

Aus dem UniversitätsCentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie

Direktoren: Prof. Dr. H. Zwipp und Prof. Dr. K.-P. Günther

Klinische und funktionelle Ergebnisse nach Chopart - Luxationsfrakturen

-

Eine retrospektive Untersuchung

D i s s e r t a t i o n s s c h r i f t

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin

Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt

der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus

der Technischen Universität Dresden

von Tobias Mißbach, geboren am 04.01.1989 in Karl-Marx-Stadt

Dresden 2015

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Stefan Rammelt

2. Gutachter: Prof. Dr. med. Thomas Mittlmeier

Tag der mündlichen Prüfung: 06.10.2015

gez.: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Günter Lauer

Vorsitzender der Promotionskommission

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
1.1. Historisches	7
1.2. Anatomie und Biomechanik	8
1.3. Ätiologie und Verletzungsmechanismus	13
1.4. Klassifikation	16
1.4.1. Transligamentäre Chopart-Luxation	16
1.4.2. Transcalcaneare Chopart-Luxation	17
1.4.3. Transcuboidale Chopart-Luxation	17
1.4.4. Transnaviculare Chopart-Luxation	17
1.4.5. Transtolare Chopart-Luxation	17
1.4.6. Kombinierte Chopart-Luxation	17
1.5. Diagnostik	18
1.6. Therapie	21
1.6.1 Indikationen	21
1.6.2. Konservative Therapie	21
1.6.3. Operative Therapie	22
1.6.3.1. Transnaviculare Chopart-Luxationsfraktur	22
1.6.3.2. Transtolare Chopart-Luxationsfraktur	22
1.6.3.3. Transcuboidale und transcalcaneare Chopart-Luxationsfrakturen	23
1.6.3.4. Kombinations- und Komplexverletzungen	23
1.6.3.5. Ligamentäre Instabilitäten	25
1.6.4. Nachbehandlung	25
1.7. Komplikationen	25
1.8. Fragestellung und Ziel der Studie	26
2. Material und Methoden	27
2.1. Patientengut	27
2.2. Nachuntersuchung	27
2.2.1. Aufklärung und Einverständnis	28

2.2.2. Anamnesebogen	28
2.2.3. Klinische Untersuchung	28
2.2.4. Scores	30
2.2.5. Bildgebende Untersuchung	32
2.3. Statistik	35
3. Ergebnisse	36
3.1. Epidemiologie	36
3.2. Verletzungsursachen und Verletzungsmuster	36
3.3. Diagnostik und Therapie	39
3.4. Komplikationen	42
3.5. Radiologische Parameter	43
3.6. Ergebnisse aus den Scores und der funktionellen Nachuntersuchung	45
3.6.1 Ergebnisse aus dem AOFAS Ankle-Hindfoot Score, Fuß-Funktions-Index (FFI-D), SF-36 und der funktionellen Nachuntersuchung	45
3.6.2. Spezielle Ergebnisse aus dem SF-36	60
3.7. Berufs- und Sportfähigkeit	61
3.8. Radiologische Ergebnisse	65
4. Kasuistiken	70
5. Diskussion	77
5.1. Limitationen	77
5.2. Patientenkohorte	78
5.3. Komplikationen	79
5.4. Arthrosen	80
5.5. Rekonstruktion der Fußgeometrie	81
5.6. Funktionelle Ergebnisse und prognostische Faktoren	82
5.7. Patientenzufriedenheit, Arbeits- und Sportfähigkeit	88
6. Zusammenfassung	89
6.1. Zusammenfassung	89
6.2. Summary	91

7. Literaturverzeichnis	93
8. Abbildungsverzeichnis	99
9. Tabellenverzeichnis	102
10. Anhang	103
10.1. Anamnesebogen	103
10.2. AOFAS Ankle-Hindfoot Score	107
10.3. Foot-Function-Index (FFI-D)	108
10.4. SF-36 Score	110
10.5. Probandeninformation	113
10.6. Einverständniserklärung der Patienten	114
10.7. Datenschutzerklärung der Patienten	115
10.8. Erklärungen zur Eröffnung des Promotionsverfahrens	116
10.9. Danksagung	118

Abkürzungen:

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
AOFAS	American Orthopaedic Foot and Ankle Society
cm	Zentimeter
CT	Computertomographie
engl.	englisch
et al.	et alii (lateinisch: und weitere)
FFI-D	Foot-Function-Index, deutsch
ges.	gesamt
gez.	gezeichnet
h	Stunde(n)
K-Draht	Kirschner-Draht
kg	Kilogramm
Lig.	Ligamentum
Max.	Maximum
MFK	Mittelfußknochen
Min.	Minimum
mm	Millimeter
MVA	Motor-Vehicle-Accident (englisch: Verkehrsunfall)
N.	Nervus
n.	nach
n =	numerische Anzahl
OP	Operation
OSG	oberes Sprunggelenk
Pkw	Personenkraftwagen
Proc.	Processus
ROM	Range-Of-Motion (Bewegungsumfang)
S.	Seite
SD	Standardabweichung
SF-36	Short Form 36
SF-36 KSK	Körperliche Summenskala im SF-36 Score
SF-36 PSK	Psychische Summenskala im SF-36 Score
Tab.	Tabelle
TU	Technische Universität
u.	und
USG	unteres Sprunggelenk
usw.	und so weiter
v.	von

1. Einleitung

1.1. Historisches

Als Chopart-Gelenk oder *Articulatio transversa tarsi*, im englischsprachigen Raum „mid-tarsal joint“, wird eine anatomische und funktionelle Einheit zwischen dem Talonavicular- und dem Calcaneocuboid-Gelenk verstanden.

In der Literatur ist ein Verrenkungsbruch im Bereich des Chopart-Gelenkes erstmals von Malgaigne im Jahre 1856 als sogenannte „*Luxatio mediotarsalis*“ beschrieben worden. Diese Art der Verletzung konnte 1892 erstmals von Fuhr im Rahmen einer Autopsie nachgewiesen werden. Eine genauere Beschreibung eines Falls schilderte Florian, 1924 wie folgt:

„J.W., ein 68-jähriger Knecht, führte am 2.VI.1922 ein Ochsespann mit einem Leiterwagen im Trab einen steilen und engen Hohlweg herab, auf der linken Böschung des Hohlweges, die Zügel in der Hand, mitlaufend. Dabei rutschte er plötzlich ab, senkrecht auf den Wagen zu und kam mit dem rechten Fuß in das unter dem Wagen befindliche Gestänge, welches die Vorderachse des Wagens mit der Deichsel verbindet. Er blieb mit dem rechten Fuß darin hängen, rutschte mit dem ganzen Körper ganz an den Wagen heran und wurde so, knapp parallel am Wagen liegend (hängend) eine Strecke geschleift, bis es gelang, das Gefährt zum Stillstand zu bringen. Er konnte nicht gehen und wurde nach Hause geführt.“

Im Weiteren beschrieb Florian die palpable Verrenkung nach kaudal, die Verkürzung des Fußes, die aufgehobene aktive Plantarflexion sowie Pro- und Supination, belegte es radiologisch und reponierte geschlossen in tiefer Äthernarkose. Er dokumentierte also eine rein ligamentäre Verrenkung des Fußes ohne Fraktur. Eine erste Beschreibung eines luxierten Fußwurzelknochens, und zwar des *Os naviculare*, wurde dagegen schon 1831 von Piednagel vorgenommen:

„Ein Mann, der überfahren worden war, zeigte am inneren Fußrande in einer quer-verlaufenden Wunde eine Gelenkfläche; anfängliche Diagnose: Luxationen des Taluskopfes; vergebliche Repositionsversuche, daher Amputation des Fußes. Es zeigte sich, dass das Naviculare seine Verbindungen mit dem Talus von den Keilbeinen gelöst hatte und nach innen luxiert war. Der äußere Teil war frakturiert und das Fragment wurde durch Bandmassen in Form eines Y und durch das Ligamentum calcaneo-naviculare inferius gehalten.“

Bis ins Jahre 1908 hinein sind von Finsterer solche Arten von Frakturen bzw. Verletzungen in nur 19 Fällen in der gesamten Literatur gefunden und zusammengetragen worden. Erst 1952 wurden verschiedene Verletzungen im Feld der Chopart-Läsionen und subtalaren Luxationen

von Leitner analysiert und dokumentiert. Der eigentliche Namensgeber dieses Gelenkes, der französische Chirurg François Chopart (1732 - 1795), beschrieb das Gelenk nur als Amputationslinie bei entzündlichen Vorfußkrankungen. Von ihm ist auch nur ein einziger Fall einer Amputation im Rahmen einer Tumorresektion in genannter Gelenklinie überliefert (Wolf, 2000).

1.2. Anatomie und Biomechanik

Der Fuß ist anatomisch, aber vielmehr biomechanisch und funktionell einzuteilen und zu verstehen. Eine sinnvolle Einteilung, vor allem aus anatomischen Gesichtspunkten, bietet die Dreiteilung von distal nach proximal: Vorfuß - Mittfuß - Rückfuß (engl.: forefoot - midfoot - hindfoot). Der Vorfuß setzt sich aus den fünf Ossa metatarsalia mit den dazugehörigen Zehenknochen zusammen. Ossa cuneiformia mediale, intermedium und laterale sowie Os naviculare und Os cuboideum bilden als Einheit den Mittfuß. Der Rückfuß wird gebildet aus den beiden großen Knochen Calcaneus und Talus (Zwipp, 1994). Das Chopart-Gelenk bildet die Grenze zwischen Mitt- und Rückfuß.

Aus biomechanischer und funktioneller Sicht wichtig ist die Einteilung in eine mediale und eine laterale Fußsäule (Pisani, 1998; Hansen, 2000). Dabei wird die Integrität beider Säulen maßgeblich durch die Anatomie und Form der vier am Chopart-Gelenk beteiligten Knochen Calcaneus, Talus, Os naviculare und Os cuboideum bestimmt.

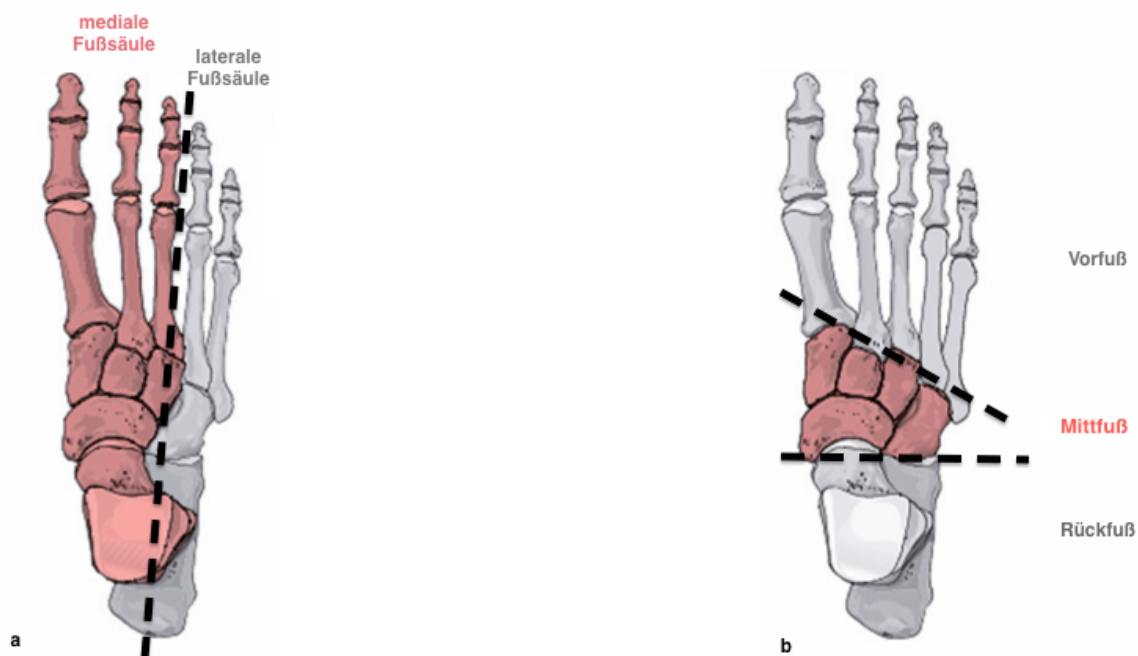


Abb. 1a,b: Zwei verschiedene Darstellungen der knöchernen Anatomie des Fußes (modifiziert nach Rammelt und Zwipp, 2011). Auf der linken Seite die Einteilung in mediale und laterale Fußsäule (a), auf der rechten Seite die klassische anatomische Einteilung in Vor-, Mitt-, und Rückfuß (b).

In der medialen Fußsäule wird das Chopart-Gelenk dabei aus dem Caput tali und dem Os naviculare gebildet. Aus beiden Knochen zusammen ergibt sich das Talonavicular-Gelenk, welches durch die Konvexität der Talus-Gelenkfläche und der Konkavität der Naviculare-Gelenkfläche ein eher sphärisches, ovales Gelenk darstellt und in Analogie zum Hüftgelenk als Coxa pedis bezeichnet wird. Durch diesen Umstand, kombiniert mit einer weniger straffen ligamentären Führung, ist die mediale Fußsäule elastischer. Sie ist wesentlich an der Motilität der gesamten Fußwurzel bzw. des ganzen Fußes beteiligt (Jones, 1945).

Das Chopart-Gelenk in der lateralen Fußsäule setzt sich aus dem Processus anterior calcanei und dem Os cuboideum zusammen. Im Gegensatz zum Talonavicular-Gelenk ist das Calcaneocuboid-Gelenk in beiden Ebenen s-förmig geschwungen und zeigt eine straffere und ausgeprägtere ligamentäre Ausstattung. Dieser Gelenkteil ist somit fester und rigider und dient daher eher der Stabilität der Fußwurzel.

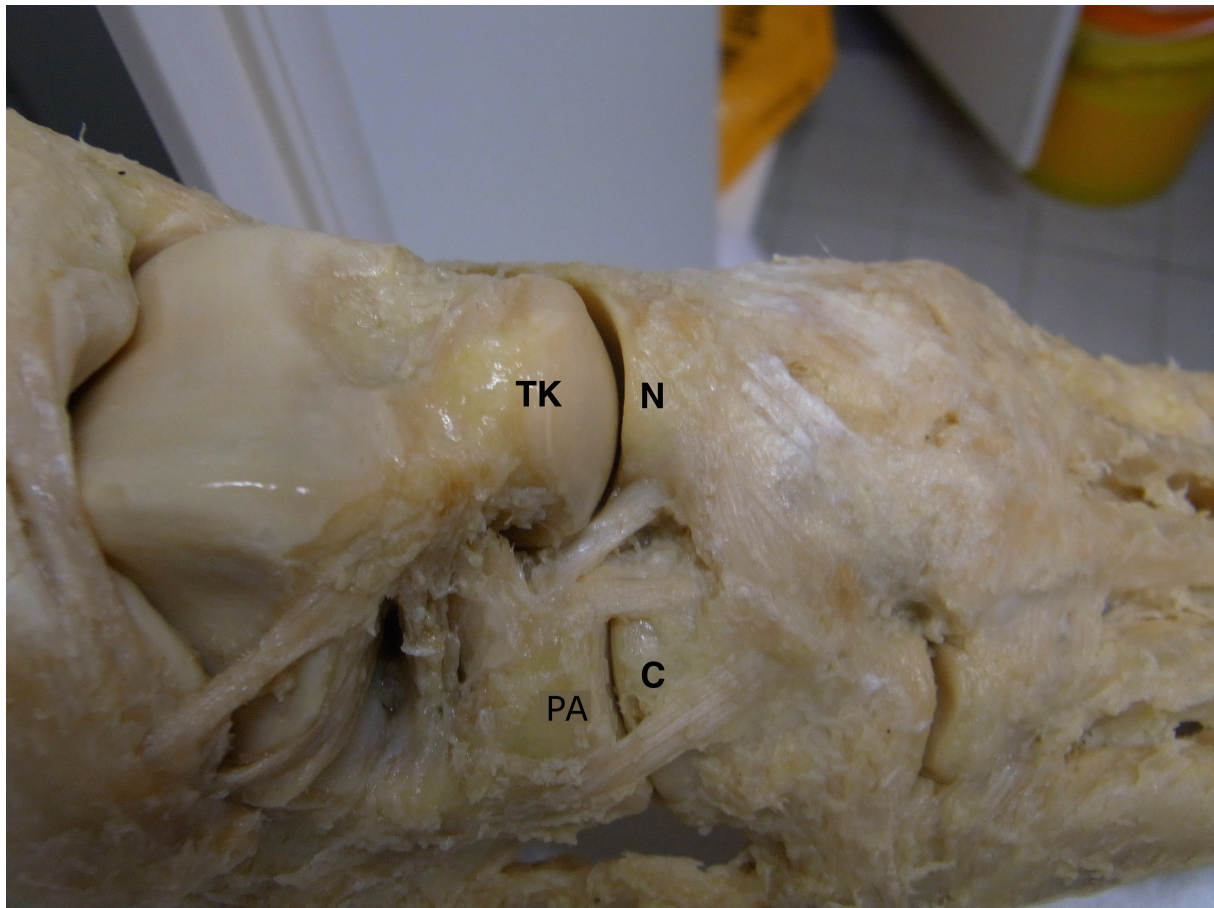


Abb. 2: Darstellung des Chopart-Gelenkes mit seinen 4 beteiligten Knochen an einem in Formalin fixierten Fuß (eigene Präparation). Deutlich zu sehen sind der s-förmig geschwungene Verlauf des gesamten Gelenkes, das eher sphärische Talonavicular-Gelenk und das rigidere Calcaneocuboid-Gelenk. TK = Taluskopf; N = Os naviculare; PA = Proc. anterior calcanei; C = Os cuboideum.

