgehalten werden, dass Calcaneusfrakturen mit einer Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks ein schlechteres Outcome erwarten lassen als Frakturen ohne Calcaneocuboidbeteiligung.

6 Kasuistik

Kasuistik 1

Ein 63-jähriger Malermeister stürzte 2000 während der Arbeit 1,5 m von einer Leiter. Radiologisch wurde eine joint-depression Fraktur des rechten Calcaneus vom Sandersstyp IIB diagnostiziert (81.2-C1[d(1.3.2)]. Es handelte sich um eine geschlossene Fraktur ohne Begleitverletzung, eine Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks lag nicht vor. Die Fraktur wurde vier Tage nach dem Sturz minimal-invasiv versorgt (geschlossene Reposition und perkutane Schraubenosteosynthese).

Sechs bzw. zwölf Wochen postoperativ zeigten sich reizlose Wundverhältnisse. Nach mehrstündiger Belastung traten eine geringgradige Schwellung des Fußes sowie leichte Schmerzen auf. Sieben Monate postoperativ erfolgte die Materialentfernung, zehn Monate postoperativ war der Patient als Malermeister wieder voll arbeitsfähig.

Zum Zeitpunkt des Follow-up sechs Jahre nach dem Unfall zeigten sich in den Röntgenaufnahmen anatomisch korrekte Verhältnisse ohne Stufenbildung im Subtalargelenk. Der Patient hatte gelegentlich Schmerzen bei guter Funktion. Im SF-36-Fragebogen erzielte der Patient in den meisten Bereichen ähnliche oder sogar bessere Werte als die deutsche Normbevölkerung, im AOFAS-Fragebogen erreichte er entsprechend der Auswertung nach Thordarson ein schlechtes Ergebnis.

Tabelle 41: Punkte SF-36-Fragebogen

	KÖFU	KÖRO	SCHM	AGES	VITA	SOFU	EMRO	PSYC
Patient	70	100	41	67	50	100	100	60
Normbevölkerung	83,8	81,2	77,2	66,2	61,8	88,2	87,7	72,8

Tabelle 42: AOFAS-Fragebogen

	Schmerzen	Funktion	Form	Gesamt
Patient	20	41	5	66
Maximum	40	50	10	100

Kasuistik

Die radiologische Auswertung zeigte, dass der Böhlerwinkel von 10° auf 25° und der Gisannewinkel von 160° auf 118° korrigiert worden w ar. Die Höhe des Calcaneus war von 4,0 cm auf 4,8 cm aufgerichtet worden, die Länge betrug präoperativ 6,8 cm und postoperativ 5,7 cm.

Bei der Ganganalyse mit pedobarografischer Messung fielen im Bereich des rechten Cuboids im Vergleich zur nicht frakturierten Seite erhöhte Druckwerte auf. Der Druck im Bereich des Längsgewölbes war auf der frakturierten Seite höher als auf der unverletzten linken Seite. Die Gaitline zeigte sich leicht nach lateral verlagert.

Tabelle 43: Resultate der Pedografie

Pedografie	Abweichung d Gaitline	Abweichung d contact time	Druck re	Druck li
	10 % - 30 %	< 10 %	82 %	83 %

	Vorfuß re	Vorfuß li	Mittelfuß re	Mittelfuß li	Rückfuß re	Rückfuß li
Druck in N/cm ²	12,9	8,2	4,2	4,8	14,8	9,8

	Cuboid re	Cuboid li	Längsgewölbe re	Längsgewölbe li	Hallux re	Hallux li
Druck in N/cm ²	11,2	7,3	35	30	22,7	12,6



Abb. 52: präoperative Brodenaufnahme

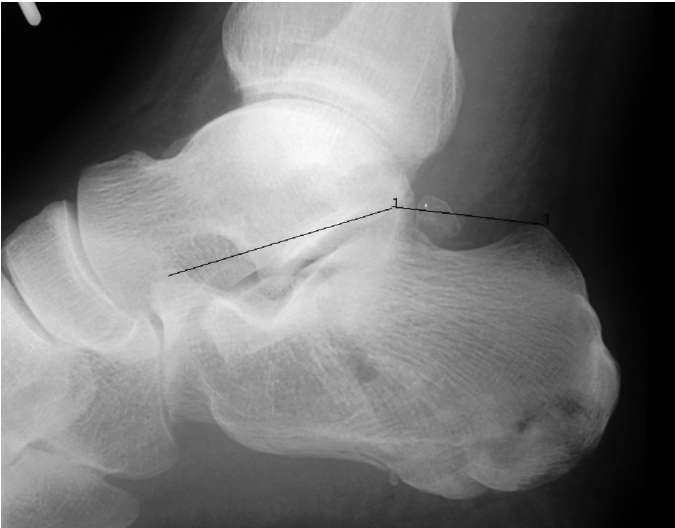


Abb. 53: präoperative seitliche Aufnahme

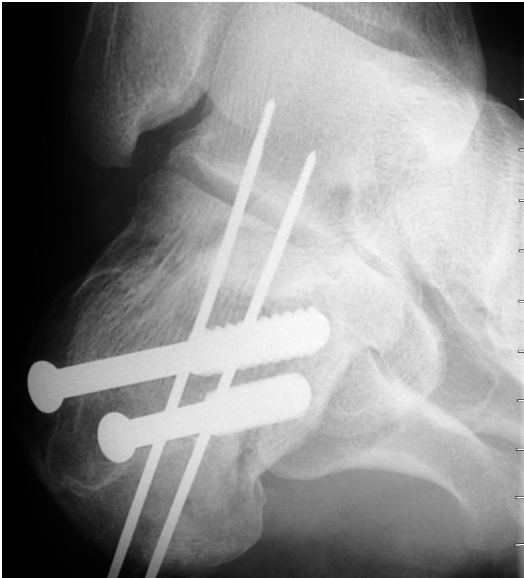


Abb. 54: postoperative Brodenaufnahme

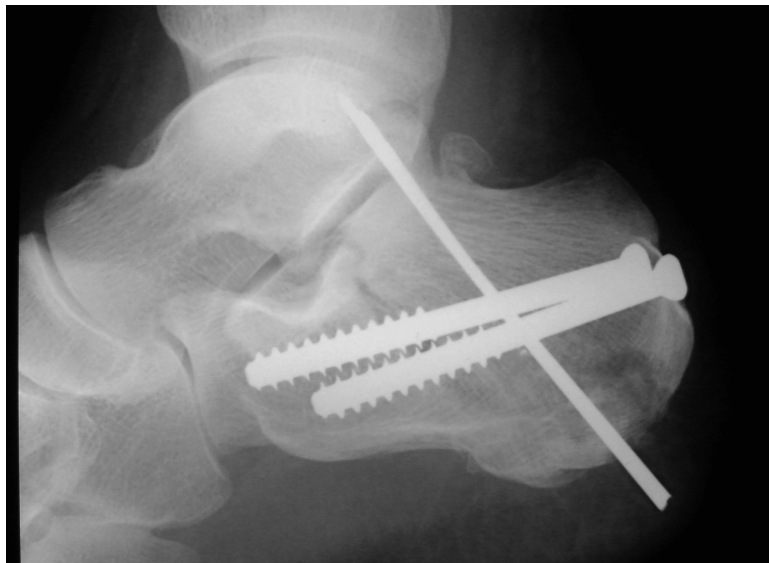


Abb. 55: postoperative seitliche Aufnahme

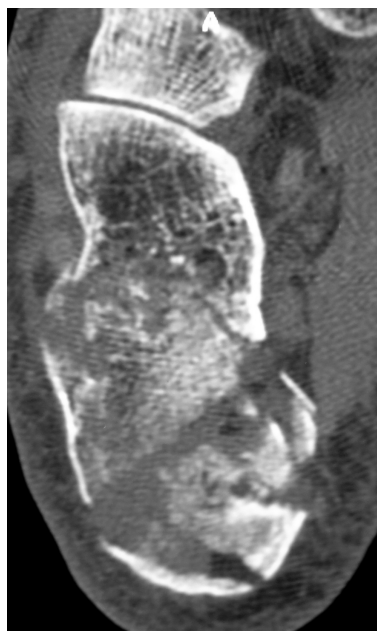


Abb. 56: CT axial: keine Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks



Abb. 57: CT coronar

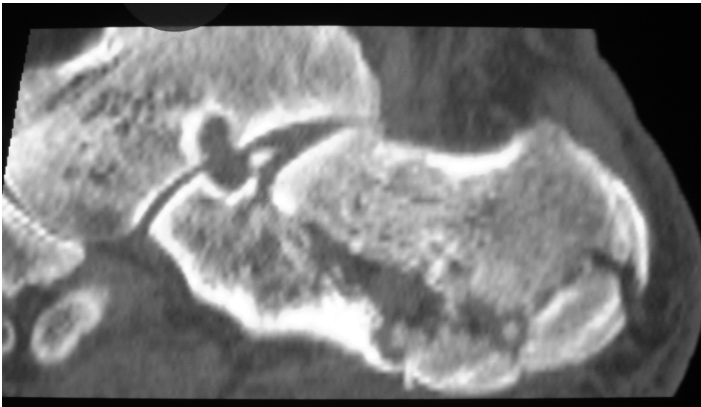


Abb. 58: CT sagittal



Abb. 59: Spiegeltisch postoperativ



Abb. 60: Spiegeltisch postoperativ

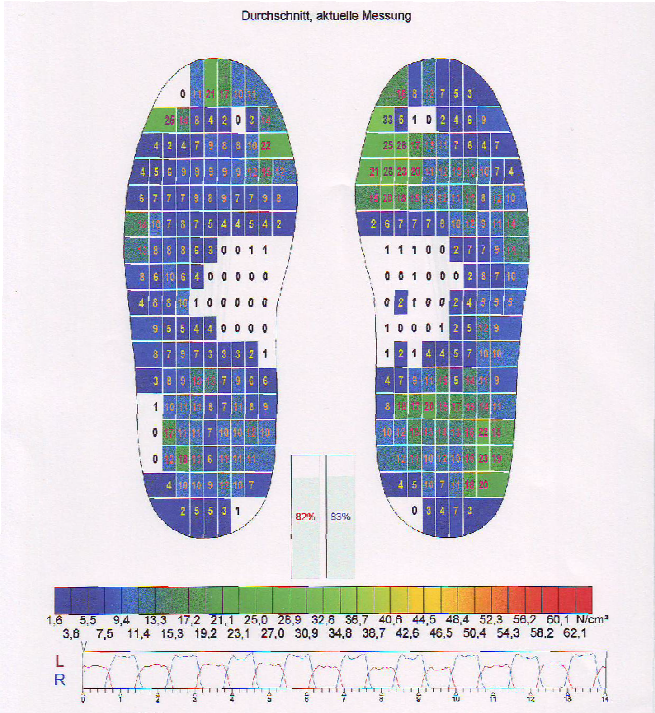


Abb. 61: Pedografie Druckverteilung

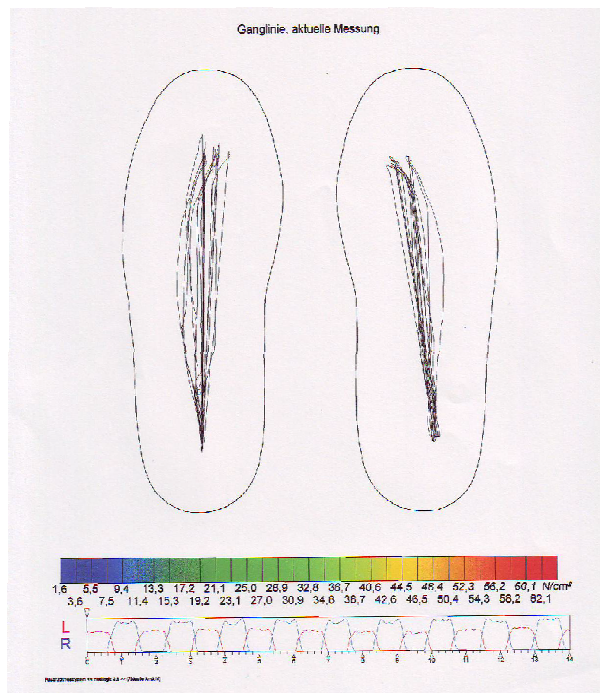


Abb. 62: Pedografie Gaitline

Kasuistik 2

Ein 51-jähriger Getränkefahrer stürzte 2004 von einer Leiter und zog sich am linken Calcaneus eine joint-depression Fraktur vom Sanderstyp IIIAB zu (81.2-C2[d-f(1.3.3), h(1.2.2)]). Es lagen keinerlei Begleitverletzungen vor. Radiologisch wurde eine Beteiligung des Calcaneocuboidgelenks vom Schweregrad 1 (Gelenkstufe > 2 mm) diagnostiziert. Nach zwölf Tagen erfolgte eine offene Reposition und Plattenosteosynthese über einen erweiterten lateralen Zugang.

Sechs Wochen postoperativ lag eine deutlich ausgeprägte Schwellung bei reizlosen Wundverhältnissen vor. Zwölf Wochen bzw. sechs Monate postoperativ klagte der Patient noch über Schmerzen beim Gehen auf unebener Fläche, eine Vollbelastung war jedoch möglich. Nach sechs Monaten war der Patient als Getränkefahrer wieder voll arbeitsfähig.

Kasuistik

Zum Zeitpunkt des Follow-up zwei Jahre nach dem Unfall zeigten sich in den Röntgenaufnahmen anatomisch korrekte Verhältnisse mit einer erheblichen Stufe (> 2 mm) im Subtalargelenk.

Die Funktion des Fußes war eingeschränkt und der Patient litt unter persistierenden Schmerzen beim Abrollen sowie unter Sensibilitätsstörungen im Bereich der Metatarsale II bis V. Im SF-36-Fragebogen erreichte er in fast allen Bereichen deutlich schlechtere Werte als die deutsche Normbevölkerung. Besonders ausgeprägt waren diese Veränderungen in den Bereichen Körperliche Funktionsfähigkeit und Rollenfunktion sowie im Bezug auf die Vitalität. Im AOFAS-Fragebogen erzielte der Patient entsprechend der Auswertung nach Thordarson ein schlechtes Ergebnis.

Tabelle 44: Punkte SF-36-Fragebogen

	KÖFU	KÖRO	SCHM	AGES	VITA	SOFU	EMRO	PSYC
Patient	45	0	41	55	30	75	100	56
Normbevölkerung	83,8	81,2	77,2	66,2	61,8	88,2	87,7	72,8

Tabelle 45: AOFAS-Fragebogen

	Schmerzen	Funktion	Form	Gesamt
Patient	20	31	10	61
Maximum	40	50	10	100

Die radiologische Auswertung zeigte eine Aufrichtung des Böhlerwinkels von 7° auf 31° sowie eine Korrektur des Gisannewinkels von 132° auf 119°. Die Höhe des Calcaneus war von 4,4 cm auf 5,1 cm aufgerichtet worden, die Länge betrug präoperativ 5,8 cm und postoperativ 6,3 cm. Die Fersenbreite konnte von 4,7 cm auf 4,1 cm reduziert werden.