Alle 4 Fußwurzelknochen sind also gleichermaßen bedeutsam und wichtig für die Ausrichtung, Stabilität und Funktion des gesamten Fußes. Mediale und laterale Fußsäulen müssen absolut korrekt in ihren Längenverhältnis sein, damit der Fuß eine normale Funktion ausführen kann (Zwipp, 1994; Hansen, 2000; Rammelt et al., 2002).

Ein weiterer wichtiger Aspekt in der Funktion des Chopart-Gelenkes sind die beteiligten Ligamente und Muskelsehnen. Als wichtigstes Band wird das Lig. bifurcatum gesehen (Zwipp, 1994). Es ist der bedeutende Stabilisator im Chopart-Gelenk und entspringt am dorsalen Proc. anterior calcanei und zieht als zweigeteiltes Band mit einem etwas stärkeren und längeren Zügel an die zum Os cuboideum gewandte Seite des Os naviculare und mit einem etwas schwächeren und kürzeren Zügel (Schmidt und Grünwald, 1981) an die Dorsalfläche des Os cuboideum (Zwipp, 1994).

Als weitere Verstärkung der medialen Fußsäule ist eine starke talonaviculare Kapsel mit teilweise einstrahlendem Lig. talonaviculare dorsale vorhanden, weiterhin das sogenannte Lig. neclectum nach v. Volkmann (Lig. calcaneonaviculare mediale) (Volkmann, 1970), plantarseitig das Lig. calcaneonaviculare plantare („spring-ligament“) sowie unterschiedlich stark ausgeprägte Ligg. calcaneocuboidale dorsale, laterale und plantare. Neben den genannten ligamentären Strukturen bilden die Tibialis-posterior- und die Peronaeus-longus-Sehne eine wichtige funktionale Einheit. Beide Sehnen stabilisieren als sogenannter „Steigbügel“ dynamisch das Quergewölbe des Fußes. Die Tibialis-posterior-Sehne stabilisiert zusätzlich auch in Anteilen das Fußlängsgewölbe (Zwipp, 1994). Auf Höhe des Chopart-Gelenkes hat dieses Längsgewölbe außerdem seinen Scheitelpunkt. Besonders ist noch einmal die Bedeutung des Lig. bifurcatum und der Tibialis-posterior-Sehne hervorzuheben, da beide pathognomonisch bei der Entstehung eines Pes plano valgus beteiligt sind (Zwipp, 1994).

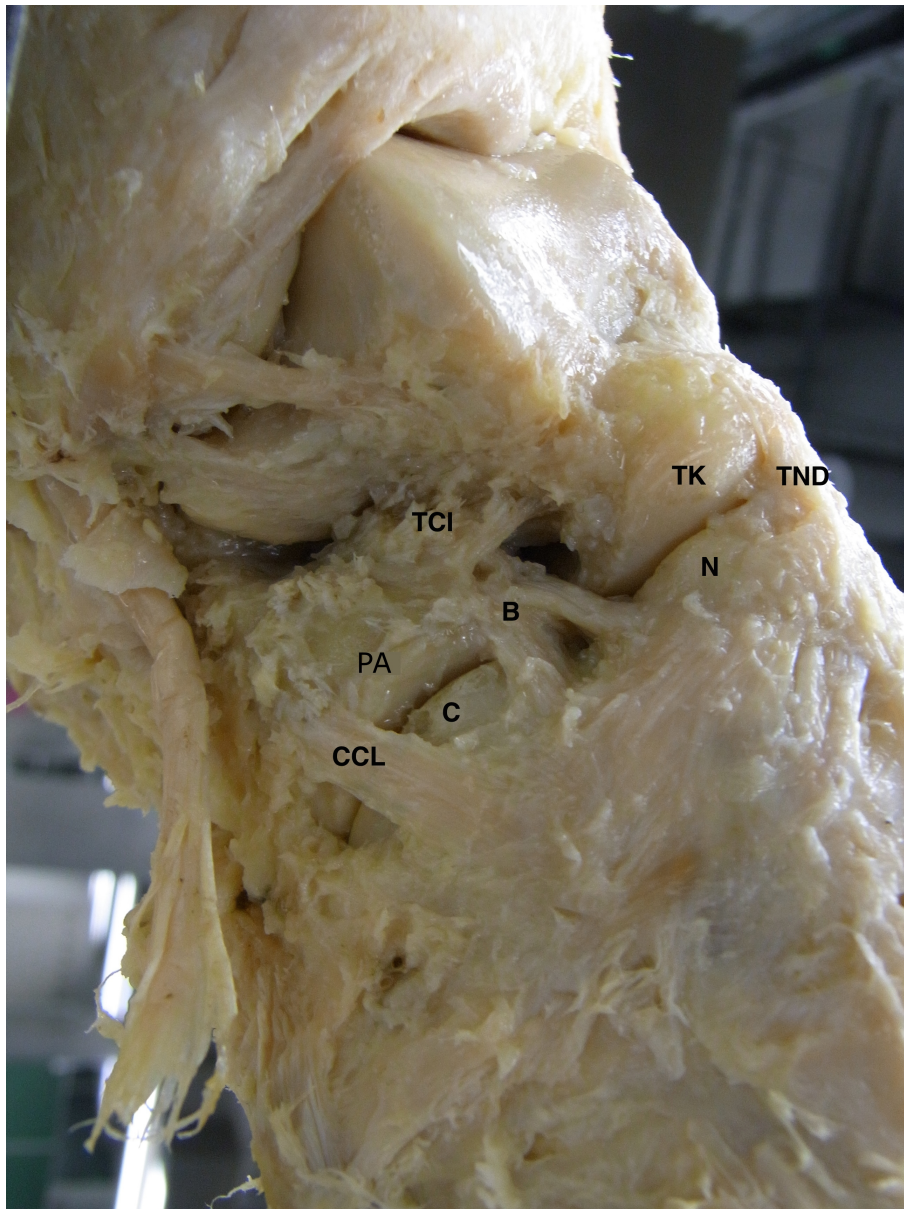


Abb. 3: Darstellung des Chopart-Gelenkes mit wichtigen ligamentären Strukturen am fixierten Präparat (eigene Präparation). TK = Taluskopf; N = Os naviculare; PA = Proc. anterior calcanei; C = Os cuboideum; TND = Lig. talonaviculare dorsale bzw. talonaviculare Kapselanteile; TCI = Lig. talocalcaneum interosseum; B = Lig. bifurcatum; CCL = Lig. calcaneocuboidale laterale

Manter wies 1941 zwei verschiedene Achsen im Gelenk nach. Zum einen gibt es eine longitudinale Achse, welche zentral durch die tiefe Portion des Lig. bifurcatum verläuft und um 15° nach dorsal zur Horizontalebene und um 9° nach medial zur Sagittalebene abweicht. Durch diese erfolgt eine schraubenförmige Bewegung im gesamten Chopart-Gelenk. Manter wies zudem noch eine zweite Achse (Schrägachse) nach, welche um 52° nach dorsal zur Horizontalebene und um 57° nach medial zur Sagittalebene abweicht und sich nicht schraubenförmig verhält. Allerdings ist die Bewegung auf dieser Achse durch das kräftige Lig. bifurcatum stark eingeschränkt. Die Bewegung im Chopart-Gelenk ist wesentlich gekoppelt mit der Bewegung im Subtalar-Gelenk. Beide zusammen ergeben aus

funktioneller Sicht das gesamte untere Sprunggelenk - das Subtalgelenk ist dabei das hintere untere, das Chopart-Gelenk das vordere untere Sprunggelenk. Beide Gelenke verhalten sich wie zwei gegenläufige Zahnräder zueinander. Bei einer Inversion des Rückfußes im Subtalar-Gelenk (Abstoßphase im Gangzyklus) kommt es zu einer Rotation um die longitudinale Achse (entspricht einer Supination) und somit Vertikalstellung von Taluskopf und Proc. anterior calcanei. Die schräge Chopart-Achse richtet sich auf. Das führt zu einer erhöhten Stabilität und einer geringeren Rotation (Root et al., 1977). Der Fuß kann fest und stabil abgestoßen werden. Erfolgt im Rückfuß eine Eversion (Abrollphase im Gangzyklus), rotieren Taluskopf und Proc. anterior calcanei um die longitudinale Chopart-Achse im Sinne einer Pronation und horizontalisieren immer mehr. Damit flacht die schräge Chopart-Achse zur Horizontalen ab, was zu einer erhöhten Rotation und verringerten Stabilität führt (Root et al., 1977). Damit ist beim Abrollvorgang eine höhere Flexibilität und Anpassung an den Untergrund möglich.

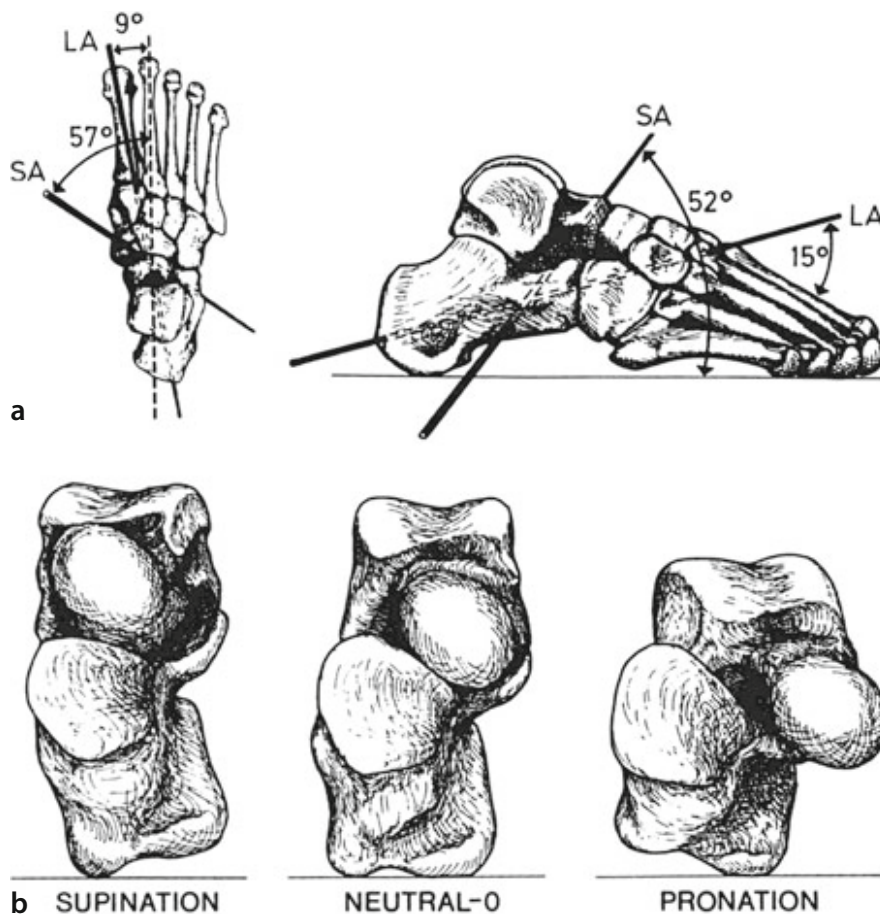


Abb. 4a,b: Darstellung der longitudinalen Achse (LA) und schrägen Achse (SA) in der horizontalen und vertikalen Ebene nach Manter, 1941 **(a)**. Vertikalstellung (Supination) von Taluskopf und Proc. anterior calcanei bei Inversion des Rückfußes in der Abstoßphase und Horizontalisierung (Pronation) bei Eversion des Rückfußes in der Abrollphase des Gangzyklus (Einzelheiten siehe Text) **(b)** (aus Root et al., 1977).

1.3. Ätiologie und Verletzungsmechanismus

Das Chopart-Gelenk ist straff durch seine Kapsel und Ligamente geführt, deshalb sind übereinstimmend allen Autoren zufolge extreme Kräfte oder bestimmte Hebelwirkungen notwendig, um das Gelenk aus seinem Verbund zu luxieren und Frakturen der einzelnen Knochen hervorzurufen (Main und Jowett, 1975; Zwipp, 1994; Kotter et al., 1997; Grass et al., 2001; Richter et al., 2001; Rammelt et al., 2002). Häufig liegt eine Kombination aus axialer Stauchung mit seitlichem Stress vor, welche dann zur Luxationsfraktur führt (Main und Jowett, 1975; Rammelt et al., 2004a). Typische und in der Literatur belegte Verletzungsursachen sind zur Hälfte Verkehrsunfälle, bei über 40% Stürze aus großer Höhe und in weniger als 10% isolierte Traumen (Zwipp, 1994; Kotter et al., 1997; Richter et al., 2001; Richter et al., 2004). Aufgrund dieser Unfallursachen liegt der Anteil an Begleitverletzungen deutlich hoch. Polytraumatisierungen bzw. Mehrfachverletzungen sind quellenabhängig in bis zu 80% der Fälle dokumentiert (Zwipp, 1994; Kotter et al., 1997). Weiterhin kommen häufig Kettenverletzungen mit Frakturen im Bereich des Oberschenkels, Unterschenkels, oberen Sprunggelenkes und besonders Kombinationen mit Lisfranc-Luxationsfrakturen vor (Zwipp, 1994; Kotter et al., 1997). In einer Studie mit über 6000 Pkw-Unfällen konnte gezeigt werden, dass in 146 Fällen einer OSG- bzw. Fußfraktur die Verformung des Fußraumes, das Einklemmen der Füße in der Pedalerie und nicht zuletzt die extreme Dezeleration im Fußbereich erhebliche Luxationen im Bereich des Chopart- und Lisfranc-Gelenkes hervorrufen können (Rheinbaben, 1993).

Pathognomonisch für die Entstehung einer Chopart-Luxationsfraktur ist die Einwirkung einer forcierten Ab- bzw. Adduktionskraft bei fixiertem Vor- oder Rückfuß (Zwipp, 1994). Richter und Mitarbeiter konnten in biomechanischen Versuchen zeigen, dass bei plantarflektiertem Fuß auch eine hohe axiale Gewalt zur Verletzung des Chopart-Gelenkes führt (Richter et al., 2002). Dem Verletzungsmechanismus folgend resultieren bei Abduktion oder Adduktion auf der Seite der Stauchungskräfte Impressionsfrakturen und auf der Biegeseite Bandzerreißen mit oder ohne Knochenavulsionen bzw. bei weiter fortgeleiteter Kraft auch Frakturen und Impressionen auf beiden Seiten mit mehreren beteiligten Knochen (Main und Jowett, 1975; Zwipp, 1994; Rammelt et al., 2002; Rammelt et al., 2004a).

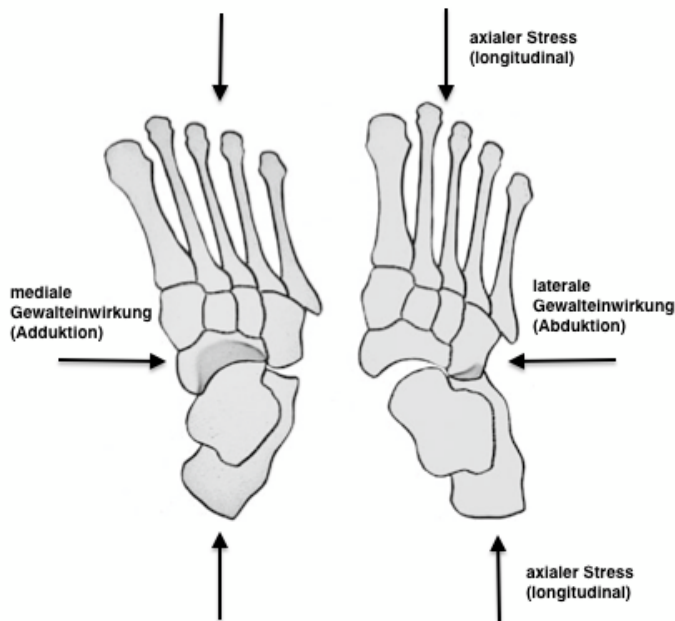


Abb. 5: Unfallmechanismus bei Chopart-Luxationsfrakturen (modifiziert nach Main und Jowett, 1975; Rammelt et al., 2002). Bei medialer Gewaltwirkung und gleichzeitigem axialen Stress entsteht eine Stauchung medial sowie eine Biegung lateral, vice versa entsteht bei lateraler Gewaltwirkung kombiniert mit axialem Stress ein Stauchungsmoment lateral und ein Biegemoment medial. Bei Kompressionsfrakturen der einen Seite ist also immer nach Bandverletzungen oder Avulsionen auf der Gegenseite zu suchen.

Oftmals wirken bei Hochrasanztraumen gemeinsam direkte und indirekte Kräfte auf das Chopart-Gelenk. Während medialer und lateraler Stress eher auf indirekte Kräfte zurückzuführen sind, resultieren plantarer Stress und Trümmerverletzungen öfter durch direkte Gewaltwirkungen (Rammelt, 2014). Die Analyse des genauen Unfallmechanismus fällt aufgrund der kombinierten Gewaltwirkung im Nachhinein oft schwer.

Main und Jowett teilten in ihrer Arbeit von 1975 die Chopart-Luxationsfrakturen nach dem vermuteten Hauptvektor der einwirkenden Kraft ein:

- axiale Gewaltwirkung (40%)
- mediale Gewaltwirkung (30%)
- laterale Gewaltwirkung (17%)
- plantare Gewaltwirkung (7%)
- Zertrümmerung / Crush (6%)

In über 40% der Fälle lag laut den Autoren eine axiale Gewaltwirkung bei einem Hochrasanztrauma vor. Dabei kommt es zu Kompressionsverletzungen der distalen Gelenkpartner, dem Os naviculare und/oder dem Os cuboideum. Gleichzeitig werden dabei auch sehr häufig Verletzungen im Lisfranc-Gelenk sichtbar. Bei der medialen Gewaltwirkung

wirkung ist auf den Fuß eine Kraft im Sinne einer forcierten Adduktion gerichtet. Daraus resultieren Frakturen des Os naviculare und/oder des Caput tali. Gleichzeitig muss nach Bandzerreißen bzw. Avulsionen auf der Gegenseite gesucht werden, da bei weiter wirkender Gewalt die lateralen Bandstrukturen reißen können. Der Taluskopf zeigt bei zunehmender Gewalt eine Luxationstendenz nach anteromedial, dabei bleibt aber im Gegensatz zu den subtalaren Luxationen das Lig. talocalcaneum interosseum intakt und wirkt als Drehpunkt für die Dislokation, der Calcaneus dreht unter den Talus (Main und Jowett, 1975). Laut letztgenannten Autoren lag in über der Hälfte der Fälle eine Kombination aus axialer und medialer Gewalteinwirkung vor. Bei der lateralen Gewalteinwirkung kommt die Kraft von der Seite im Sinne einer forcierten Abduktion. Es treten folglich Frakturen des Os cuboideum und/oder des Proc. anterior calcanei auf. Gleichzeitig kommt es medialseitig bei fortlaufender Gewalt zu Zerreißen oder Ausrissen des Lig. calcaneonaviculare oder der Tibialis-posterior-Sehne (Rammelt et al., 2004a).

In der Literatur wird häufig von „Nussknackerfrakturen“ des Os cuboideum berichtet (Hermel und Gershon-Cohen, 1953; Main und Jowett, 1975; Zwipp, 1994; Rammelt et al., 2004b; Zwipp und Rammelt, 2009). Dabei wird das Os cuboideum zwischen Os metatarsale V und Proc. anterior calcanei eingeklemmt und „zerstößelt“. Nach biomechanischem Denken ist dieser Mechanismus aber ebenfalls für das Os naviculare anzunehmen, auch wenn dieses durch seine lockere Bandaufhängung eher zur Luxation bzw. Luxationsfraktur neigt (Rammelt et al., 2002; Rammelt et al., 2004a; Rammelt et al., 2004b). Bei der plantaren Gewalteinwirkung sind eher Avulsionen am Os naviculare und/oder des Talushalses zu finden, rein ligamentäre Chopartluxationen zählen ebenfalls zu dieser Gruppe (Main und Jowett, 1975). Als letzte Gruppe berichteten Main und Jowett über direkte Gewalteinwirkungen („crush“) auf die Fußwurzelknochen. Beschrieben wurden Zertrümmerungen durch direkte Gewalt, beispielsweise direkte Anpralltraumata bei Motorradfahrern oder Quetschungen durch tonnenschwere Gegenstände.

Aufgrund der oben beschriebenen Tatsachen muss bei als „isoliert“ betrachteten Frakturen und Luxationen des Os naviculare oder Os cuboideum von okkulten Bandverletzungen der jeweiligen Gegenseite bis zum Beweis des Gegenteils ausgegangen werden (Dewar und Evans, 1968). Dhillon und Nagi beschrieben 1999 anhand von sechs Fällen, dass bei allen untersuchten Patienten die eigentlich „isolierten“ Luxationen des Os naviculare immer mit Bandrupturen der Gegenseite bzw. Avulsionsverletzungen einher gingen und das Chopart-Gelenk als Folge instabil war.

1.4. Klassifikation

Zwipp beschrieb 1994 die häufig verwendete Klassifikation der Chopart-Luxationsfrakturen. Sie dient der Darstellung des Weges der luxierenden Kraft durch das Chopart-Gelenk. Unterschieden werden 6 verschiedene Unterformen:

- Typ 1: transligamentär
- Typ 2: transcalcaneär
- Typ 3: transcuboidal
- Typ 4: transnavicular
- Typ 5: transtalar
- Typ 6: Kombinationen aus Typ 2 - 5

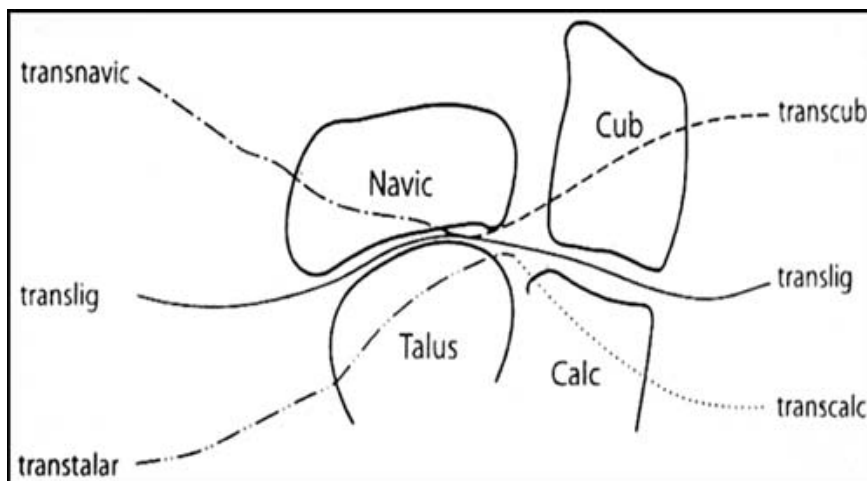


Abb. 6: Zwipp-Klassifikation der Chopart-Luxationsfrakturen anhand der betroffenen anatomischen Strukturen in Abhängigkeit des Weges der einwirkenden Kraft (aus: Zwipp, 1994).

1.4.1. Transligamentäre Chopart-Luxation

Diese Form wird in der Literatur als überaus selten beschrieben. Hierbei läuft die luxierende Kraft direkt durch den Gelenkspalt, nicht aber durch einen der vier am Gelenk beteiligten Knochen. Es liegt eine Verrenkung des kompletten Mittfußes gegenüber dem Rückfuß vor. (nach Zwipp, 1994)

Zwipp nennt als Beispiel ein Verdrehtrauma eines Soldaten nach Sprung über einen Graben. In der eigenen Arbeit kam es zur transligamentären Luxation beispielsweise durch direktes Anpralltrauma eines Motorradfahrers gegen einen Pkw oder durch Einquetschen des Fußes in einer Anpresswalze.

1.4.2. Transcalcaneare Chopart-Luxation

Die Kraft läuft hauptsächlich durch den vorderen Anteil des Calcaneus. Das beteiligte Os cuboideum wirkt bei der forcierten Abduktion des Vorfußes mit axialer Stauchung wie ein Stößel und imprimiert die cuboidale Gelenkfläche des Proc. anterior calcanei. Somit liegt lateral eine verkürzte Fußsäule vor, wobei die mediale Säule kongruent, aber durch beteiligte ligamentäre Verletzungen instabil sein kann. Der Vorfuß steht in Abduktionsstellung zum Rückfuß. (nach Zwipp, 1994)

1.4.3. Transcuboidale Chopart-Luxation

Auch hier liegt eine axiale Stauchung kombiniert mit einer sehr hohen Abduktionskraft vor, letztere wird sogar größer als die axiale Stauchung gedeutet, da das Os cuboideum häufig mehr komprimiert als regional impaktiert erscheint. Die luxierende Kraft verläuft ebenso wie bei der transcalcanearen Luxation quer durch das Chopart-Gelenk. Wie weiter oben beschrieben, kann das Os cuboideum so auch zwischen Proc. anterior calcanei und Os metatarsale V eingequetscht werden, was zu den besagten „Nussknackerfrakturen“ führen kann. Der mediale Komplex aus Ligamenten und Kapsel wird auch hier häufig beschädigt. (nach Zwipp, 1994)

1.4.4. Transnaviculare Chopart-Luxation

Die Energie der Zerstörung verläuft hier vor allem durch das Os naviculare. Da bei Vorfuß-Adduktion die calcaneocuboidalen Kapsel- und Bandstrukturen leichter zu reißen scheinen, liegt also eine primär instabilere Situation vor, was folglich bei fortgeleiteter Gewalt schneller zu einer Fraktur des Os naviculare führt. Der Vorfuß steht in Adduktionsstellung zum Rückfuß, die mediale Säule ist verkürzt. (nach Zwipp, 1994)

1.4.5. Transtalare Chopart-Luxation

Wichtig ist hier die Abgrenzung zur Luxatio sub talo. Die Hauptenergie verläuft durch den Taluskopf, jedoch kommen erhebliche axiale Stauchungskräfte durch den Komplex aus Os naviculare und Ossa cuneiformia hinzu, was dazu führt, dass der Taluskopf imprimiert oder gar zerborsten wird. Bei der Luxatio sub talo bleibt der Taluskopf hingegen immer intakt, nur die talonaviculare Kapsel reißt. (nach Zwipp, 1994)

1.4.6. Kombinierte Chopart-Luxation

Sehr häufig kommen Kombinationen aus den oben beschriebenen Verletzungsmustern vor, da oft erhebliche, aber verschieden gerichtete Kräfte wirken, beispielsweise Kombinationen aus extrem medialem Stress (Adduktion) und direkter Gewalt oder axialer Stauchung. So

liegt nach Literaturangaben und eigener Beobachtung am häufigsten der gemischte Typ der transnaviculocuboidalen Chopart-Luxationsfraktur vor, da bei stärkster Adduktion bei plantarflektiertem Fuß kombiniert mit extremer axialer Stauchung das Os naviculare vom Taluskopf impaktiert und/oder zerstückelt wird, die Fragmente teilweise nach dorsomedial luxieren und das Os cuboideum gleichzeitig zwischen MFK IV, V und Proc. anterior calcanei zertrümmert wird. (nach Zwipp, 1994) Die Energien und Kräfte beispielsweise bei einem Pkw-Dezelerationstrauma mit Fußraumdeformierung und Pedalerie-Verformung bei Offset-Crashes können derart hoch sein, dass nicht nur einzelne Gelenkteile, sondern oft mehrere Kompartimente oder andere Bereiche, wie zum Beispiel das obere Sprunggelenk betroffen sein können, was in einer Arbeit von Richter und Mitarbeitern mithilfe von Drucksensoren in verschiedenen Fußgelenken von Kadavern gezeigt wurde (Richter et al., 2002).

1.5. Diagnostik

Um Chopart-Luxationsfrakturen sicher zu erkennen, spielt die Kombination aus Klinik, Bildgebung und dem „daran Denken“ eine große Rolle. Die Klinik zeigt ein uneinheitliches und inhomogenes Bild, von ziehenden Schmerzen bei forcierter Vorfußadduktion und -abduktion, über Schwellungen, lokalem Druckschmerz mit Stufenbildung, Ödemen, Hautabliederungen, Hämatomen und Ekchymosen (Zwipp, 1994; Rammelt et al., 2004a). Bei schwerer Verletzten kann schon äußerlich eine erhebliche Fehlstellung des gesamten Tarsus bzw. die Stellung Vorfuß zu Rückfuß zu erkennen sein. Als pathognomonisch für die Ruptur der Tibialis-posterior-Sehne, welche einen wichtigen Hinweis auf eine mögliche Verletzung im Chopart-Gelenk sein kann, wird die plantare Ekchymose beschrieben (Dewar und Evans, 1968). Vorhandene Instabilitäten können durch dynamische Tests wie die aktive Vorfuß-supination und -pronation oder die passive Adduktion und Abduktion diagnostiziert werden (Dewar and Evans, 1968; Rammelt et al., 2002). Nach der klinischen Diagnostik muss immer eine Bildgebung des Fußes erfolgen.

Als Standard gilt dabei die exakte Darstellung des Fußes in 3 Ebenen (Suren und Zwipp, 1986):

1. dorso-plantare Aufnahme des gesamten Fußes mit 30° cranio-caudal gekippter Röhre unter Belastung
2. exakt seitliche Aufnahme des gesamten Fußes unter Belastung
3. 45° Schrägaufnahme des Fußes ohne Belastung

Liegt der Verdacht einer ligamentären Instabilität vor, können zusätzlich gehaltene dorso-plantare Aufnahmen mit 30° cranio-caudal gekippter Röhre unter Varus- und Valgusstress auf den Vorfuß gegen den fixierten Rückfuß in Leitungsanästhesie durchgeführt werden (Zwipp, 1994; Rammelt et al., 2002).

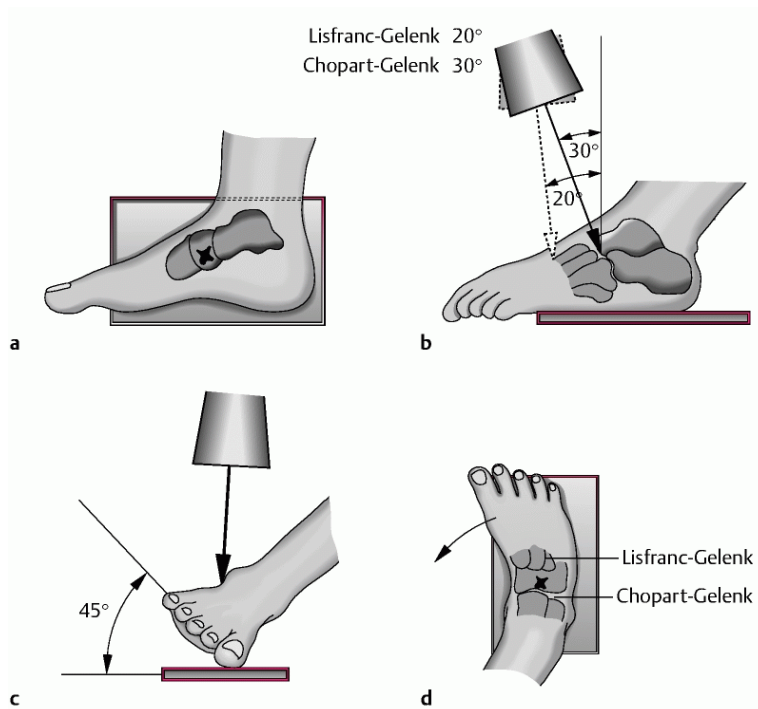


Abb. 7a-d: Standard-Röntgenaufnahmen zur Diagnostik von Chopart-Luxationsfrakturen (nach Suren und Zwipp, 1986). Exakt seitliche Aufnahme **(a)**, dorsoplantare Aufnahme mit 30° gekippter Röhre **(b)**, Schrägaufnahme (Fuß um 45° gekippt) **(c)**, unter Umständen gehaltene Aufnahmen in Adduktions- und Abduktionsstellung in Lokalanästhesie **(d)**.

Eine wichtige Stellung in der Bildgebung nimmt die Computertomographie (CT) ein. Besteht nur der geringste Verdacht auf eine Verletzung, Fraktur oder Instabilität im Gelenk, ist eine axiale CT durchzuführen (Randt et al., 1998). Bei gesicherten Frakturen ist eine CT ebenfalls zu empfehlen, da somit das Verletzungsmaß mit möglichen zentralen Trümmerzonen, Subluxationen oder knöchernen Band- und Sehnausrissen besser beurteilt werden kann, was eine exaktere Operationsplanung erlaubt (Rammelt et al., 2002).

In den seitlichen und dorsoplantaren Standard-Röntgenaufnahmen muss das Chopart-Gelenk harmonisch und s-förmig geschwungen verlaufen. Dazu wurde der Begriff der „Cyma-Linie“ (engl. cyma line) geprägt. Cyma, vom Griechischen „κυμα“, bedeutet „Welle“ oder „Schiffchen“ und beschreibt die wellenartige Form des Gelenkspaltes. Diese ist in der seitlichen, dorsoplantaren und auch in der schrägen Aufnahme zu sehen und muss stufenlos verlaufen. Weiterhin sollte in der dorsoplantaren Aufnahme darauf geachtet werden, dass der calcaneocuboidale Gelenkspalt nicht über 2 mm erweitert ist und dass die Konturen der Ossa cuneiformia gleichmäßig mit der des Os naviculare überlappen (Main und Jowett, 1975; Zwipp, 1994; Rammelt et al., 2002). Einen wichtigen Anhaltspunkt für (Sub-)Luxationen bildet in beiden Ebenen die Achse Talus - Os metatarsale I, welche in einer geraden Linie verlaufen sollte (Rammelt et al., 2004a). In der 45° Schrägaufnahme sind alle vier am Chopart-Gelenk beteiligten Knochen frei und ohne Überlappung zu sehen. Hier

können neben feinsten Subluxationsstellungen insbesondere Bandavulsionen oder speziell Ausrisse des Lig. bifurcatum beurteilt werden (Rammelt et al., 2002).