Bei der Ganganalyse mit pedobarografischer Messung fiel neben einer Abweichung der contact time eine veränderte Druckverteilung auf: Der frakturierte linke Fuß wurde etwas stärker belastet als der gesunde Fuß, wobei die Mehrbelastung ausschließlich im Bereich des Rückfußes stattfand. Im Bereich des Längsgewölbes des verletz-

Kasuistik

ten Fußes kam es hingegen zu einer Druckminderung, was einer Aufrichtung des Längsgewölbes entspricht.

Tabelle 46: Ergebnisse Pedografie

Pedografie	Abweichung d Gaitline	Abweichung d contact time	Druck re	Druck li
	< 10 %	30 - 50 %	84 %	91 %

	Vorfuß re	Vorfuß li	Mittelfuß re	Mittelfuß li	Rückfuß re	Rückfuß li
Druck in N/cm ²	6,7	5,8	9,4	4,4	11,9	15,4

	Cuboid re	Cuboid li	Längsgewölbe re	Längsgewölbe li	Hallux re	Hallux li
Druck in N/cm ²	5,9	7,6	75	55	17,2	11,8



Abb. 63: axiales CT präoperativ: kleine Gelenkstufe im Calcaneocuboidegelenk



Abb. 64: CT präoperativ

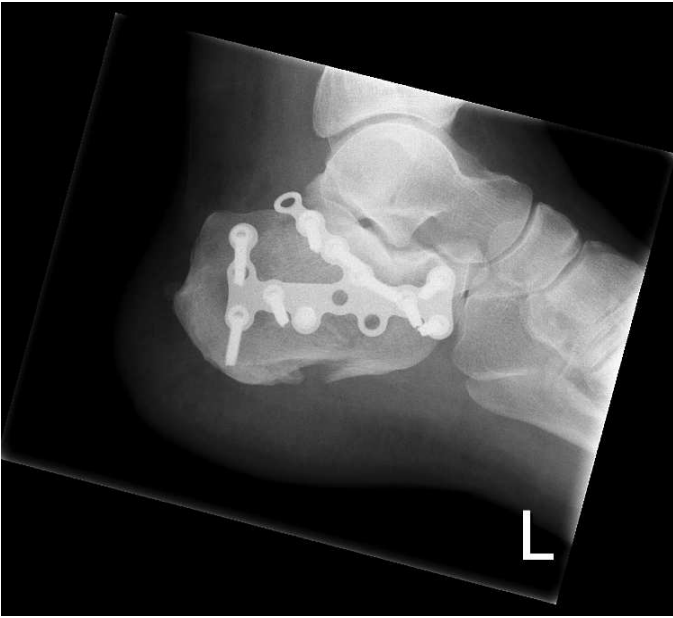


Abb. 65: seitliche Röntgenaufnahme einen Tag postoperativ



Abb. 66: Spiegeltisch postoperativ



Abb. 67: Spiegeltisch postoperativ



Abb. 68: Spiegeltisch postoperativ

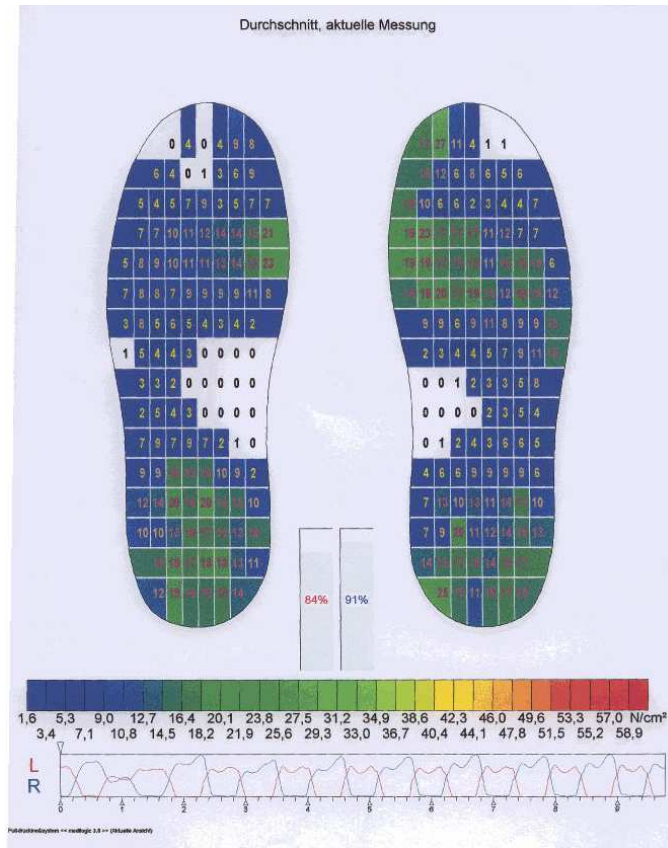


Abb. 69: Pedografie: Druckverteilung

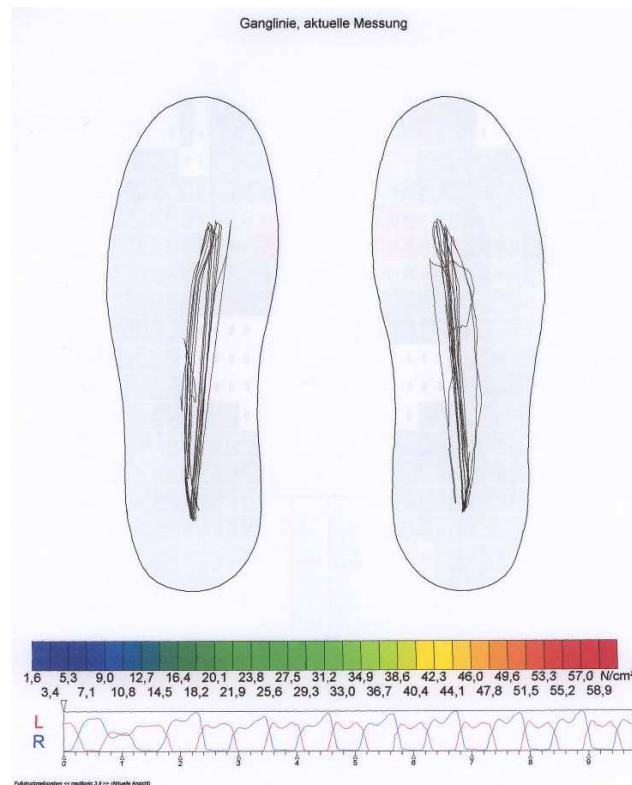


Abb. 70: Pedografie Gaitline

7 Literaturverzeichnis

- Allmacher, D. H., K. S. Galles, et al. (2006). "Intra-articular calcaneal fractures treated nonoperatively and followed sequentially for 2 decades." J Orthop Trauma **20**(7): 464-9.
- Andermahr, J., H. J. Helling, et al. (2000). "The injury of the calcaneocuboid ligaments." Foot Ankle Int **21**(5): 379-84.
- Andermahr, J., H. J. Helling, et al. (2001). "Compartment syndrome of the foot." Clin Anat **14**(3): 184-9.
- Bauer, G., Mutschler, W., Heuchemer, G., Lob, G. (1998). "Fortschritte in der Diagnostik der intraartikulären Calcaneusfrakturen durch die Computertomografie." Unfallchirurg **90**: 496.
- Becker, H. P., D. Rosenbaum, et al. (1997). "[Dynamic pedography for assessing functional ankle joint instability]." Unfallchirurg **100**(2): 133-9.
- Bell, C. (1982). "Compound fracture of the os calcis." Edinburgh MJ **27**: 1100.
- Bellach, B.-M., Ellert, U., Radoschewski, M. (2000). "Der SF-36 im Bundes-Gesundheitssurvey - Erste Ergebnisse und neue Fragen." Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz **3**: 210-216.
- Benirschke, S. K. and B. J. Sangeorzan (1993). "Extensive intraarticular fractures of the foot. Surgical management of calcaneal fractures." Clin Orthop Relat Res(292): 128-34.
- Bezes, H., P. Massart, et al. (1993). "The operative treatment of intraarticular calcaneal fractures. Indications, technique, and results in 257 cases." Clin Orthop Relat Res(290): 55-9.
- Böhler, L. (1931). "Diagnosis, Pathology, and treatment of fractures of the os calcis." J. Bone Joint Surg **13**: 75-89.
- Brattebo, J., Molster, A. O., Wirsching, J. (1995). "Fractures of the calcaneus: a retrospective study of 115 fractures." Orthop Int **3**: 117-126.
- Brauer, C. A., B. J. Manns, et al. (2005). "An economic evaluation of operative compared with nonoperative management of displaced intra-articular calcaneal fractures." J Bone Joint Surg Am **87**(12): 2741-9.
- Bridgman, S. A., K. M. Dunn, et al. (2000). "Interventions for treating calcaneal fractures." Cochrane Database Syst Rev(2): CD001161.
- Buckley, R., S. Tough, et al. (2002). "Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial." J Bone Joint Surg Am **84-A**(10): 1733-44.
- Bullinger, M. (1996). "Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mit dem SF-36 Health Survey." Rehabilitation **35**(3): 17-27.
- Bullinger, M., Kirchberger, I. (1995). Der SF-36-Fragebogen zum Gesundheitszustand: Handbuch für die deutschsprachige Fragebogenversion.
- Bullinger, M., Kirchberger, I. (1998). Der SF-36-Fragebogen zum Gesundheitszustand: Handbuch für die deutschsprachige Fragebogenversion. Göttingen, Hogrefe-Verlag für Psychologie.
- Burdeaux, B. D. (1983). "Reduction of calcaneal fractures by the McReynolds medial approach technique and its experimental basis." Clin Orthop Relat Res(177): 87-103.
- Carr, J. B. (1994). "Surgical treatment of the intra-articular calcaneus fracture." Orthop Clin North Am **25**(4): 665-75.
- Crosby, L. A. and T. Fitzgibbons (1993). "Intraarticular calcaneal fractures. Results of closed treatment." Clin Orthop Relat Res(290): 47-54.

- Daftary, A., A. H. Haims, et al. (2005). "Fractures of the calcaneus: a review with emphasis on CT." Radiographics **25**(5): 1215-26.
- Davies, M. B., Betts, R. P., Scott, I. R. (2003). "Optical plantar pressure analysis following internal fixation for displaced intra-articular os calcis fractures." Foot Ankle Int **24**: 851-6.
- Davis, C. A., J. Lubowitz, et al. (1993). "Midtarsal fracture-subluxation. Case report and review of the literature." Clin Orthop Relat Res(292): 264-8.
- Degan, T. J., B. F. Morrey, et al. (1982). "Surgical excision for anterior-process fractures of the calcaneus." J Bone Joint Surg Am **64**(4): 519-24.
- Duller, C. (2006). Einführung in die Statistik mit EXCEL und SPSS. Heidelberg, Physica-Verlag.
- Eastwood, D. M., P. J. Gregg, et al. (1993). "Intra-articular fractures of the calcaneum. Part I: Pathological anatomy and classification." J Bone Joint Surg Br **75**(2): 183-8.
- Eastwood, D. M., V. G. Langkamer, et al. (1993). "Intra-articular fractures of the calcaneum. Part II: Open reduction and internal fixation by the extended lateral transcalcaneal approach." J Bone Joint Surg Br **75**(2): 189-95.
- Eastwood, D. M. and L. Phipp (1997). "Intra-articular fractures of the calcaneum: why such controversy?" Injury **28**(4): 247-59.
- Ebraheim, N. A., A. Biyani, et al. (1996). "Calcaneocuboid joint involvement in calcaneal fractures." Foot Ankle Int **17**(9): 563-5.
- Ebraheim, N. A., H. Elgafy, et al. (2000). "Calcaneus fractures with subluxation of the posterior facet. A surgical indication." Clin Orthop Relat Res(377): 210-6.
- Ebraheim, N. A., S. P. Haman, et al. (1999). "Radiographic evaluation of the calcaneocuboid joint: a cadaver study." Foot Ankle Int **20**(3): 178-81.
- Essex-Lopresti, P. (1952). "The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis." Br J Surg **39**(157): 395-419.
- Forgon, M. (1992). Closed reduction and percutaneous osteosynthesis: technique and results in 265 calcaneal fractures. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag.
- Furey, A., C. Stone, et al. (2003). "Os calcis fractures: analysis of interobserver variability in using Sanders classification." J Foot Ankle Surg **42**(1): 21-3.
- Gavlik, J. M., S. Rammelt, et al. (2002). "The use of subtalar arthroscopy in open reduction and internal fixation of intra-articular calcaneal fractures." Injury **33**(1): 63-71.
- Geel, C. W. and A. S. Flemister, Jr. (2001). "Standardized treatment of intra-articular calcaneal fractures using an oblique lateral incision and no bone graft." J Trauma **50**(6): 1083-9.
- Giacchino, A. A., Uhthoff, H. K. (1989). "Intraarticular fractures of the calcaneus." J Bone Joint Surg Am **71**: 784-7.
- Gupta, A., N. Ghalambor, et al. (2003). "The modified Palmer lateral approach for calcaneal fractures: wound healing and postoperative computed tomographic evaluation of fracture reduction." Foot Ankle Int **24**(10): 744-53.
- Hermann, O. (1937). "Conservative therapy for fractures of the os calcis." J Bone Joint Surg Am **19**: 709-718.
- Hildebrand, K. A., R. E. Buckley, et al. (1996). "Functional outcome measures after displaced intra-articular calcaneal fractures." J Bone Joint Surg Br **78**(1): 119-23.
- Hutchinson, F., 3rd and M. K. Huebner (1994). "Treatment of os calcis fractures by open reduction and internal fixation." Foot Ankle Int **15**(5): 225-32.