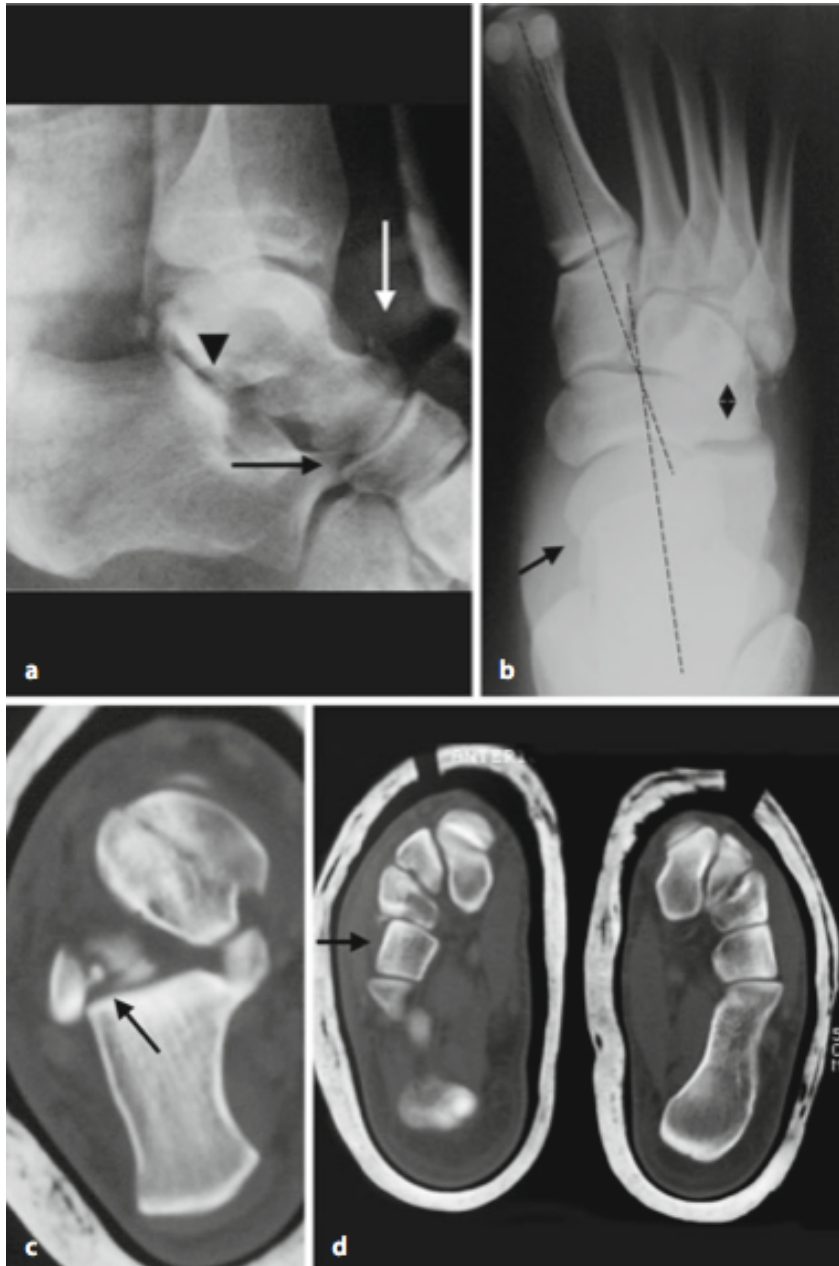


Abb. 8a-d: Röntgenaufnahmen und CT-Bilder einer transtalenen Chopart-Luxationsfraktur (aus Rammelt und Zwipp, 2011). In der seitlichen Aufnahme ist trotz unzureichender Aufnahmetechnik eine Avulsion am Taluskopf zu sehen (weißer Pfeil). Am Proc. fibularis tali verläuft die Knochenkontur nicht mehr ganz regelmäßig (Pfeilspitze) und die Cyma-Linie zeigt eine deutliche Verwerfung (schwarzer Pfeil) (a). In der dorsoplantaren Aufnahme ist die talometatarsale Achse (gestrichelte Linien) im Sinne einer Adduktion in Varusstellung verschoben und der Gelenkspalt zwischen Os cuboideum und Calcaneus ist erweitert (Doppelpfeil) (b). Erst in den CT-Aufnahmen wird die ganze Komplexität der Verletzung des Chopart-Gelenkes deutlich. Der Taluskopf und Proc. fibularis tali zeigen Kompressionsfrakturen, das Os cuboideum ist nach medial hin subluxiert (c,d).

1.6. Therapie

1.6.1 Indikationen

Als therapeutische Möglichkeiten zur Behandlung von Chopart-Luxationsfrakturen stehen die konservative und operative Therapie zur Verfügung. In der Literatur konnte gezeigt werden, dass ein konservatives Vorgehen nur bestimmten Fällen vorbehalten bleibt (Main und Jowett, 1975; Zwipp, 1994; Kotter et al., 1997; Randt et al., 1998; Richter et al., 2001; Rammelt et al., 2002; Richter et al., 2004). Aufgrund der häufig erheblichen Schwere der Verletzung mit relevanten Verwerfungen der Gelenklinie, (Sub)-Luxationen, Stauchungszonen und nicht reponierbaren Frakturen und damit verbundenen Verkürzungen einer der beiden Fußsäulen ist daher die operative Therapie in der deutlichen Mehrheit der Fälle das Mittel der Wahl. Zu den Notfallindikationen, wonach die Operation innerhalb von 6 Stunden erfolgen sollte, zählen alle Frakturen oder Luxationen mit relevanten Fehlstellungen, geschlossenem Weichteilschaden Grad II bis III (nach Gustilo und Anderson, 1976) und offenen Weichteilschäden, um Infektionen, Kompartmentsyndrome und Weichteilnekrosen zu vermeiden (Rammelt et al., 2002). Beim manifesten Fußkompartmentsyndrom erfolgt eine dorso-mediane Dermatofasziotomie mit anschließender Reposition (Zwipp, 1994).

1.6.2. Konservative Therapie

Die Methode der konservativen Therapie bleibt nur einzelnen Indikationen vorbehalten. Dazu zählen tarsale Subluxationen und Dislokationen sowie alle nicht dislozierten Verletzungen (Randt et al., 1998). Subluxationen sind am häufigsten in der lateralen Fußsäule zu beobachten, zum Teil mit geringen Avulsionen der calcaneocuboidalen Bänder (Andermahr et al., 2000), betreffen aber auch die mediale Fußsäule mit Avulsionen am Os naviculare (Eichenholtz und Levine, 1964). Nach initialer Ruhigstellung in Neutralstellung im gespalteten Unterschenkelgips (3 - 5 Tage) können ligamentäre Subluxationen und tarsale Dislokationen funktionell für 5 Wochen im Tape-Verband behandelt werden (Randt et al., 1998; Zwipp, 1994). Liegen nicht dislozierte Frakturen vor, können diese initial im gespalteten Unterschenkelgips und anschließendem Unterschenkelgehgips für insgesamt 6 Wochen behandelt werden (Zwipp, 1994). Bei kompletten Luxationen mit oder ohne extra-artikulären knöchernen Verletzungen kann der Versuch einer geschlossenen Reposition unternommen werden (Zwipp, 1994; Rammelt et al., 2004a). In Regional- oder Allgemein-anästhesie wird dabei mittels Adduktion und Abduktion unter gleichzeitiger Plantar- und Dorsalflexion digital reponiert (Zwipp, 1994). Nach erfolgreicher anatomischer Reposition und abschließender Bildwandlerkontrolle wird bei fehlender Redislokationstendenz zuerst im Unterschenkelgips, danach im Unterschenkelcast mit Teilbelastung für 6 Wochen behandelt (Main und Jowett, 1975; Zwipp, 1994; Rammelt et al., 2004a). Bei nicht retinierbaren und zu Reluxation neigenden Verletzungen, welche zwar anatomisch korrekt reponiert

wurden, ist eine zusätzliche K-Draht-Fixation anzustreben (Zwipp, 1994; Rammelt et al., 2004a).

1.6.3. Operative Therapie

Die drei grundlegenden Prinzipien der operativen Therapie aller Chopart-Luxationsfrakturen lauten (Zwipp, 1994; Sanders, 1999; Rammelt et al., 2002):

1. Anatomische Wiederherstellung der Zweisäulenstatik des Fußes
2. Exakte Rekonstruktion der Gelenkflächen
3. Erkennen und Therapie ligamentärer Instabilitäten

Die Wahl der verschiedenen Zugänge und die individuelle operative Versorgung hängen vom Frakturtyp ab und werden für jede Unterform im Folgenden besprochen.

1.6.3.1. Transnaviculare Chopart-Luxationsfraktur

Der Zugang wird von dorsomedial gewählt. Danach erfolgt die Darstellung der talonavicularen Gelenkebene. Dabei wird lateral der Tibialis-anterior-Sehne eingegangen, die A. dorsalis pedis und der N. peroneus profundus werden nach medial weggehalten. Zur besseren Einsicht des talonavicularen Gelenkes kann ein Mini-Distraktor oder ein Mini-Fixateur verwendet werden, dessen Pins in Taluskopf und Os cuneiforme mediale eingebracht werden. Das Periost des Os naviculare sollte nicht vollständig abgelöst werden, um einer avaskulären Nekrose vorzubeugen, es genügt die Gelenkflächeneinsicht. Liegt nur ein einfacher Spaltbruch des Knochens vor oder ist die Tibialis-posterior-Sehne ausgerissen (entspricht einer Tuberositas-Fraktur), genügt eine anatomiegerechte Reposition mit einfacher bzw. doppelter Schraubenosteosynthese. Da bei vielen Patienten allerdings aufgrund des Verletzungsmechanismus eine Trümmerzone im Os naviculare vorliegt, sollte diese nach ausreichender Distraction mit autologer Spongiosa aufgefüllt werden, um die korrekte Länge der medialen Fußsäule wiederherzustellen. Nach Rekonstruktion der Gelenkflächen werden für die Retention vorzugsweise anatomisch angepasste winkelstabile Implantate verwendet. (nach Rammelt et al., 2002; Rammelt et al., 2004a)

1.6.3.2. Transtalare Chopart-Luxationsfraktur

Bei diesem Frakturtyp wird der Zugang analog zum Vorgehen bei Talushalsfrakturen von anteromedial her gewählt. Auch hier wird nach ausreichender Distraction die Gelenkfläche rekonstruiert und die Fraktur retiniert. Dabei kommen vorrangig Schraubenosteosynthesen (Kleinfragment- oder Mini-Schrauben) zum Einsatz. Müssen die Schrauben durch die Gelenkfläche eingebracht werden, um eine hinreichende Stabilität zu erreichen, sollten diese unter das Knorpelniveau versenkt werden, alternativ kommen doppelgewindige (Herbert-)

Schrauben zum Einsatz. In einigen Fällen, insbesondere auch bei transnavicularen Luxationsfrakturen, liegen Knorpelabscherungen bzw. osteochondrale Absprengungen am Taluskopf vor, welche dann mit Fibrinkleber bzw. resorbierbaren Ethi-Pins refixiert werden können. Liegen dagegen zentrale Trümmer- oder Stauchungszonen in Richtung Talushals vor, ist auf die exakte Wiederherstellung der Länge der medialen Fußsäule zu achten. Zur Retention eignen sich auch hier Mini-Plättchen, zur Auffüllung von Defekten wird autologe Spongiosa verwendet. (nach Rammelt et al., 2004a)

1.6.3.3. Transcuboidale und transcalcaneare Chopart-Luxationsfrakturen

Hier wird ein lateraler Zugang parallel zur Planta pedis vorgenommen, welcher sich auf einer Länge von 8-10 cm auf das Calcaneocuboid-Gelenk zentriert. Die Peronealsehnen werden in ihrer Sehnenscheide mobilisiert und nach plantar weggehalten. Wie bei den anderen bereits beschriebenen Frakturtypen kann auch hier ein Mini-Distraktor zur besseren Einsicht in die Gelenkebene genutzt werden. Dabei werden die Pins lateral zwischen der Basis des Os metatarsale V und dem unverletzten Calcaneus-Anteil eingebracht. Zur Rekonstruktion der jeweiligen Gelenkfläche dient immer die korrespondierende Gelenkfläche entweder des Calcaneus oder des Os cuboideum als Schablone. Sind auch hier Kompressionszonen („Nussknackermechanismus“) zu finden, werden diese über ein subkortikales Fenster mit autologer Spongiosa aufgefüllt. Zur Retention werden vorrangig Plattenosteosynthesen, seltener Schraubenosteosynthesen genutzt. Beispielsweise können einfache oder doppelte H-Plättchen, für das Os cuboideum ein eigenes anatomisches Plättchen und für Verletzungen am Proc. anterior calcanei eine gekürzte winkelstabile Calcaneusplatte verwendet werden. (nach Rammelt et al., 2002; Rammelt et al., 2004a)

1.6.3.4. Kombinations- und Komplexverletzungen

Bei kombinierten Verletzungen des lateralen und medialen Aspektes, wovon am häufigsten die transnaviculocuboidale Luxationsfraktur zu sehen ist, wird ein bilateraler Zugang mit mindestens 5 cm Hautbrücke dazwischen empfohlen. Dabei folgt die Frakturversorgung den oben genannten Prinzipien. Liegt hingegen ein extrem schwerer oder irreparabler Schaden, vor allem der Gelenkflächen vor, liegt das Hauptaugenmerk auf der anatomischen Wiederherstellung der Zweisäulenstatik des Fußes bzw. der gesamten Fußstatik. Offene Frakturen und Luxationen werden aggressiv débridiert. Dabei wird über der Wunde eine notfallmäßige offene Reposition mit anschließender Transfixation mit Kirschner-Drähten vorgenommen. Lässt sich die Wunde nicht primär verschließen, wird die Haut mit Kunsthaut gedeckt. Anschließend wird zur Weichteilschonung eine tibiometatarsale Transfixation angelegt. Im Rahmen eines Folgeeingriffes wird dann die definitive Strategie zur Osteosynthese und Weichteildeckung festgelegt. Bei Kompartmentsyndromen wird unverzüglich die dorso-mediane Dermatofasziotomie vom distalen Retinaculum extensorum bis zu den Metatarsalköpfchen durchgeführt. (nach Zwipp, 1994)

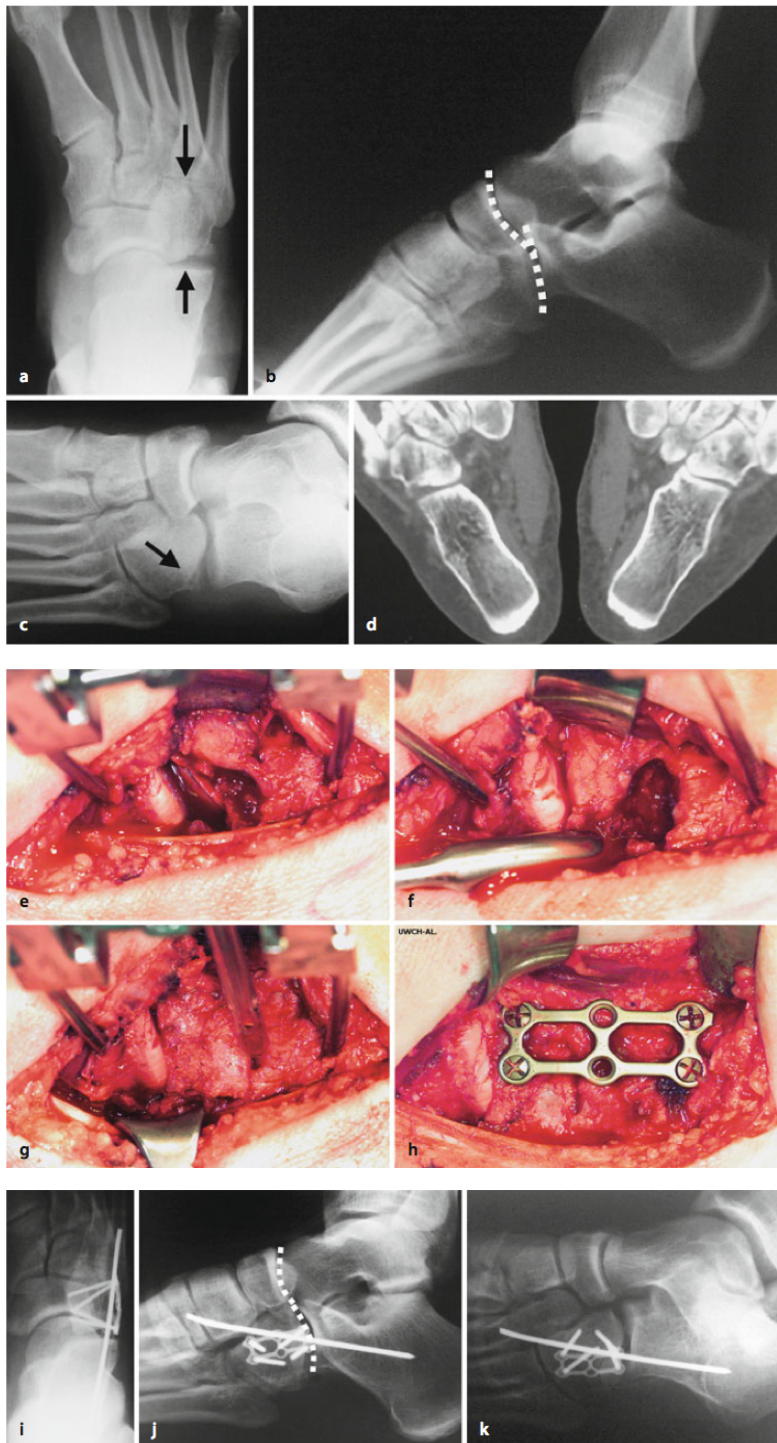


Abb. 9a-k: Beispiel der operativen Versorgung einer transcuboidalen Chopart-Luxationsfraktur rechts (aus: Rammelt und Zwipp, 2011). In den Röntgenaufnahmen sind eine verkürzte laterale Fußsäule, ein erweiterter calcaneocuboidaler Gelenkspalt sowie die verworfene Cyma-Linie zu sehen (**a-c**). In der CT wird die Gelenkflächeninkongruenz und die Impression des Os cuboideum deutlich (**d**). Intraoperativ wird die Gelenkfläche des Os cuboideum angehoben und der noch vorhandene Defekt mit autologer Spongiosa aus dem Beckenkamm aufgefüllt (**e-g**). Danach erfolgt die Osteosynthese mittels Miniplättchen (**h**) und eine zusätzliche Transfixation bei persistierender Instabilität mit einem Kirschner-Draht für 6 Wochen. In den postoperativen Röntgenaufnahmen sind die wiederhergestellten Längen der beiden Fußsäulen sowie die harmonisch verlaufende Cyma-Linie zu sehen (**i-k**).

1.6.3.5. Ligamentäre Instabilitäten

Nach Durchführung der definitiven Osteosynthese muss nach vorliegenden ligamentären Instabilitäten gefahndet werden. Diese können sowohl auf der versorgten Seite als auch auf der nicht betroffenen Seite auftreten. Liegt eine Aufklappbarkeit oder rotatorische Instabilität vor, wird dieser Gelenkanteil mit Kirschner-Drähten für 6 Wochen retiniert, damit eine Bandheilung gewährleistet werden kann (Kenwright und Taylor, 1970; Gosselin et al., 1995; Sanders, 1999; Rammelt et al., 2002). Liegt bei schwerer verletzten Patienten eine hochgradige Instabilität vor, wird diese zusätzlich zu den Kirschner-Drähten mit einer temporären tibiometatarsalen Transfixation für 6 Wochen retiniert. (nach Rammelt et al., 2004a)

1.6.4. Nachbehandlung

Alle Formen der Chopart-Luxationsfrakturen werden bis zur Wundheilung in einem Unterschenkelgipsverband oder einer Winkler-Schiene ruhig gestellt. Ab dem 2. postoperativen Tag werden aus dem Gips heraus erste Bewegungen, auch des Chopart-Gelenkes (falls dieses nicht transfixiert ist), mit den Physiotherapeuten geübt. Nach Abschluss der Wundheilung wird der Fuß mit 15-20 kg für 6 Wochen in einem Unterschenkelcast teilbelastet. Danach werden die temporären Kirschner-Drähte oder andere Transfixationen entfernt und der Patient beginnt mit schrittweiser Steigerung bis zur Vollbelastung nach circa 6 weiteren Wochen. (nach Rammelt et al., 2002)

Eine wichtige Säule der weiteren Behandlung ist die intensive physiotherapeutische Beübung des Fußes mit manueller Fußwurzelmobilisation und zusätzlich Gangschule, Propriozeptionstraining und Lymphdrainage (Randt et al., 1998). Weiterhin können angefertigte Schuheinlagen und spezielle Fußgymnastik zur Förderung der Fußinnenmuskulatur verordnet werden (Sanders, 1999).

1.7. Komplikationen

Nach erfolgter Osteosynthese einer Chopart-Luxationsfraktur wurden in der Literatur folgende Frühkomplikationen beschrieben (Kotter et al., 1997; Richter et al., 2001; Rammelt et al., 2002): Infekte, Phlebothrombosen, übersehene Kompartmentsyndrome und Verletzungen der Äste des N. peroneus profundus bzw. superficialis. Daneben betreffen auch Langzeitfolgen einige der versorgten Patienten: Früharthrosen (Kotter et al., 1997), die avaskuläre Nekrose des Os naviculare (Sangeorzan, 1989; Kotter et al., 1997; Zwipp und Rammelt, 2009), pseudarthrotische Fehlverheilungen (Dewar und Evans, 1968; Main und Jowett, 1975) mit daraus folgenden Fehlstellungen- im Chopart-Gelenk sowie den angrenzenden Gelenken (Zwipp, 1994; Rammelt et al., 2002; Rammelt et al., 2004a; Zwipp und Rammelt, 2009). Bei Verkürzung der lateralen Fußsäule entsteht am ehesten ein post-

traumatischer Pes plano valgus, bei Verkürzung der medialen Säule eher ein Pes cavo varus (Rammelt et al., 2009).

1.8. Fragestellung und Ziel der Studie

In vorliegender Arbeit sollen die funktionellen und klinischen Langzeitergebnisse nach Chopart-Luxationsfrakturen und das Auftreten von typischen Frühkomplikationen und Spätfolgen, wie zum Beispiel Infektionen, die avaskuläre Nekrose des Os naviculare oder verschiedene Ausprägungen von Arthrosen erfasst werden. Die Studie soll objektiv mithilfe validierter Scores, ergänzt durch allgemeine Fragen zur Krankengeschichte und weiteren Begleiterkrankungen, den Operationserfolg einschätzen und weitere Erkenntnisse über die langfristige Einschränkung im Alltag und im Arbeitsleben gewinnen. Ein wichtiges Ziel dieser Studie ist weiterhin die Bestimmung der Wertigkeit verschiedener patientenspezifischer und behandlungsspezifischer Prognosefaktoren auf das Outcome der Patienten. Wichtige patientenbezogene Faktoren sind dabei Geschlecht, Alter, Unfalltyp und -ursache, Verletzungsschwere und Begleitverletzungen, Weichteilsituation und die Zwipp-Klassifikation der Chopart-Luxationsfraktur. Zu den behandlungsspezifischen Prognosefaktoren zählen die Behandlungsart, Diagnose- und Operationszeitpunkte, die Reposition, OP-Taktik und die Verwendung von primären und sekundären Arthrodesen. Es soll die Effektivität der Behandlung eingeschätzt werden, um eventuelle Optimierungspotentiale daraus abzuleiten. Mithilfe des AOFAS Ankle-Hindfoot Scores, des Fuß-Funktions-Index (FFI-D) und des SF-36 ist es möglich, das funktionelle Behandlungsergebnis, die Arbeitsfähigkeit mit der damit verbundenen sozioökonomischen Bedeutung und die Lebensqualität der Patienten untereinander und mit der Normalbevölkerung zu vergleichen.

2. Material und Methoden

2.1. Patientengut

Zwischen Januar 1994 und Dezember 2009 wurden in der Klinik und Poliklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Dresden 128 Patienten mit 134 Verletzungen des Chopart-Gelenkes behandelt. 6 Patienten davon erlitten eine beidseitige Chopart-Verletzung.

Ausschlusskriterien zur Studienteilnahme bildeten neben der Ablehnung der Nachuntersuchung bzw. der fehlenden psychosozialen Fähigkeit zur Teilnahme, eine durch den Unfall verursachte Rollstuhlpflichtigkeit sowie die Amputation des Fußes. Nach Abzug der Patienten, welche zwischenzeitlich verstorben waren sowie derer mit genannten Ausschlusskriterien, blieb eine Grundgesamtheit von 122 Patienten mit 128 Luxationsfrakturen bestehen.

Diese 122 Patienten wurden im Zeitraum vom 10.01.2012 bis zum 05.06.2013 per Brief bzw. telefonisch zur Nachuntersuchung einbestellt. 4 Patienten (3,3%) nahmen schriftlich an der Nachuntersuchung teil und füllten die zugesandten Unterlagen aus. Fehlende Angaben wurden durch ein Telefongespräch ergänzt. 69 Patienten (56,6%) folgten der Einladung und wurden in der Sprechstunde nachuntersucht. Bei 2 Patienten traten hierbei beidseitige Luxationsfrakturen auf. Somit wurden insgesamt 73 Patienten mit 75 Chopart-Gelenksverletzungen nachuntersucht (59,8%). Dabei lag der Zeitpunkt des Unfalls mindestens 4 Jahre zurück (Spanne, 48 - 217 Monate; Durchschnitt, 116 Monate (= 9,7 Jahre)).

Eingeschlossen wurden alle Patienten mit einer Chopart-Luxationsfraktur, auch Patienten mit Polytraumatisierung sowie mit kombinierten oder komplexeren Fußverletzungen, z.B. kombinierte Chopart-/Lisfranc-Luxationsfrakturen. Das Mindestalter der Patienten zum Unfallzeitpunkt betrug 14 Jahre.

Der Studie wurde vor Beginn der Nachuntersuchungen durch die Ethikkommission der TU Dresden zugestimmt.

2.2. Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung der einbestellten Patienten gliederte sich in folgende Abschnitte:

1. Aushändigen und Einverständnis zur Auswertung und zum Datenschutz
2. Patientenblatt „Anamnesebogen“ mit Patientendaten und verschiedenen anamnestischen Aspekten

3. Klinische und funktionelle Untersuchung beider Füße
4. Fragen und klinisch objektive Parameter des AOFAS Ankle-Hindfoot Scores
5. Aushändigen und selbstständiges Beantworten der Fragebögen des Fuß-Funktions-Index (FFI-D) und des SF-36
6. Anfertigung von Röntgenbildern
7. Nachbesprechung

2.2.1. Aufklärung und Einverständnis

Eingangs wurde im Rahmen eines Einführungsgesprächs in mündlicher Form über die Studie und deren Ablauf informiert und dem Patienten die Einverständnis- und die Einwilligungserklärung zum Datenschutz ausgehändigt. Der Patient bekam die Möglichkeit, sich mit dem Inhalt der Studie vertraut zu machen ohne sich zu einem flüchtigen Lesen gedrängt zu fühlen sowie um anschließend aufkommende Fragen klären zu können. Bei Zustimmung wurde das Einverständnis eingeholt.

2.2.2. Anamnesebogen

Mit dem Patientenblatt „Anamnesebogen“ wurden wichtige Daten zur Krankengeschichte erfragt. Weitere Informationen wurden durch Einsicht der Krankenakte anschließend ergänzt. Erhoben wurden folgende Aspekte:

- Angaben zur Person
- Vorerkrankungen, frühere Traumata bzw. Verletzungen am Fuß und Voroperationen
- berufliche Situation und sportliche Aktivität vor und nach dem Unfall
- Unfallhergang und -mechanismus, Frakturtyp
- Begleitverletzungen, Verletzungsschwere
- Therapieverlauf, Früh- bzw. Spätkomplikationen, Nachbehandlung
- aktuelle Symptomatik und subjektive Bewertung der Behandlung

2.2.3. Klinische Untersuchung

Bei der klinischen Untersuchung wurden zuerst beide Füße inspiziert. Dabei spielten sichtbare Deformitäten, die Stellung der Fußsäulen, das Aussehen der Narben und die Beschwellung der Fußsohle eine Rolle. Weiterhin wurde auf eventuelle Sensibilitätsstörungen im Bereich der versorgenden Hautäste am Fuß geachtet. Danach wurde der Bewegungsumfang (Range-of-Motion, ROM) beider Füße im Vergleich dokumentiert.

Es gibt bei der Beschreibung der einzelnen Bewegungen in den Fußgelenken oft verschiedene und verwirrende Einteilungen.

Der Bewegungsumfang im oberen Sprunggelenk (OSG) ist relativ klar und wird mit einer Dorsalextension von 20° - 30° und einer Plantarflexion von 40° - 50° bei nicht belastetem Fuß angegeben.

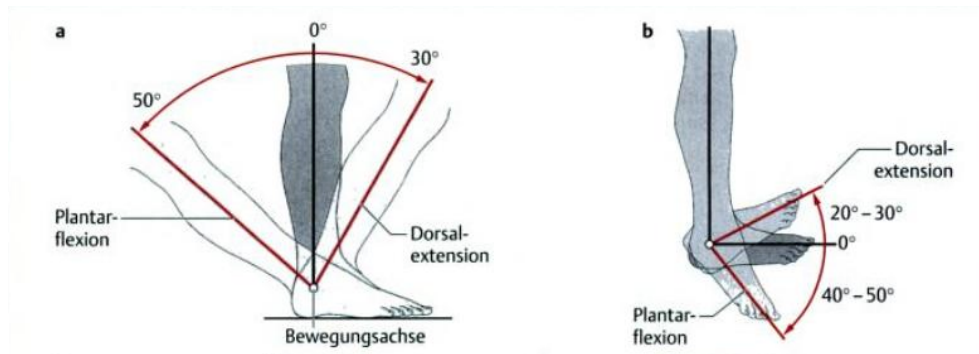


Abb. 10a,b: Bewegungsausmaße im oberen Sprunggelenk bei belastetem (a) und unbelastetem Fuß (b) (aus: Schünke, 2000).

Die Bewegungen im unteren Sprunggelenk sind dagegen sehr komplex und viele Einzelbewegungen sind eng miteinander gekoppelt und verzahnt. Sie sind von den Supinations- und Pronationsbewegungen der Hand abzugrenzen, da diese viel weiter proximal in den Ellenbogengelenken stattfinden.

Klinisch gemessen wird die dreidimensionale Bewegung des Vorfußes gegenüber dem Rückfuß. Dabei artikulieren in der Hauptsache das Subtalar- und das Chopart-Gelenk, wobei diese Einzelbewegungen kaum voneinander zu trennen sind. Als eindrucksvoll und nachvollziehbar lässt sich die Gesamtbewegung des Fußes als sogenannte „Maulschellenbewegung“ darstellen (Fick, 1911).



Abb. 11: Maulschellenbewegung nach Fick (aus: Rammelt und Zwipp, 2011).

Der Fuß verhält sich sozusagen wie die Hand bei einer Maulschelle (Ohrfeige) (Glasewald, 1922). Bei unbelastetem Fuß und einer erfolgenden Auswärtsdrehung ist die Pronation im Vorfuß nicht zu trennen von einer Eversion im Rückfuß, einer Dorsalextension im OSG und einer Außenrotation und Abduktion des Gesamtfußes. Vice versa ist bei Einwärtsdrehung des Fußes die Supination im Vorfuß nicht zu trennen von einer Inversion im Rückfuß, einer Plantarflexion im OSG und einer Innenrotation und Adduktion des Gesamtfußes (Zwipp, 1994). Wie die Handbewegung bei einer Ohrfeige verläuft also diese Bewegung des Fußes von außen oben nach innen unten.

Alle Bewegungen wurden nach der Neutral-Null-Methode gemessen und in Prozentangaben der Normalbewegung angegeben:

- OSG (Extension - Nullstellung - Flexion): 20 - 0 - 50
- Fuß gesamt (dreidimensional: Eversion - Nullstellung - Inversion): 30 - 0 - 60
- Bewegung zwischen Vor- und Rückfuß, vorrangig im Chopart- und Lisfranc-Gelenk (Pronation - Nullstellung - Supination): 20 - 0 - 40

Die Gradzahlen wurden mit einem Winkelmesser gemessen und dokumentiert. Im oberen Sprunggelenk wurde der Winkelmesser auf den Außenknöchel aufgesetzt, der Fuß passiv nach dorsal extendiert und passiv nach plantar flektiert. Für die Messung der dreidimensionalen Gesamtbewegung wurde der Fuß passiv ein- und auswärts gedreht und die Gesamtbewegung als Prozentangabe der Normalbewegung (Gegenseite) dokumentiert. Für das Bewegungsausmaß zwischen Vor- und Rückfuß wurde die Ferse von hinten umfasst und der Vorfuß nach innen und außen gedreht. Die Beweglichkeit wurde auch hier als Prozentangabe der Normalbewegung (Gegenseite) angegeben.

Abschließend wurden noch Gang und Stand des Patienten beurteilt. Dabei wurden verschiedene Situationen, wie Zehen- und Fersengang, Einbeinstand, tiefe Hocke, Springen auf einem und beiden Beinen getestet.

2.2.4. Scores

Zur Einschätzung des funktionellen Behandlungsergebnisses und der aktuellen Lebensqualität wurden drei verschiedene Fragebögen (AOFAS Ankle-Hindfoot Score, Foot-Function-Index, deutsch (FFI-D) und SF-36) verwendet.

Der AOFAS Ankle-Hindfoot Score (Kitaoka et al., 1994) ist ein international verbreiteter und auf dem Gebiet der Fußchirurgie universell verwendeter Score, der einen Vergleich der Ergebnisse mit der bisherigen Literatur erlaubt (Lau et al., 2005). Allerdings ist er nicht validiert. Bei diesem Score, der hier in seiner Rückfuß-Version verwendet wurde, gibt es verschiedene Fragen zur aktuellen Schmerzsymptomatik, zur Aktivität, zur Gehstrecke, zum

Laufen auf unterschiedlichem Gelände und zur Bewegung und Ausrichtung des Fußes. Für jeden Bereich werden verschiedene Punktzahlen vergeben und zum Schluss addiert. Das beste Ergebnis sind 100 Punkte, das schlechteste Ergebnis sind 0 Punkte (Kitaoka et al., 1994). Dieser Fragebogen wurde parallel zur klinischen Untersuchung ausgefüllt bzw. nach Begutachtung der Röntgenaufnahmen komplettiert.

Der Fuß-Funktions-Index (FFI) ist ein Fragebogen, der als validierter Score für die Fußfunktion im Vergleich zur Normalbevölkerung dient (Budiman-Mak, 1991) und auch für den deutschen Sprachraum modifiziert und in seiner deutschen Version validiert wurde (FFI-D) (Naal et al., 2008).

Bei diesem Score gibt es 8 Fragen zur aktuellen Schmerzsymptomatik in verschiedenen alltäglichen Situationen sowie 10 Fragen zu eventuellen Schwierigkeiten mit dem Fuß, die ebenso bei unterschiedlichen alltäglichen Situationen auftreten können. Der Patient sollte selbstständig auf einer numerischen Rating-Skala (0 bis 9) das Ausmaß der Schmerzen bzw. der Aktivität eintragen. Danach konnte mithilfe einer Formel ein Zahlenwert errechnet werden, der zwischen 0 und 100 Punkten lag. Dabei ist 0 der beste und 100 der schlechteste Wert. Die Formel zur Berechnung für den FFI-D lautet:

$$\text{Wert} = \frac{\text{Summe Werte Schmerzskala} + \text{Summe Werte Funktionsskala}}{(\text{Anzahl der beantworteten Fragen} * 9) * 100}$$

Der SF-36 Fragebogen (Short Form 36) wird vor allem zur Beurteilung der aktuellen Lebensqualität und der psychosozialen Situation von Patienten verwendet (Tarlov et al., 1989; Ware und Sherbourne, 1992; Bellach et al., 2000). Dieser Score ist das international am häufigsten eingesetzte generische Instrument zur Messung der Lebensqualität (Tarlov et al., 1989; Ware et al., 1993) und wurde 1998 für den deutschen Sprachraum modifiziert (Bullinger und Kirchberger, 1998). Er ist ebenfalls validiert (McHorney et al., 1993) und dient sowohl der Erfassung körperlicher als auch psychischer Parameter. Es können insgesamt 36 Items auf zwei- bis sechsstufigen Ratingskalen erfasst werden. Nach Gewichtung werden diese wiederum zu acht Subskalen addiert, aus denen sich zwei übergeordnete Summenskalen bilden lassen. Die Subskalen körperliche Funktionsfähigkeit, körperliche Rollenfunktion, körperliche Schmerzen und allgemeine Gesundheitswahrnehmung bilden gemeinsam die körperliche Summenskala (KSK). Die Subskalen Vitalität, soziale Funktionsfähigkeit, emotionale Rollenfunktion und psychisches Wohlbefinden bilden zusammengefasst die psychische Summenskala (PSK). Ein Item erfragt die Wahrnehmung einer Gesundheitsveränderung und wird keiner der acht Skalen zugeordnet. Die standardisierte Auswertung erfolgte nach dem Handbuch zum Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand, worin auch Daten aus der deutschen Normalbevölkerung (deutsche Normstich-

probe) enthalten sind, welche als Vergleichswerte zu den eigenen erhobenen Daten dienten (Bullinger, 1995; Bullinger und Kirchberger, 1998). Die angekreuzten Itemwerte wurden addiert, teilweise umkodiert und rekali­briert. Einige Skalen enthielten auch spezielle Gewichtungen. Zum Schluss wurden die acht Skalen jeweils in Werte zwischen 0 und 100 transformiert, damit die Ergebnisse vergleichbar waren. Weiterhin wurden die entsprechenden Subskalen zur oben genannten „körperlichen Summenskala“ (KSK) und zur „psychischen Summenskala“ (PSK) transformiert. Dabei wurden Mittelwerte, Standardabweichungen und Regressionskoeffizienten aus der amerikanischen Normpopulation verwendet, da diese sich nicht grundlegend von denen der deutschen Normpopulation unterscheiden (Bullinger und Kirchberger, 1998). Die erhaltenen Sub- bzw. Summenskalenwerte stellen eine Quantifizierung der subjektiven Gesundheit aus Sicht der Befragten dar. Ein niedriger Wert bedeutet eine schlechtere Lebensqualität, ein höherer Wert eine bessere Lebensqualität. Zum Vergleich mit der Normpopulation kann der sogenannte „z-Wert“ berechnet werden. Dieser ergibt sich aus der Differenz zwischen dem arithmetischen Mittelwert der untersuchten Population und dem arithmetischen Mittelwert der Normpopulation geteilt durch die Standardabweichung der Normpopulation (Bullinger und Kirchberger, 1998). Dabei bedeuten positive z-Werte eine bessere Lebensqualität, negative z-Werte folglich eine schlechtere Lebensqualität als die der Normpopulation. Die Berechnung und Auswertung der angekreuzten Items, Sub- und Summenskalen erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS 21 mit der in der Handanweisung enthaltenen Syntax-Datei mit allen Berechnungsformeln.