- Juliano, P. and H. V. Nguyen (2001). "Fractures of the calcaneus." Orthop Clin North Am **32**(1): 35-51, viii.
- Kinner, B. J., R. Best, et al. (2002). "Is there a reliable outcome measurement for displaced intra-articular calcaneal fractures?" J Trauma **53**(6): 1094-101; discussion 1102.
- Kitaoka, H. B., I. J. Alexander, et al. (1994). "Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes." Foot Ankle Int **15**(7): 349-53.
- Klaue, K. (2004). "Chopart fractures." Injury **35 Suppl 2**: SB64-70.
- Klaue, K. (2006). "[The reorienting subtalar arthrodesis]." Orthopade **35**(4): 380-6.
- Kocis, J., J. Stoklas, et al. (2006). "[Intra-articular calcaneal fractures]." Acta Chir Orthop Traumatol Cech **73**(3): 164-8.
- Kotsianos, D., C. Rock, et al. (2001). "[3-D imaging with a mobile surgical image enhancement equipment (ISO-C-3D). Initial examples of fracture diagnosis of peripheral joints in comparison with spiral CT and conventional radiography]." Unfallchirurg **104**(9): 834-8.
- Kurozumi, T., Y. Jinno, et al. (2003). "Open reduction for intra-articular calcaneal fractures: evaluation using computed tomography." Foot Ankle Int **24**(12): 942-8.
- Langdon, I. J., P. S. Kerr, et al. (1994). "Fractures of the calcaneum: the anterolateral fragment." J Bone Joint Surg Br **76**(2): 303-5.
- Leland, R. H., J. V. Marymont, et al. (2001). "Calcaneocuboid stability: a clinical and anatomic study." Foot Ankle Int **22**(11): 880-4.
- Letournel, E. (1984). Open reduction and internal fixation of calcaneal fractures. Baltimore: Aspen.
- Letournel, E. (1993). "Open treatment of acute calcaneal fractures." Clin Orthop Relat Res(290): 60-7.
- Leung, K. S., K. M. Yuen, et al. (1993). "Operative treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneum. Medium-term results." J Bone Joint Surg Br **75**(2): 196-201.
- Levine, D. S. and D. L. Helfet (2001). "An introduction to the minimally invasive osteosynthesis of intra-articular calcaneal fractures." Injury **32 Suppl 1**: SA51-4.
- Lim, E. V. and J. P. Leung (2001). "Complications of intraarticular calcaneal fractures." Clin Orthop Relat Res(391): 7-16.
- Linsenmaier, U., U. Brunner, et al. (2003). "Classification of calcaneal fractures by spiral computed tomography: implications for surgical treatment." Eur Radiol **13**(10): 2315-22.
- Lippert, H. (2000). Lehrbuch Anatomie. München, Jena, Urban & Fischer.
- Lorenz, W. (1998). Outcome: Definition and methods of evaluation. Berlin Heidelberg New York Tokio, Springer.
- Loucks, C. and R. Buckley (1999). "Bohler's angle: correlation with outcome in displaced intra-articular calcaneal fractures." J Orthop Trauma **13**(8): 554-8.
- Mayr, E., H. Hauser, et al. (1999). "[Minimally invasive intraoperative CT-guided correction of calcaneal osteosynthesis]." Unfallchirurg **102**(3): 239-44.
- McReynolds, J. S. (1972). "Open reduction and internal fixation of calcaneal fractures." J Bone Joint Surg Br **54**: 176-177.
- McReynolds, J. S. (1982). "The surgical treatment of fractures of the os calcis." J. Bone. Joint Surg, Orthop Trans **6**: 415.
- Miric, A. and B. M. Patterson (1998). "Pathoanatomy of intra-articular fractures of the calcaneus." J Bone Joint Surg Am **80**(2): 207-12.

- Mittlmeier, J., Lob, G., Mutschler, W., Bauer, G. (1989). "Assessment of the subtalar joint function after fracture by analysis of the dynamic foot to ground pressure distribution." Trans Orthop Res Soc **14**: 552-7.
- Mittlmeier, T., Morlock M. M., Hertlein, H., Fassler, M., Mutschler, W., Bauer, G., Lob, G. (1993). "Analysis of morphology and gait function after intraarticular calcaneal fracture." J Orthop Trauma **7**: 303-10.
- Nadal, J. (1843). "Du mecanisme de la fracture du calcaneum." Thesis **64**.
- Netter, F. H. (2006). Atlas der Anatomie des Menschen. Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- O`Farrell, D., Jim, O. B., McCabe, J. P., Stephens, M. M. (1993). "Fractures of the os calcis: improved results with internal fixation." Injury **24**: 263-265.
- Omoto, H. and K. Nakamura (2001). "Method for manual reduction of displaced intra-articular fracture of the calcaneus: technique, indications and limitations." Foot Ankle Int **22**(11): 874-9.
- Pablot, S. M., A. Daneman, et al. (1985). "The value of computed tomography in the early assessment of comminuted fractures of the calcaneus: a review of three patients." J Pediatr Orthop **5**(4): 435-8.
- Park, I. H., K. W. Song, et al. (2000). "Displaced intra-articular calcaneal fracture treated surgically with limited posterior incision." Foot Ankle Int **21**(3): 195-205.
- Paul, M., R. Peter, et al. (2004). "Fractures of the calcaneum. A review of 70 patients." J Bone Joint Surg Br **86**(8): 1142-5.
- Perren, S. M. (2001). "Minimally invasive internal fixation history, essence and potential of a new approach." Injury **32 Suppl 1**: SA1-3.
- Pillai, A., Arora, J., Williams, C., Ferdinand, R.D. (2005). "The sprain fracture of the calcaneus revisited." The Foot **15**: 198-201.
- Pott, P. (1768). "Some few general remarks of fractures and dislocations." p. 59.
- Pozo, J. L., E. O. Kirwan, et al. (1984). "The long-term results of conservative management of severely displaced fractures of the calcaneus." J Bone Joint Surg Br **66**(3): 386-90.
- Prasartritha, T., Sethavanitch, C. (2004). "Three-dimensional and two-dimensional computerized tomographic demonstration of calcaneus fractures." Foot Ankle Int **25**: 262-73.
- Radoschewski, M. (2000). "Gesundheitsbezogene Lebensqualität: Konzepte und Maße. Entwicklungen und Stand im Überblick." Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz **43**: 165-89.
- Rak, V., P. Bucek, et al. (2006). "[Surgical treatment method of calcaneal intraarticular fractures]." Rozhl Chir **85**(6): 311-7.
- Rammelt, S., M. Amlang, et al. (2004). "Minimally-invasive treatment of calcaneal fractures." Injury **35 Suppl 2**: SB55-63.
- Rammelt, S., J. M. Gavlik, et al. (2002). "The value of subtalar arthroscopy in the management of intra-articular calcaneus fractures." Foot Ankle Int **23**(10): 906-16.
- Rammelt, S. and H. Zwipp (2004). "Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments." Injury **35**(5): 443-61.
- Rammelt, S., Zwipp, H. (2005). Kalkaneusfrakturen. Berlin, Heidelberg, New York, Springer.
- Raschke, M. J., Haas, N. P. (2006). Fußverletzungen. Heidelberg, Springer.
- Richter, M., P. Droste, et al. (2006). "Polyaxially-locked plate screws increase stability of fracture fixation in an experimental model of calcaneal fracture." J Bone Joint Surg Br **88**(9): 1257-63.

- Richter, M., J. Geerling, et al. (2005). "Intraoperative three-dimensional imaging with a motorized mobile C-arm (SIREMOBIL ISO-C-3D) in foot and ankle trauma care: a preliminary report." J Orthop Trauma **19**(4): 259-66.
- Rosenbaum, D., G. Bauer, et al. (1996). "Calcaneal fractures cause a lateral load shift in Chopart joint contact stress and plantar pressure pattern in vitro." J Biomech **29**(11): 1435-43.
- Rosenberg, Z. S., F. Feldman, et al. (1987). "Intra-articular calcaneal fractures: computed tomographic analysis." Skeletal Radiol **16**(2): 105-13.
- Sanders, R. (1992). "Intra-articular fractures of the calcaneus: present state of the art." J Orthop Trauma **6**(2): 252-65.
- Sanders, R. (2000). "Current concepts review: displaced intra-articular fractures of the calcaneus." J. Bone Joint Surg **82-A**: 225-50.
- Sanders, R., P. Fortin, et al. (1993). "Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification." Clin Orthop Relat Res(290): 87-95.
- Sands, A., J. Early, et al. (1998). "Effect of variations in calcaneocuboid fusion technique on kinematics of the normal hindfoot." Foot Ankle Int **19**(1): 19-25.
- Schmidt, A., Gruetzner, P., Simon, R., Wentzensen, A (2003). Displaced intraarticular calcaneal fractures: intraoperative application of ISO-C-3D as a new three-dimensional imaging device. Hilton Head, SC, USA, 19th Summer Meeting of the American Orthopaedic Foot And Ankle Society: p. 80 (abstract book).
- Schuh, A. and M. Hausel (2000). "[Difficulties in evaluating follow-up outcome in calcaneus fracture managed with plate osteosynthesis. Is there a reliable score?]." Unfallchirurg **103**(4): 295-300.
- Seipel, R. C., F. A. Pintar, et al. (2001). "Biomechanics of calcaneal fractures: a model for the motor vehicle." Clin Orthop Relat Res(388): 218-24.
- Siegmeth, A., G. Petje, et al. (1996). "[Gait analysis after intra-articular calcaneus fractures]." Unfallchirurg **99**(1): 52-8.
- Slatis, P., O. Kiviluoto, et al. (1979). "Fractures of the calcaneum." J Trauma **19**(12): 939-43.
- Soeur, R. and R. Remy (1975). "Fractures of the calcaneus with displacement of the thalamic portion." J Bone Joint Surg Br **57**(4): 413-21.
- Stein, H., N. Rosen, et al. (2003). "Minimally invasive surgical techniques for the reconstruction of calcaneal fractures." Orthopedics **26**(10): 1053-6.
- Stephanson, J. R. (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 **69A**: 115-130.
- Stulik, J., J. Stehlik, et al. (2006). "Minimally-invasive treatment of intra-articular fractures of the calcaneum." J Bone Joint Surg Br **88**(12): 1634-41.
- Sucruta (600 v. Chr.). London.
- Thermann, H., T. Hufner, et al. (1999). "[Treatment of intraarticular calcaneal fractures in adults. A treatment algorithm]." Unfallchirurg **102**(3): 152-66.
- Thordarson, D. B. and L. E. Krieger (1996). "Operative vs. nonoperative treatment of intra-articular fractures of the calcaneus: a prospective randomized trial." Foot Ankle Int **17**(1): 2-9.
- Tillmann, B. N. (2005). "Atlas der Anatomie des Menschen." Springer.
- Trnka, H. J., R. Zettl, et al. (1998). "Fracture of the anterior superior process of the calcaneus: an often misdiagnosed fracture." Arch Orthop Trauma Surg **117**(4-5): 300-2.
- Tscherne, H., G. Regel, et al. (1987). "[Degree of severity and priorities in multiple injuries]." Chirurg **58**(10): 631-40.