Der FFI-D und der SF-36 wurden beide vom Patienten ohne die Aufsicht des Untersuchers ausgefüllt.

2.2.5. Bildgebende Untersuchung

Im Anschluss an die klinische Untersuchung und die Fragebögen wurden konventionelle Röntgenbilder beider Füße angefertigt. Die Füße wurden in drei verschiedenen Ebenen geröntgt:

1. unter Belastung exakt seitlich
2. unter Belastung dorso-plantar
3. ohne Belastung schräg 45° (laterodorsal-medioplantar)

Die Bilder wurden anschließend nach Grad der Arthrose und Stellung der Fußsäulen in der seitlichen und dorsoplantaren Ansicht beurteilt.

Die Bewertung des Arthrose-Grades wurde nach Kellgren und Lawrence vorgenommen (Kellgren und Lawrence, 1957). Folgende Kriterien wurden für das Chopart-Gelenk evaluiert:

- Ausprägung von Osteophyten
- Verschmälerung des Gelenkspaltes
- Ausbildung einer subchondralen Sklerose
- Grad der Deformierung

Insgesamt konnten 4 Schweregrade der Arthroseausprägung unterschieden werden. Die Röntgenbilder wurden weiterhin auf das Vorhandensein von Arthrosen im oberen Sprunggelenk, im Subtalar-Gelenk sowie im naviculocuneiformen- und Lisfranc-Gelenk untersucht. Dabei war von Bedeutung, ob Arthrosen in einem oder mehreren Nachbargelenken vorhanden waren oder nicht, diese wurden nicht einzeln nach Kellgren und Lawrence klassifiziert.

Zusammenfassend und zur besseren Übersichtlichkeit bzw. Einteilung wurden dann die Arthrosen des ganzen Fußes zusammengefasst, wobei der Arthroseausprägung im Chopart-Gelenk die größte Bedeutung beigemessen wurde.

Es wurde folgende Einteilung vorgenommen:

- keine Arthrose im Chopart-Gelenk (Grad 0)
- leichte Arthrose im Chopart-Gelenk (Grad I und II)
- schwere Arthrose im Chopart-Gelenk (Grad III und IV)
- Arthrose im Chopart-Gelenk (alle Grade) und Arthrose(n) in Nachbargelenk(en)

Kellgren and Lawrence Score Systematik

Osteophyten	Keine oder fraglich = 0 Eindeutig = 1 Große = 2		
Gelenkspalt	Nicht oder fraglich verschmälert = 0 Eindeutig verschmälert = 1 Fortgeschritten verschmälert = 2 Aufgehoben = 3	Grad 0	0 Punkte
Sklerose	Keine = 0 Leichte = 1 Leichte mit Zystenbildung = 2 Sklerose mit Zystenbildung = 3	Grad 1	1- 2 Punkte
Deformierung	Keine = 0 Leichte = 1 Deutliche = 2	Grad 2	3 - 4 Punkte
		Grad 3	5 - 9 Punkte
		Grad 4	10 Punkte

Abb. 12: Systematik zur Quantifizierung der Arthroseausprägung im Chopart-Gelenk (nach Kellgren und Lawrence, 1957).

Im dorsoplantaren Bild wurde der Grad der Abweichung der Achse Talus - Os metatarsale I im Vergleich zum gesunden Fuß gemessen. Dabei wurden Geraden durch den Talus und das Os metatarsale I eingezeichnet und mediale (=Adduktion) und laterale (=Abduktion) Abweichungen erfasst.

Im seitlichen Bild wurde ebenfalls der Winkel zwischen der Talus- und der Os metatarsale I-Achse gemessen. Hier wurde entweder ein Absinken des Fußgewölbes (Plattfuß) oder ein Aufrichten des Fußgewölbes (Hohlfuß) dokumentiert.

Zwei Patienten wurden in der Häuslichkeit untersucht und konnten deshalb nicht geröntgt werden. Eine Patientin war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung schwanger und eine Patientin, welche per Brief antwortete, hatte keine aktuellen Röntgenbilder vorgelegt. Alle anderen per Brief antwortenden Patienten schickten aktuelle Röntgenbilder mit. Die Röntgenkontrolle eines Patienten konnte aufgrund falscher Projektionen nicht sachgerecht ausgewertet werden und wurde daher nicht mit einbezogen. Folglich konnten 70 Röntgenaufnahmen von 69 Patienten ausgewertet werden.

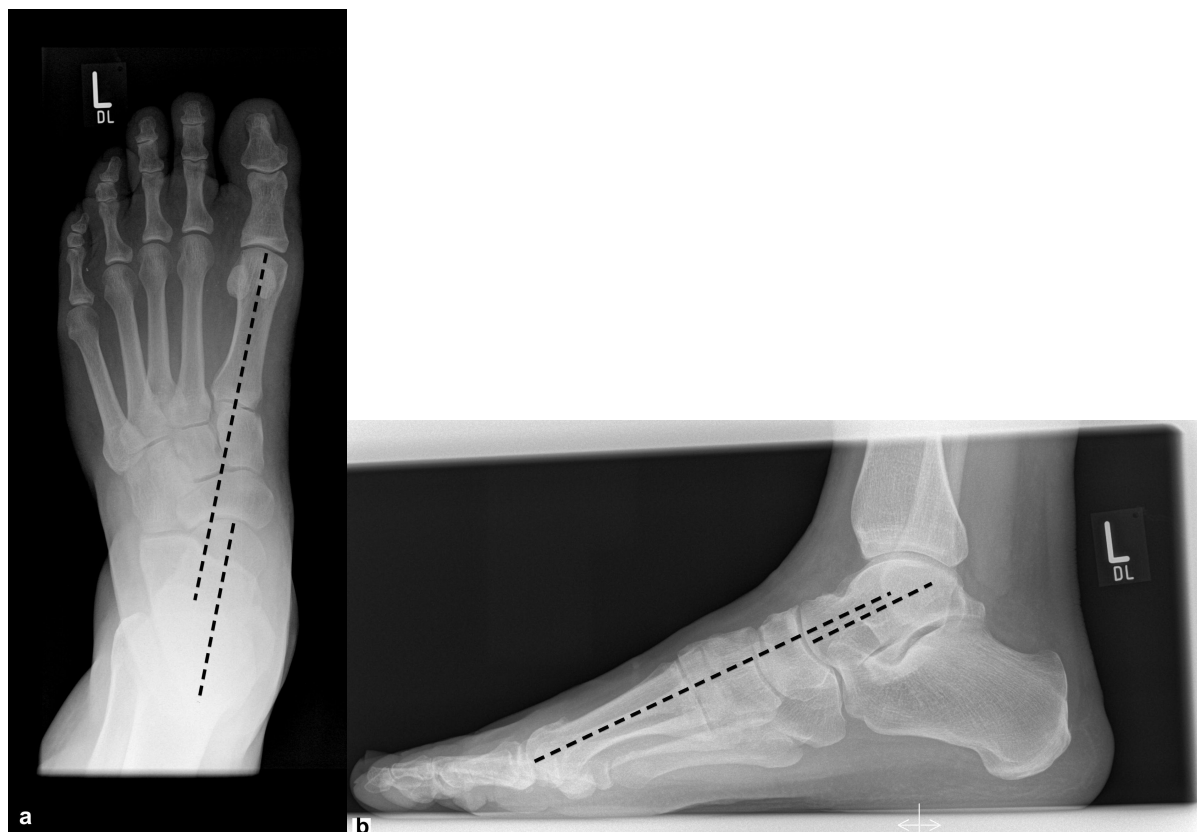


Abb. 13a,b: Messungen der talometatarsalen Achse in der dorsoplantaren (**a**) und seitlichen Ansicht (**b**) (Normalbefunde).

2.3. Statistik

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit dem Programm SPSS® 21.0 (IBM Corp. Released 2012, IBM SPSS Statistics for Mac, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.). Dabei wurde in der explorativen Datenanalyse festgestellt, dass in der Mehrheit der Fälle keine Normalverteilung der Daten vorlag. Deshalb wurden bei den Vergleichstests der Mittelwerte für die ausgewählten Fragestellungen nichtparametrische Tests verwendet. Wurden nur je zwei Merkmale (ja/nein) miteinander verglichen, wurde der Mann-Whitney-U-Test angewandt. Beim Vergleich von mehr als zwei Merkmalen (z.B. verschiedene Altersgruppen) wurde der Kruskal-Wallis-H-Test verwendet. Lagen bei letztgenanntem Test Signifikanzen vor, wurden danach immer je zwei Untergruppen (a vs. b; a vs. c; b vs. c; usw.) mit einem post-hoc-Test untersucht (angepasste Signifikanzen), um eine alpha-Fehler-Inflation zu vermeiden. Allerdings haben diese post-hoc-Tests eine geringere Teststärke als Omnibus-Tests wie der Kruskal-Wallis-H-Test, was sich mitunter auf die Ergebnisinterpretation auswirkte und an entsprechender Stelle vermerkt wurde. Für den Vergleich verschiedener Zusammenhänge untereinander wurden Kreuztabellen erstellt und eventuell vorhandene Signifikanzen mit dem Chi-Quadrat-Test bzw. dem exakten Test nach Fisher berechnet. Das Signifikanzniveau wurde bei allen Tests auf $p < 0,05$ festgelegt.

3. Ergebnisse

3.1. Epidemiologie

Im Kollektiv der 73 nachuntersuchten Patienten lag der Altersdurchschnitt zum Unfallzeitpunkt bei 37,6 Jahren (Spanne, 14 - 68 Jahre; Median, 37,5 Jahre). Von 73 Patienten waren 50 männlich (68,5%) und 23 weiblich (31,5%). Der Altersdurchschnitt der männlichen Patienten lag bei 34,4 Jahren, der der weiblichen Patienten bei 42,9 Jahren. Von den unter 50 - Jährigen waren 74,6% (n = 44) männlich, bei den über 50 - Jährigen waren allerdings nur noch 35,7% (n = 5) männlich. Es lag eine homogene Verteilung der einzelnen Altersgruppen vor (siehe Abb. 14).

2 Patienten waren zum Zeitpunkt des Unfalls bereits im Rentenalter und wurden somit nicht für eventuelle Auswirkungen auf die Berufsfähigkeit oder Erhalt einer Minderung der Erwerbsfähigkeit einbezogen.

8 Patienten (11,0%) waren an Diabetes mellitus (Typ I oder II) erkrankt.

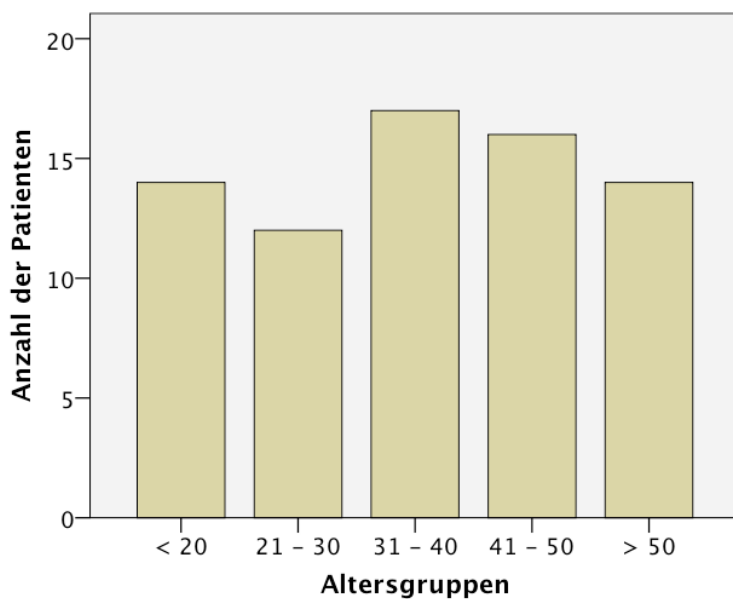


Abb. 14: Verteilung der Altersgruppen.

3.2. Verletzungsursachen und Verletzungsmuster

Die verletzte Seite war nahezu gleich verteilt. Es wurden 40 verletzte linke (53,3%) und 35 verletzte rechte Füße (46,7%) gesehen.

In 23,3% lag ein Arbeitsunfall vor (n = 17). 76,7% (n = 56) erlitten den Unfall in ihrer Freizeit.

Zur Analyse der Unfallursachen ließen sich grob zwei verschiedene Gruppen festlegen. Zum einen das Vorliegen eines Unfalls mit einem motorisierten Fahrzeug (Pkw, Motorrad, Quad = motor-vehicle-accident, MVA), zum anderen weitere Ursachen (non-MVA), wie z.B. Höhenstürze (Spannweite 1,5 - 20 m, Mittelwert 6,3 m, Median 3,5 m), direkte Traumen (z.B. Quetsch- oder Überrollverletzungen) oder auch Niedrigenergie Traumen wie beispielsweise ein Fehltritt mit nachfolgendem Umknicken des Fußes. Letzteres wurde allerdings nur in einem einzigen Fall (1,4%) einer alten Dame gesehen, welche mit dem Fuß umknickte.

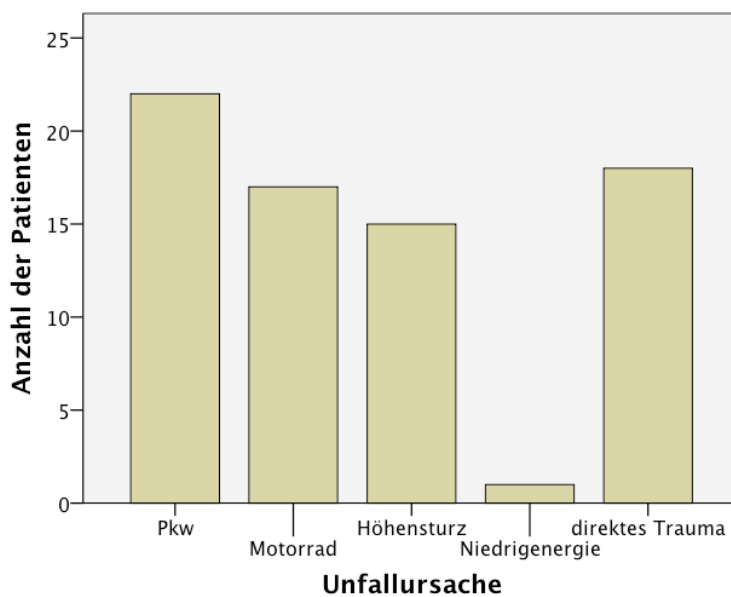


Abb. 15: Darstellung verschiedener Unfallursachen.

Insgesamt erlitten 34 Patienten (46,6%) zusätzliche ipsilaterale Fußverletzungen. In 39 Fällen (53,4%) war die Chopart-Luxationsfraktur demzufolge die einzige Verletzung dieses Fußes, wobei in diesen Fällen auch weitere Verletzungen und Frakturen anderer Körperteile vorliegen konnten.

Bei Auftrennung der Patienten in Gruppen mit unterschiedlicher allgemeiner Verletzungsschwere zeigten 22 Patienten (29,3%) neben der Chopart-Luxationsfraktur ein Polytrauma, 14 Patienten mit und 8 Patienten ohne zusätzliche ipsilaterale Fußverletzungen. Unter den nicht polytraumatisierten Patienten wurden bei 20 Patienten (26,7%) neben der Verletzung des Chopart-Gelenkes weitere Frakturen des ipsilateralen Fußes gesehen. Bei 33 Patienten (44,0%) lag eine isolierte Chopart-Verletzung ohne weitere Verletzungen anderer Körperteile vor.

Nach der Klassifikation von Zwipp wurden 41 kombinierte (Typ 6) (54,7%) und 31 einfache (Typen 2 - 5) (41,3%) Chopart-Luxationsfrakturen gesehen. Eine rein ligamentäre Luxation

(Typ 1) wurde lediglich in 3 Fällen gesehen (4,0%). In den Untergruppen ergab sich folgendes Bild: Bei den Patienten mit einer einfachen Chopart-Luxationsfraktur zogen sich 11 Patienten eine transcuboidale Fraktur, 10 eine transnaviculare, 7 eine transcalcaneare und 3 Patienten eine transtalar Luxationsfraktur zu. 25% aller Frakturen (n = 19) waren dem kombinierten Typ transnaviculocuboidal zuzuordnen. Dieser Typ stellte somit die häufigste Unterform dar.

In zusammenfassender Betrachtung war die distale Gelenkreihe mehr als doppelt so häufig betroffen wie die proximale Gelenkreihe (distal, n = 86; proximal, n = 35).

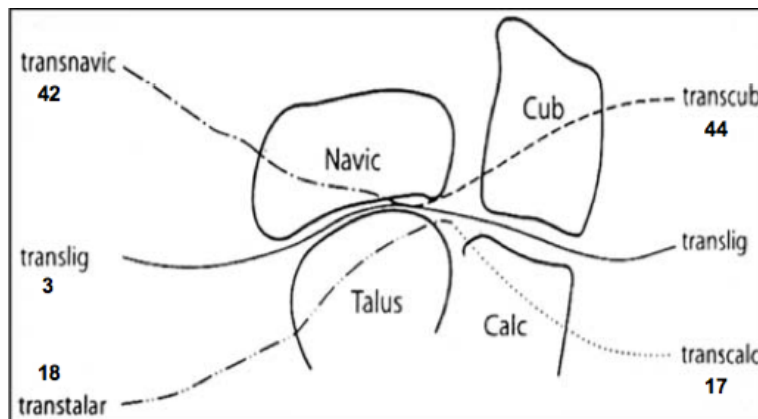


Abb. 16: Darstellung der Häufigkeiten der einzelnen Subtypen (einfache und kombinierte Frakturen addiert) (modifiziert nach Zwipp, 1994).

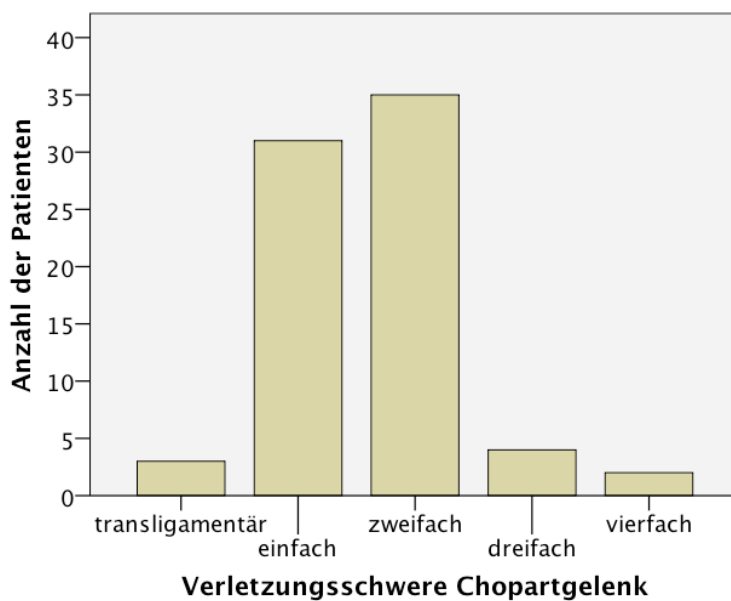


Abb. 17: Verletzungsschwere des Chopart-Gelenkes.

Chopart- und Lisfranc-Frakturen in Kombination wurden bei 13 Patienten (17,3%) diagnostiziert. Bei 2 Patienten lag in der talonavicularen Säule eine komplette ligamentäre Luxation ohne Fraktur vor, wobei bei einem Patienten davon eine transcuboidale, bei dem anderen Patienten eine transcalcaneocuboidale Luxationsfraktur auftrat. Komplette ligamentäre Luxationen ohne Fraktur in der calcaneocuboidalen Säule traten isoliert nicht auf. Eine Luxatio sub talo zeigte sich bei 4 Patienten.

Bei der Betrachtung der Weichteilverletzungen, welche für die geschlossenen Verletzungen nach Tscherne und Oestern, 1982 und für die offenen Verletzungen nach Gustilo und Anderson, 1976 klassifiziert wurden, lagen insgesamt 61 geschlossene (81,3%) und 14 offene Frakturen (18,7%) vor.

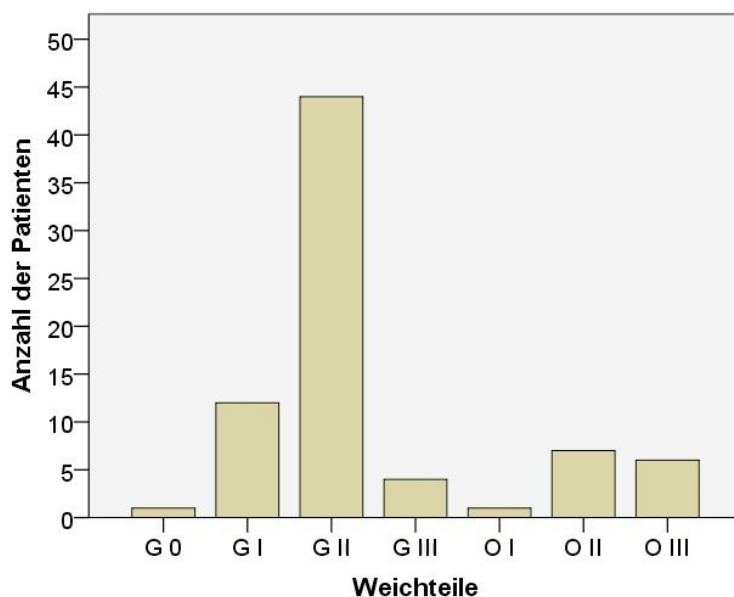


Abb. 18: Häufigkeitsverteilung der Weichteilverletzungen. G = geschlossen; O = offen.

3.3. Diagnostik und Therapie

Abbildung 19 auf S. 40 zeigt die verschiedenen Diagnosezeitpunkte nach Trauma. Dabei wurde deutlich, dass 21,3% der Frakturen initial übersehen, fehldiagnostiziert bzw. nicht innerhalb von 24 Stunden richtig eingeordnet wurden. Häufig wurde die Diagnose der Chopart-Luxationsfraktur erst am Universitätsklinikum in Dresden gestellt.

Bei 20 von 22 polytraumatisierten Patienten wurde die Diagnose der Chopart-Luxationsfraktur innerhalb von 24 Stunden gestellt (90,9%). Bei Chopart-Verletzungen mit zusätzlichen ipsilateralen Fußfrakturen wurde zu 80,0% und bei isolierten Chopart-Luxationsfrakturen zu 69,7% die Diagnose innerhalb von 24 Stunden gestellt.

Nach mehr als 96 Stunden wurden 5 isolierte Chopart-Frakturen, 2 Chopart-Verletzungen kombiniert mit ipsilateraler Fußfraktur und 1 Chopart-Verletzung im Rahmen eines Polytraumas diagnostiziert.

Am häufigsten wurden somit isolierte Chopart-Luxationsfrakturen übersehen oder fehlgedeutet.

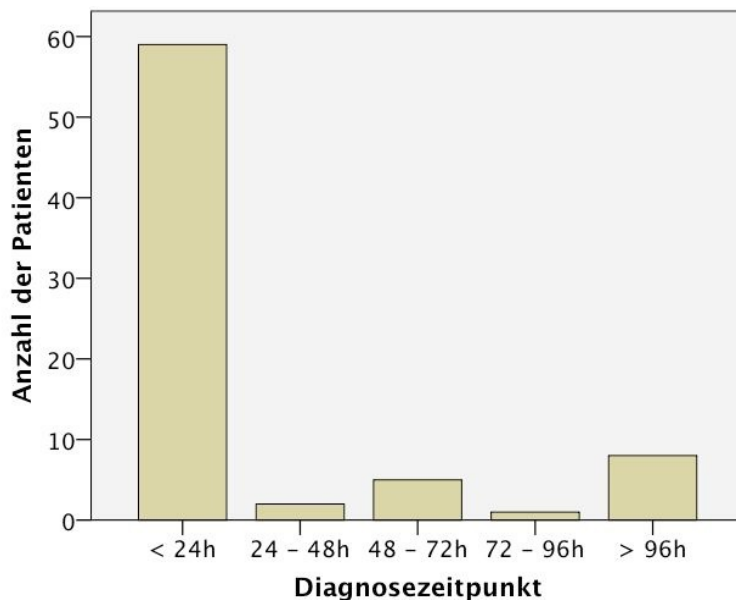


Abb. 19: Korrekte Diagnosezeitpunkte nach Trauma.

Von insgesamt 75 Chopart-Luxationsfrakturen wurden 2 Verletzungen rein konservativ behandelt (2,7%). Diese beiden Verletzungen wurden aufgrund nicht dislozierter Frakturen und guten Weichteilverhältnissen komplett im Gips therapiert. Bei den restlichen 73 Verletzungen wurde operativ vorgegangen (97,3%). 1 Fraktur zeigte über sechs Monate so schlechte Weichteilverhältnisse, dass initial auf eine Operation verzichtet wurde und der Versuch der konservativen Therapie unternommen wurde. Dieser Patient erhielt im weiteren Verlauf eine Arthrodesese.

Für die Beschreibung des Operationszeitpunktes wurde der Moment der ersten Operation erfasst, unabhängig davon, ob eine definitive Versorgung durchgeführt wurde oder es sich um eine temporäre Transfixation handelte. Mit einbezogen wurden auch hier die Fälle der verspäteten Arthrodesen, was den Mittelwert allerdings verzerrte. So wurde im Mittel nach 14,2 Tagen operiert, der Median lag dagegen bei 7 Tagen. (SD, 32,2 Tage; Spanne, 0 - 210 Tage). Zu den Operationszeitpunkten siehe auch Abb. 20 auf S. 41. Von den 5 Patienten, welche erst nach mehr als 4 Wochen versorgt wurden, übersah man in 3 Fällen die Verletzungen, in 2 Fällen überwogen die restlichen Verletzungen so stark, dass erst nach 6 Monaten die definitive Operation stattfinden konnte.

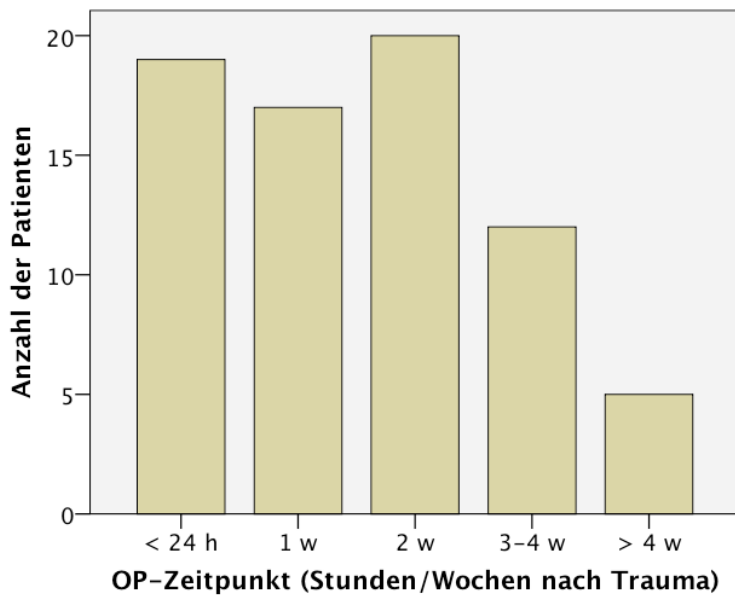


Abb. 20: Operationszeitpunkte nach Trauma.

7 Luxationsfrakturen (9,3%) wurden nur geschlossen reponiert und anschließend mit Kirschnerdrähten, einem Fixateur externe oder im Gips retiniert. Bei 14 Patienten (18,7%) wurde initial geschlossen reponiert, retiniert bzw. transfixiert und später im Rahmen der definitiven Versorgung offen reponiert. In 54 Fällen wurde nur offen reponiert (72,0%).

In 79,5% der Fälle wurde die Chopart-Luxationsfraktur bei der ersten Operation definitiv versorgt (n = 58). Bei den restlichen 20,5% (n = 15) wurden mehrere Operationen durchgeführt.

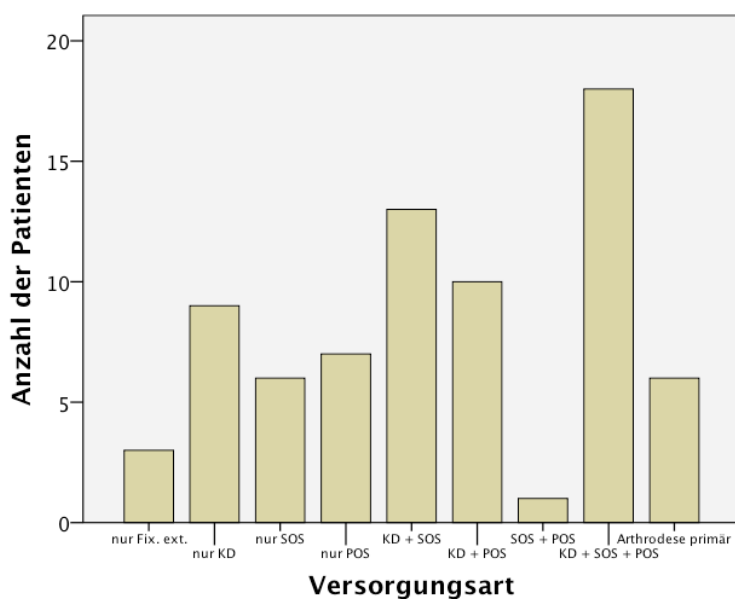


Abb. 21: Versorgungsarten der Chopart-Luxationsfrakturen. KD = Kirschnerdrähte, SOS = Schraubenosteosynthese, POS = Plattenosteosynthese, Fix. ext. = Fixateur externe.

Bei 7 Patienten wurde eine primäre Arthrodesese durchgeführt. Davon wurde 1 Tripel-Arthrodesese (Subtalar-Gelenk + Talonavicular-Gelenk + Calcaneocuboid-Gelenk), 2 isolierte Talonavicular-Arthrodesesen, 1 isolierte calcaneocuboidale Arthrodesese und 3 Chopart-Arthrodesesen (talonaviculare und calcaneocuboidale Fusion) durchgeführt.

7 Patienten wurden in der Folgezeit mit einer sekundären Arthrodesese versorgt. Diese Versorgung erfolgte im Mittel 3,5 Jahre (Median, 1 Jahr) nach der initialen Osteosynthese. In 45,8% der Fälle (n = 33) wurde eine Spongiosaplastik aus autologer Spongiosa (Beckenkamm oder distale Tibia) verwendet.

3.4. Komplikationen

6 Patienten (8,0%) erlitten einen oberflächlichen Infekt bzw. eine Wundheilungsstörung. Dabei lag in 5 Fällen eine geschlossene Fraktur vor und nur in 1 Fall eine offene Fraktur. 1 Patient mit einem oberflächlichen Infekt wurde konservativ behandelt, alle anderen operativ. Ebenfalls 6 Patienten erlitten einen tiefen Infekt, woraufhin eine oder mehrere Revisionsoperationen erfolgten. Hiervon waren 4 Frakturen (66,7%) initial offen und 2 Frakturen (33,3%) initial geschlossen.

In der Gruppe der unter 20-Jährigen war kein Infekt zu sehen, in der Gruppe der 21 - 30-Jährigen lag jeweils 1 oberflächlicher und 1 tiefer Infekt vor. In der Gruppe der 31 - 40-Jährigen erlitten 2 Patienten einen tiefen Infekt. Die höchste Infektionsrate zeigte die Gruppe der 41 - 50-Jährigen. Hier traten 4 oberflächliche und 1 tiefer Infekt auf. In der Gruppe der über 50-Jährigen kam es zu 1 oberflächlichem und zu 2 tiefen Infekten. Betrachtet man den Zusammenhang zwischen OP-Zeitpunkt und oberflächlicher Infektion, wird deutlich, dass in 40% der OP-Zeitpunkt unter 24 Stunden lag (n = 2), in 40% innerhalb von zwei Wochen (n = 2) und in 20% innerhalb von vier Wochen (n = 1). Lag ein tiefer Infekt vor, so trat dieser in 50% der Fälle nach einer Operation innerhalb von 24 Stunden auf (n = 3), in 33,3% der Fälle bei einer Operation innerhalb einer Woche (n = 2) und in 16,7% der Fälle bei einer Operation nach 4 Wochen (n = 1).

8 Patienten litten zum Unfallzeitpunkt an einem Diabetes mellitus Typ I oder II. Davon kam es bei jeweils 1 Patienten zu einer oberflächlichen und tiefen Infektion im Wundgebiet.

Bei 5 Patienten (7,2%) trat in der Folgezeit eine avaskuläre Nekrose des Os naviculare auf. Bei 3 Patienten davon kam es zum Kollaps der medialen Fußsäule mit der Notwendigkeit der operativen Aufrichtung. 2 Patienten zeigten radiologisch eine partielle Nekrose des Os naviculare ohne Interventionsnotwendigkeit. 1 Nekrose trat in der Altersgruppe der 21 - 30-Jährigen auf, 3 Nekrosen in der Gruppe der 31 - 40-Jährigen und 1 Nekrose in der Gruppe der 41 - 50-Jährigen.

3.5. Radiologische Parameter

Von 70 analysierten Röntgenbildern zeigten lediglich 5 Patienten überhaupt keine Arthrosezeichen im Talonavicular - , Calcaneocuboid - und Nachbargelenken (7,2%). Ein leichter Arthroseggrad im Chopart-Gelenk (Grad I und II) war bei 23 Patienten (33,3%) auszumachen. Arthroseggrade III und IV (schwere Arthrose) nur im Chopart-Gelenk waren bei 17,4% (n = 12) der Patienten zu sehen. 30 Patienten (42,0%) zeigten sowohl eine Arthrose im Chopart-Gelenk als auch eine Arthrose in einem oder mehreren Nachbargelenken.