- Turner, N. S. and G. J. Haidukewych (2003). "Locked fracture dislocation of the calcaneus treated with minimal open reduction and percutaneous fixation: a report of two cases and review of the literature." Foot Ankle Int **24**(10): 796-800.
- van Tetering, E. A. and R. E. Buckley (2004). "Functional outcome (SF-36) of patients with displaced calcaneal fractures compared to SF-36 normative data." Foot Ankle Int **25**(10): 733-8.
- Ward, K. A. and R. W. Soames (1997). "Morphology of the plantar calcaneocuboid ligaments." Foot Ankle Int **18**(10): 649-53.
- Ware, J. E., Jr. and C. D. Sherbourne (1992). "The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection." Med Care **30**(6): 473-83.
- Weber, M. and S. Locher (2002). "Reconstruction of the cuboid in compression fractures: short to midterm results in 12 patients." Foot Ankle Int **23**(11): 1008-13.
- Weiß, C., Bauer, A. (2004). Promotion: Die medizinische Doktorarbeit - von der Themensuche bis zur Dissertation. Stuttgart, New York, Georg Thieme Verlag.
- Wenzl, M. E., Fuchs, S., Jürgens, C., Wolter, D. (2001). "Kalkaneusfrakturen." Trauma und Berufskrankheit **3**: 223-26.
- Westphal, T., J. P. Halm, et al. (2003). "[Quality of life after calcaneal fractures. A matched-pairs trial with a standardised German control group]." Unfallchirurg **106**(4): 313-8.
- Westphal, T., S. Piatek, et al. (2004). "Outcome of surgically treated intraarticular calcaneus fractures--SF-36 compared with AOFAS and MFS." Acta Orthop Scand **75**(6): 750-5.
- Wuelker, N., Zwipp, H. (1996). "Fracture anatomy of the calcaneus with axial loading. Cadaver experiments." J Foot Ankle Surg **2**: 155-62.
- Zhuang, Y., Lu, Q., Chen, X., Wang, W., Xu, H. (2004). "Open reduction and internal fixation with bone grafting to treat calcaneal displaced intra-articular fractures." Injury **35**: 104.
- Zwipp, H. (1994). Chirurgie des Fußes. Wien, New York, Springer.
- Zwipp, H. (2001). "Historie, Anatomie und Biomechanik." Trauma und Berufskrankheit **3 Suppl 2**: 183-91.
- Zwipp, H. (2004). "Introduction." Injury **35**(S-B1): 5.
- Zwipp, H. (2004). Verletzungen des Fußes. Stuttgart, New York, Georg Thieme Verlag.
- Zwipp, H., F. Baumgart, et al. (2004). "Integral classification of injuries (ICI) to the bones, joints, and ligaments--application to injuries of the foot." Injury **35 Suppl 2**: SB3-9.
- Zwipp, H., S. Rammelt, et al. (2004). "Calcaneal fractures--open reduction and internal fixation (ORIF)." Injury **35 Suppl 2**: SB46-54.
- Zwipp, H., Rammelt, S., Gavlik, J. M.: (2001). Calcaneus fractures. Paris, Elsevier.
- Zwipp, H., Rüter, A. (2004). Kalkaneus. München, Jena, Urban & Fischer.
- Zwipp, H., H. Tscherne, et al. (1989). "[Intra-articular fracture of the calcaneus. Classification, assessment and surgical procedures]." Unfallchirurg **92**(3): 117-29.

8 Anhang

8.1 Anlagen

Anlage 1: Anschreiben

Sehr verehrte Frau/ geehrter Herr,

die Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Regensburg führt im Rahmen ihrer Forschungstätigkeit eine klinische Studie zum Thema **Calcaneusfrakturen** durch und bittet Sie hierbei um Ihre Mithilfe.

Gerade Ihr Fall, der für Sie sicherlich eine erhebliche Belastung und Einschränkung bedeutete, ist für diese wissenschaftliche Studie von sehr großer Bedeutung.

Ihre erbetene Mithilfe würde darin bestehen, beiliegenden Fragebogen auszufüllen, der sich mit Ihrem Krankheitsverlauf und derzeitigem Gesundheitszustand in folge des Fersenbeinbruches befasst. Darüber hinaus kann eine kurze Nachsorgeuntersuchung an unserer Klinik Ihre Daten vervollständigen.

Einerseits leisten Sie hiermit einen großen Beitrag zur medizinischen Forschung und gewährleisten eine Verbesserung von Diagnostik und Therapie und andererseits geben wir Ihnen die Möglichkeit einer **kostenlosen Nachkontrolle**.

Somit möchten wir Sie bitten, beiliegenden Fragebogen auszufüllen und in dem bereits frankierten Umschlag schnellst möglich an uns zurückzusenden.

Wir werden Sie dann zu der zuvor erwähnten Nachuntersuchung in unsere Klinik einladen und dabei selbstverständlich Ihren persönlichen Wunschtermin berücksichtigen.

Natürlich werden Ihre Daten anonym behandelt und nur für diese Zwecke verwendet.

Begrenzte finanzielle Mittel lassen leider eine Erstattung der Fahrtkosten nicht zu. Wir hoffen dennoch, dass Sie an unserer Studie mitwirken.

Sollten Sie dennoch eine Nachsorgeuntersuchung ablehnen, so schicken Sie uns bitte trotzdem den für unsere Studie so wichtigen Fragebogen zu.

Mit der Hoffnung auf eine gute Zusammenarbeit dürfen wir uns schon heute im voraus für Ihr Entgegenkommen bedanken.

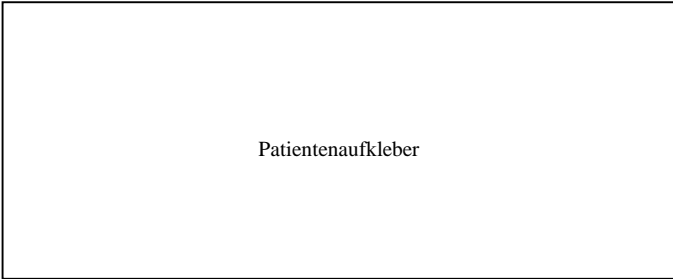
Mit freundlichen Grüßen,

Anlage 2: Fragebogen

A1 VERLAUF

Vom Patienten auszufüllen

Datum: ____ - ____ - ____



Erkrankte oder verletzte Seite Rechts Links

Sind Sie mit dem bisherigen Behandlungsergebnis zufrieden?

sehr gut gut, mit kleinen Abstrichen mäßig schlecht (unzufrieden)

Beurteilen Sie bitte die Schmerzen am betroffenen Fuß



keine mild mäßig stark

Wann und wie oft haben Sie Schmerzen

- keine (40)
- geringe, gelegentlich (30)
- mäßig, täglich (20)
- schwer, immer (0)

Nehmen Sie Schmerzmittel (Aspirin, Paracetamol, Diclo) aufgrund der Beschwerden im Fuß

- nein gelegentlich 1 mal pro Tag mehrmals täglich

Nehmen Sie Schmerzmittel (Tramal, Valoron, Oxygesic) aufgrund der Beschwerden im Fuß

- nein gelegentlich 1 mal pro Tag mehrmals täglich



Bitte Schätzen Sie die Aktivitätseinschränkung durch die betroffene Seite ein:

- keine (10)
- keine Limitierung der tägliche Aktivität, aber Einschränkungen bei sportlichen und Freizeitaktivitäten, keine Unterstützung (7)
- Einschränkung der täglichen Aktivitäten, Gehstock (4)
- schwere Einschränkung der täglichen Aktivitäten, 2 Gehstützen (0)

Bitte schätzen Sie Ihre maximale Gehstrecke ein, die Sie zurücklegen können:

- >3000 m (5)

Anhang

- 1000-3000 m (4)
- 200-1000 m (2)
- <200 m (0)

Haben Sie Probleme auf unebenen Wegen zu Gehen?

- keine Schwierigkeiten (5)
- etwas Schwierigkeiten auf unebenem Wegen, Treppen und Leitern (3)
- schwere Probleme auf unebenen Wegen, Treppen und Leitern (0)

A2 FRAGEBOGEN ZUM GESUNDHEITZUSTAND

In diesem Fragebogen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

- Ausgezeichnet.....1
- Sehr gut.....2
- Gut.....3
- Weniger gut4
- Schlecht....5

2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

- Derzeit viel besser als vor einem Jahr.....1
- Derzeit etwas besser als vor einem Jahr.....2
- Etwa so wie vor einem Jahr.....3
- Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr.....4
- Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr.....5

3. Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

	Ja,	Ja,	Nein, überhaupt
--	-----	-----	--------------------

Anhang

TÄTIGKEITEN	stark eingeschränkt	etwas eingeschränkt	nicht eingeschränkt
a. anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3
b. mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
c. Einkaufstasche heben oder tragen	1	2	3
d. mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
e. einen Treppenabsatz steigen	1	2	3

f. sich beugen, knien, bücken	1	2	3
g. mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
h. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
i. eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
j. sich baden oder anziehen	1	2	3

4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen)	1	2

5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

Anhang

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelische Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Überhaupt nicht.....1
 Etwas.....2
 Mäßig.....3
 Ziemlich.....4
 Sehr.....5

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Ich hatte keine Schmerzen.....1
 Sehr leicht.....2
 Leicht.....3
 Mäßig.....4
 Stark.....5
 Sehr stark.....6

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Überhaupt nicht.....1
 Ein bißchen.....2
 Mäßig.....3
 Ziemlich.....4
 Sehr.....5

9. In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

BEFINDEN	Immer	Mei- stens	Ziemlich oft	Manch- mal	Selten	Nie
----------	-------	---------------	-----------------	---------------	--------	-----

Anhang

a. ...voller Schwung?	1	2	3	4	5	6
b. ...sehr nervös?	1	2	3	4	5	6
c. ...so niedergeschlagen, daß Sie nichts aufheitern konnte?	1	2	3	4	5	6
d. ...ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
e. ...voller Energie?	1	2	3	4	5	6
f. ...entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
g. ...erschöpft?	1	2	3	4	5	6
h. ...glücklich?	1	2	3	4	5	6
i. ...müde?	1	2	3	4	5	6

10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Immer.....1
 Meistens.....2
 Manchmal.....3
 Selten.....4
 Nie.....5

11. Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

AUSSAGEN	Trifft ganz zu	Trifft weitgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitgehend nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu
a. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
b. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
c. Ich erwarte, daß meine Gesundheit nachläßt	1	2	3	4	5
d. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

B In der Sprechstunde auszufüllen

Untersucher: _____

Vorstellung: <input type="radio"/> Nachsorge <input type="radio"/> akute Schmerzen <input type="radio"/> sonstiges	<input type="radio"/> Erstbefund <input type="radio"/> 6 Wochen <input type="radio"/> 3 Monate <input type="radio"/> 6 Monate <input type="radio"/> 1 Jahr <input type="radio"/> _____	Erkrankte Seite <input type="radio"/> rechts <input type="radio"/> links	<input type="radio"/> Calcaneusfraktur <input type="radio"/> Achillessehnenruptur <input type="radio"/> OSG Arthrodesis <input type="radio"/> USG Arthrodesis <input type="radio"/> sonstiges
---	---	--	---

Gangbild

normal, geringe Störung (8)
 auffällig, deutliche Störung (4)
 schwere Störung (0)

Bewegungsumfang

Ex./Flex	Rückfuß
<input type="radio"/> normal, geringe Einschränkung (>30°) (8) <input type="radio"/> mäßige Einschränkung (15-30°) (4) <input type="radio"/> schwere Einschränkung (<15°) (0)	<input type="radio"/> normal, geringe Einschränkung (>3/4) (6) <input type="radio"/> mäßige Einschränkung (3) <input type="radio"/> schwere Einschränkung (<1/4) (0)

		LINKS	RECHTS
OSG	Extension		
	Flexion		
USG	Heben		
	Senken		

Stabilität OSG und Rückfuß

a.p. stabil (8) lat. stabil
 a.p. instabil (4) lat. instabil

Alignment

gut, plantigrader Fuß, Sprunggelenk/Rückfuß gut konfiguriert (10)
 ausreichend, plantigrader Fuß, geringe Fehlstellung Rückfuß, keine Symptome (5)
 schlecht, kein plantigrader Fuß, schwere Fehlstellung, Symptome (0)

AOFAS SCORE

Anhang

Schwellungszustand

- keine Schwellung
- mild
- mäßig
- ausgeprägt

Einbeinzehenstand

- keine Seitendifferenz und sicher für 1 min
- unsicher für 10 sec
- angedeutet
- nicht möglich

Wadenumfang 15 cm unterhalb des Kniegelenks

- seitengleich
- 1 cm
- 2 cm
- >-2 cm

Schuheinschränkungen

- gleiche Schuhe wie vor dem Unfall
- Änderung der Schuhgröße
- Einlagenversorgung
- orthopädische Schuhe

Arbeitsfähigkeit

- voll, selber Arbeitsplatz
- Einschränkungen am alten Arbeitsplatz
- voll, Umschulung
- Teilzeit, mit Einschränkungen
- arbeitsunfähig

Anlage 3: Die ICI Klassifikation

Die Nomenklatur der ICI-Klassifikation besteht aus einer Anordnung von Buchstaben und Zahlen, wobei sie wie folgt aufgebaut ist:

- an erster Stelle steht die Lokalisation der Verletzung, der Fuß, 8
- sodann folgt eine 1, 2 oder 3, je nachdem, ob der Rück-, Mittel-, oder Vorfuß betroffen ist
- die sich anschließende Nomenklatur der verletzten Knochen erfolgt durch aufsteigende Zahlen von proximal nach distal und, sollten die Knochen auf dem gleichen anatomischen Level liegen (z. B. die Metatarsalknochen) von medial nach lateral mit Zahlen von 1 bis 5
- jeder Knochen kann in drei Knochensegmente unterteilt werden, die als 1 = proximal, 2 = mittel, und 3 = distal bezeichnet und für die einzelnen Knochen speziell definiert werden: somit lässt sich genau beschreiben, welcher Teil des zuvor benannten Knochens verletzt ist
- sollten Gelenke betroffen sein, werden diese wiederum von proximal nach distal und von medial nach lateral mit kleinen lateinischen Buchstaben von a bis p wiedergegeben, wobei einem Gelenk, das mehrere Facetten umfasst, auch für jede einzelne Facette ein Buchstabe zugeordnet wird
- die Art der Fraktur wird nun in die Typen A bis D unterteilt, wobei A für extraartikuläre und B für intraartikuläre Frakturen steht, C für in ein Gelenk dislozierte Frakturen und D für einfache Dislokationen
- hierbei folgt jedem Großbuchstaben eine 1, 2, oder 3, welche die Anzahl der betroffenen Segmente bzw. Gelenke bezeichnet
- zur exakten Beschreibung der Verletzung erfolgt die Erfassung des betroffenen Gewebes, das nach der Art der Verletzung und dem Grad der Dislokation nach folgendem Schema weiter unterteilt wird:

Anhang

1. Subgroup = Tissue	2. Subgroup = Kind of injury	3. Subgroup = Amount of displacement / dislocation
1 = Bone	1 = fissure / simple fracture	1 = nondisplaced fracture
	2 = wedge / avulsion	2 = mild displaced fracture
	3 = impacted / multifragmentary	3 = severely displaced fracture
2 = Cartilage	1 = contusion or simple chondral fracture.	1 = undisplaced
	2 = osteochondral fracture.	2 = displaced
	3 = degloving of cartilage	3 = "dislocated"
3 = Capsule and ligaments	1 = rupture of capsule / 1 ligament	1 = no or mild (+) instability
	2 = rupture of capsule + 2 ligaments	2 = relevant (++) instability
	3 = rupture of capsule + 3 (more) ligaments	3 = severe (+++) instability (dislocated or dislocatable)

Abb. 71: Erfassung des Gewebes (Zwipp, Baumgart et al. 2004)

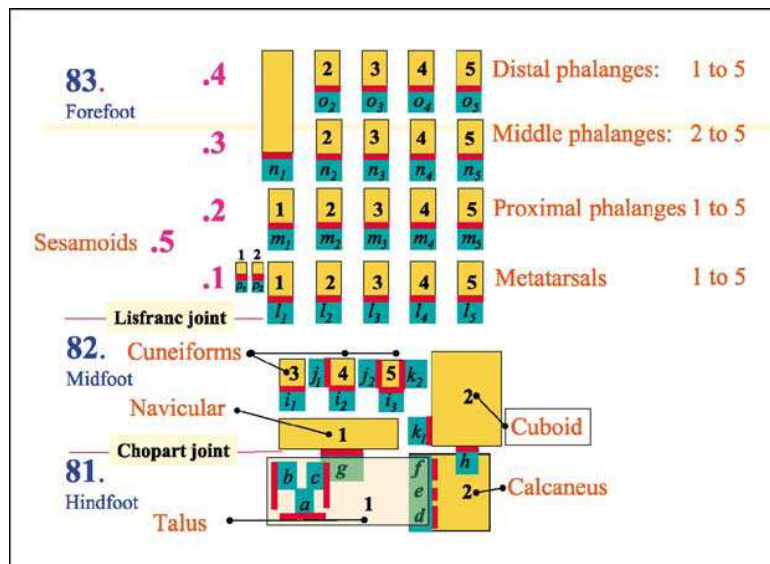


Abb. 72: Gelenke des Fußes (Zwipp, Baumgart et al. 2004)

8.2 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Sarah Schieder
Geburtsdatum	25.09.1982
Geburtsort	Regensburg
Familienstand	ledig

Schulbildung

1989 - 2002	Grundschule und Gymnasium Regensburg, Abschluss: Abitur, Note 1,0 Stipendium der Bayer. Hochbegabtenförderung
-------------	---

Hochschulausbildung

2002 - 2008	Studium der Humanmedizin an der Universität Regensburg
13.09.2004	Physikum, Gesamtnote „gut“ Aufnahme in das Max-Weber-Programm der Studienstif- tung des Deutschen Volkes
Okt/Nov 2008	Staatsexamen, Gesamtnote „sehr gut“

Famulaturen

14.02. - 16.03.2005	Chirurgie, KH Göttlicher Heiland, Wien
07.03. - 04.04.2005	Pädiatrie, Praxis Dr. Klein, Regensburg
01.08. - 15.08.2005	Anästhesie, KH der Barmherzigen Brüder, Regensburg
16.08. - 30.08.2005	Radiologie, Universitätsklinikum Regensburg
06.03. - 30.03.2006	Pädiatrie, Queen Elizabeth Hospital, Barbados
21.08. - 15.09.2006	Intensivmedizin, Royal Infirmary, Edinburgh
16.02. - 04.03.2007	Innere Medizin, Krankenhaus St. Josef, Regensburg
05.03. - 05.04.2007	Innere Medizin, Praxis Dr. Schieder, Regensburg

Praktisches Jahr

27.08. - 16.12.2007	Innere Medizin, Universitätsspital Zürich, Schweiz
---------------------	--

Anhang

17.12. - 10.02.2008	General Surgery, Mount Sinai Hospital, New York, USA
11.02. - 06.04.2008	Chirurgie, Universitätsklinikum Regensburg
07.04. - 27.06.2008	Anästhesiologie, Universitätsklinikum Regensburg

Zusätzliche berufliche Erfahrungen

2004 - 2007	Notfalltraining für Medizinstudenten, Teddyklinik Regensburg, Strahlenschutzkurs, Sonografiekurs, Kardiologiekurs Pädiatrie, Seminar „Krisenintervention für Mediziner“, Wahlfach Notfallmedizin, Wahlfach Geburtshilfe
-------------	---

Veröffentlichungen

2008	Beitrag „Klinische Chemie, Labordiagnostik“ im Springer-Lehrbuch „Das Zweite – kompakt, Grundlagen“
2008	Beitrag „Leitsymptome Abdomen“ im Springer-Lehrbuch „Das Zweite – kompakt, Gesundheitsstörungen“

Besondere Kenntnisse

Sprachen	Englisch, Latein, Spanisch
EDV	Word, Excel, Powerpoint

Hobbys und Interessen

Joggen, Tennis, Klarinette, Reisen, Stenografie

8.3 Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. M. Nerlich für die Möglichkeit, in seiner Abteilung zu arbeiten.

Ganz besonders danken möchte ich Herrn Priv.-Doz. Dr. med. B. Kinner für die Überlassung des Dissertationsthemas, die stetige Betreuung, geduldige Unterstützung und die vielen Anregungen während der gesamten Zeit dieser Arbeit.

Ferner möchte ich Frau Dr. Dr. C. Roll dafür danken, dass sie mir ein zusätzlicher Ansprechpartner war und mich stets motivierte.

Ebenso bin ich der Firma Reiss zu Dank verpflichtet, ohne die die pedografische Nachuntersuchung nicht möglich gewesen wäre.

Mein Dank gilt auch der Radiologischen Abteilung und all den Mitarbeitern des Klinikums Regensburg – insbesondere Frau Lautenschlager –, die mir halfen, auf die Untersuchungsdaten zuzugreifen, und die mir bei Fragen und Problemen hilfsbereit zur Seite standen.

Zuletzt möchte ich meiner Familie danken, die mir nicht nur das Medizinstudium ermöglichte, sondern mich auch immer unterstützt und für mich da ist.