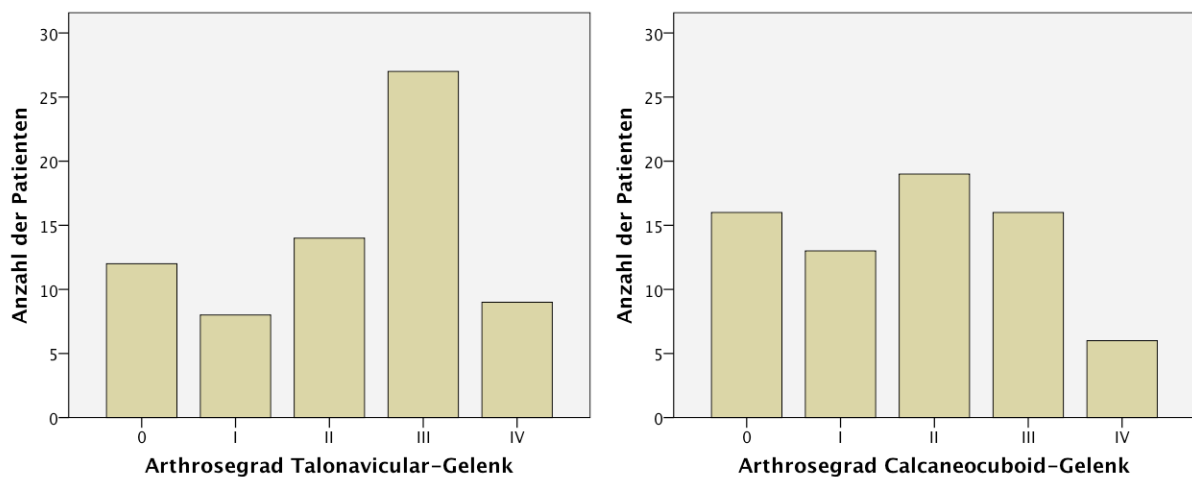


Abb. 22: Arthroseggraden einzeln für das Talonavicular- und Calcaneocuboid-Gelenk.

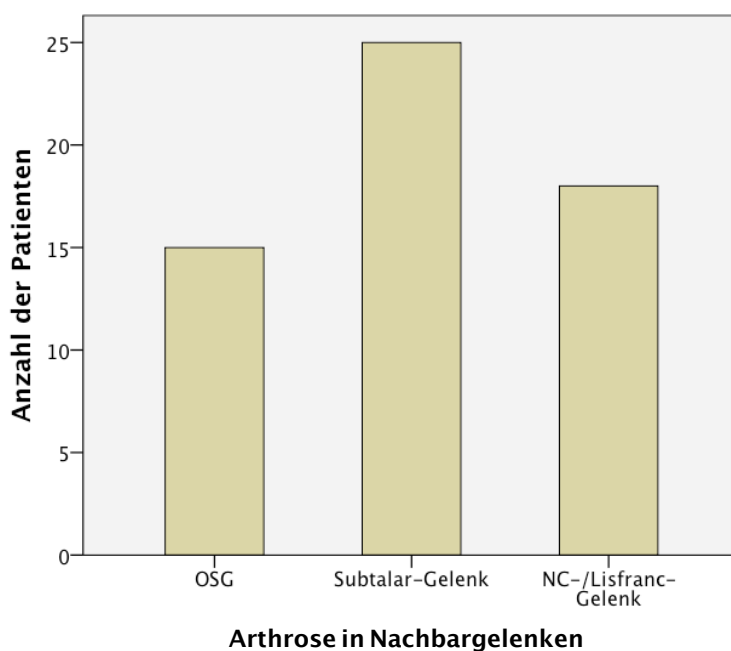


Abb. 23: Arthrosen in benachbarten Gelenken des Chopart-Gelenkes. NC = naviculocuneiformes Gelenk.

In den Röntgenaufnahmen wurde weiterhin die Abweichung der talometatarsalen Achse in der seitlichen und der dorsoplantaren Aufnahme gemessen. Die Vorfußadduktion lag im Mittel bei $4,1^\circ$ und reichte dabei bis maximal 22° nach medial. Die Werte der Vorfußabduktion lagen im Mittel bei $6,3^\circ$, das Maximum lag bei 22° nach lateral.

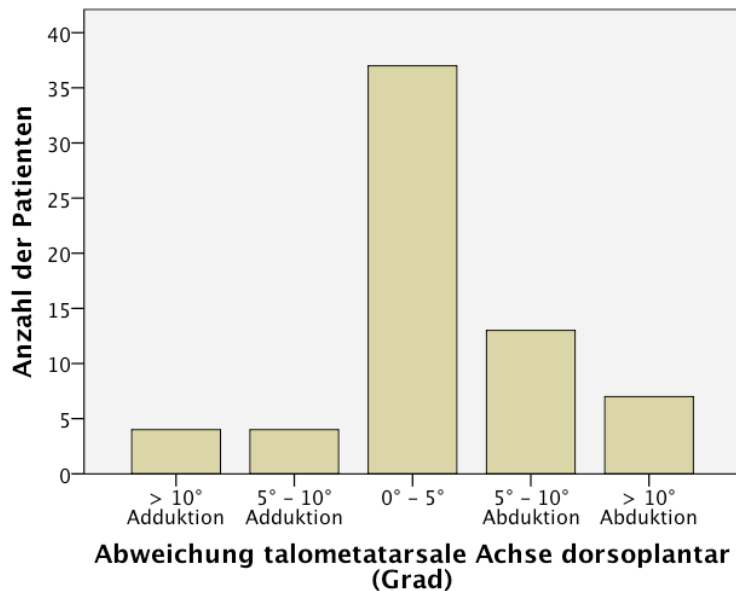


Abb. 24: Abweichungen der talometatarsalen Achse in der dorsoplantaren Röntgenaufnahme unter Belastung.

Das Fußlängsgewölbe zeigte in den seitlichen Bildern eine mittlere Abweichung um $4,3^\circ$ nach dorsal (Hohlfuß; Maximum $14,5^\circ$) und im Mittel um $4,8^\circ$ nach plantar (Plattfuß; Maximum $27,1^\circ$).

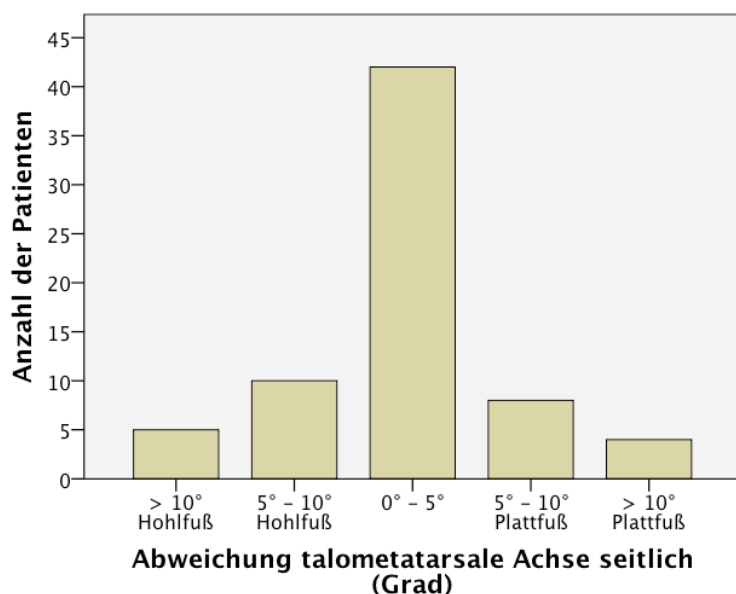


Abb. 25: Abweichungen der talometatarsalen Achse in der seitlichen Röntgenaufnahme unter Belastung.

Nach erfolgter Operation wurde der betroffene Fuß für durchschnittlich 7,2 Wochen teilbelastet (Spanne, 0 bis 32 Wochen). Nach durchschnittlich 22,9 Wochen konnten die untersuchten Patienten den Fuß wieder vollbelasten (Spanne, 6 bis 100 Wochen).

3.6. Ergebnisse aus den Scores und der funktionellen Nachuntersuchung

3.6.1 Ergebnisse aus dem AOFAS Ankle-Hindfoot Score, Fuß-Funktions-Index (FFI-D), SF-36 und der funktionellen Nachuntersuchung

Mit dem AOFAS-Score erreichten die Patienten einen durchschnittlichen Wert von 71,5 Punkten (SD, 23,9; schlechtester Wert, 8 Punkte; bester Wert, 100 Punkte). Der mittlere Wert mit dem FFI-D lag bei 26,9 Punkten (SD, 23,3; bester Wert, 0; schlechtester Wert, 75,9). Die körperliche Summenskala des SF-36 (KSK) zeigte einen Mittelwert von 43,4 (SD, 11,9), die psychische Summenskala des SF-36 (PSK) 51,2 (SD, 8,9) (siehe S. 55, Tabelle 1).

Es gab in keinem der Scores signifikante Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Patienten (AOFAS, $p=0,408$; FFI-D, $p=0,664$; KSK, $p=0,678$; PSK, $p=0,776$).

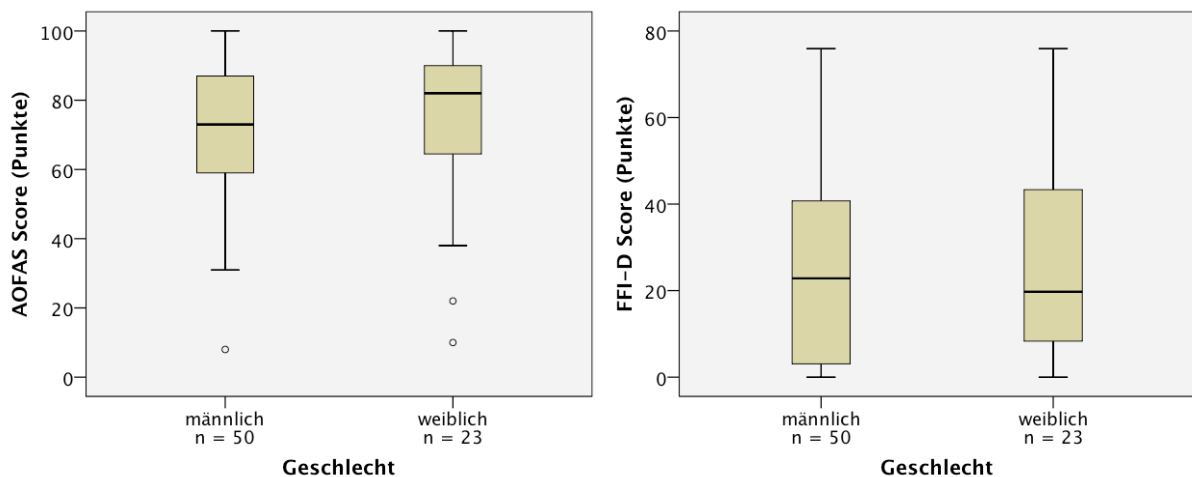


Abb. 26: AOFAS-Score- und FFI-D-Ergebnisse in Abhängigkeit vom Geschlecht. AOFAS-Score: 0 = schlechtester Wert, 100 = bester Wert; FFI-D: 0 = bester Wert, 100 = schlechtester Wert (FFI-D: y-Achse aus Übersichtlichkeitsgründen bis maximal 80 Punkte).

Patienten unter 35 Jahren zeigten in allen Scores leicht bessere Ergebnisse an als Patienten, welche älter als 35 Jahre waren, erzielten dabei aber keine signifikanten Unterschiede (AOFAS, $p=0,359$; FFI-D, $p=0,092$; SF-36 KSK, $p=0,135$; SF-36 PSK, $p=0,150$) (siehe S. 55, Tab. 1). Eine Power-Analyse (Bootstrapping für einen Kruskal-Wallis-Test mit einer festgelegten Power von 80% und einem Signifikanzniveau von 5%) ergab, dass bei gleicher Datenverteilung signifikant niedrigere FFI-D-Werte erreicht worden wären, wenn 146

oder mehr Patienten in der Gruppe über 35 Jahre und insgesamt mindestens 266 Patienten nachuntersucht worden wären.

In der detaillierten Aufschlüsselung der Altersgruppen wurden im AOFAS-Score, der SF-36 KSK und SF-36 PSK keine signifikanten Unterschiede festgestellt (AOFAS $p=0,071$; SF-36 KSK, $p=0,111$; SF-36 PSK, $p=0,105$). Für den FFI-D wurde ein signifikanter Unterschied im Kruskal-Wallis-Test gemessen ($p=0,037$), in der post-hoc-Analyse konnte aber nicht mit hinreichender Sicherheit angegeben werden, zwischen welchen Gruppen dieser Unterschied genau bestand ($p>0,05$ in allen Einzelgruppenvergleichen).

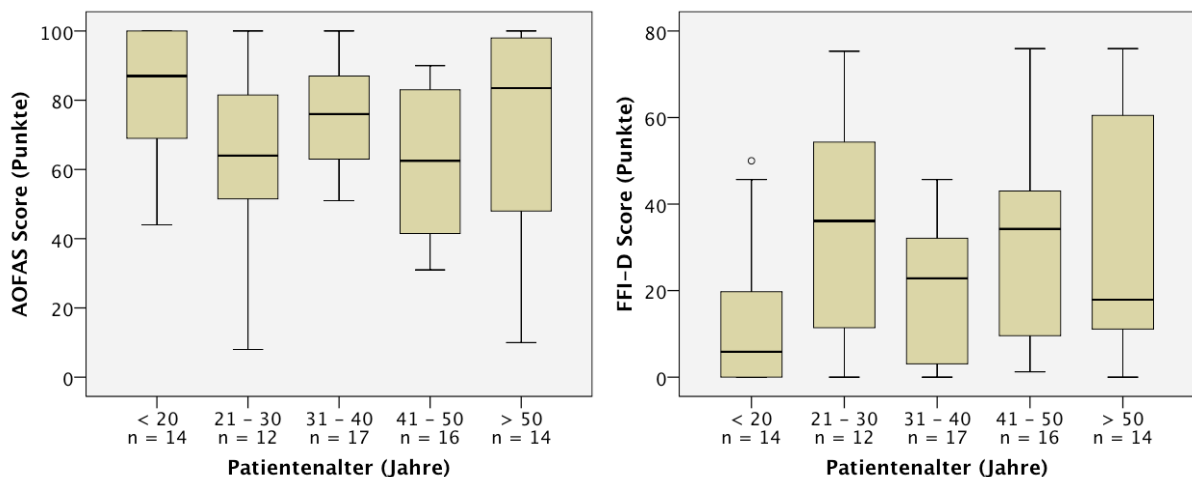


Abb. 27: Altersgruppen und dazugehörige AOFAS-Score- und FFI-D-Werte.

Patienten, welche einen Arbeitsunfall erlitten, hatten in allen Scores ein signifikant schlechteres Ergebnis als Patienten, welche einen Freizeitunfall hatten (AOFAS, $p=0,026$; FFI-D, $p=0,010$, SF-36 KSK, $p=0,044$; SF-36 PSK, $p=0,022$; siehe S. 47, Abb. 28 und S. 55, Tab. 1). Dagegen zeigten Patienten mit einem Arbeitsunfall keine signifikanten Unterschiede in der Auswertung der resultierenden Bewegungsumfänge der verschiedenen Gelenke (siehe S. 58, Tab. 2).

Trennte man die Verletzengruppen nach Unfallursachen, so zeigten Patienten, welche einen Verkehrsunfall erlitten hatten, jeweils marginal schlechtere Ergebnisse in den Scores an als Patienten, welche eine andere Unfallursache aufwiesen (AOFAS, $p=0,828$; FFI-D, $p=0,618$; SF-36 KSK, $p=0,359$; SF-36 PSK, $p=0,874$) (siehe S. 55, Tab. 1).

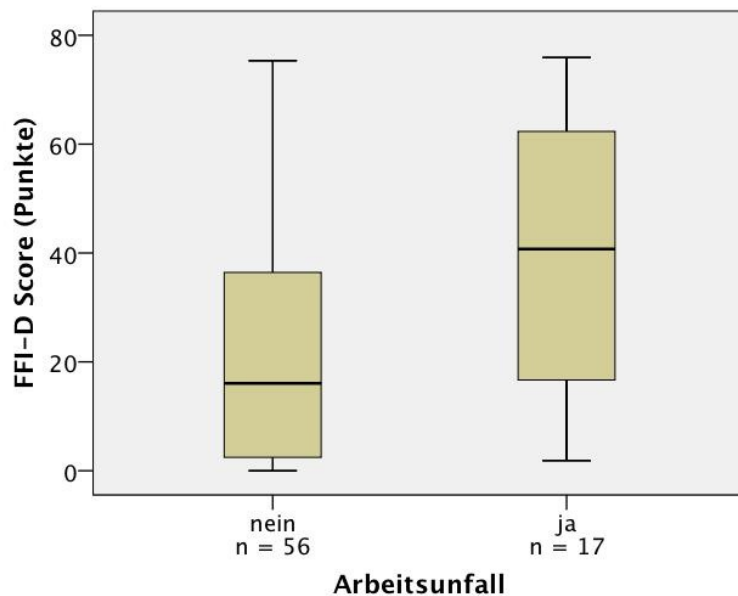


Abb. 28: Erreichter FFI-D-Score in Abhängigkeit des Vorliegens eines Arbeitsunfalls ($p=0,010$).

Hatten die Patienten zusätzliche Verletzungen, zeigte das signifikante Unterschiede im AOFAS-Score ($p=0,019$), FFI-D ($p=0,001$) und der SF-36 KSK ($p=0,022$). In der SF-36 PSK wurden keine signifikanten Unterschiede gesehen ($p=0,139$). Bei Testungen der Subgruppen untereinander ergaben sich für den Vergleich isolierte Chopart-Verletzung vs. Chopart-Verletzung mit ipsilateraler Fußverletzung jeweils keine signifikanten Unterschiede (AOFAS, FFI-D, SF-36 KSK, jeweils $p=1,000$). Dagegen wurden Signifikanzen beim Vergleich isolierte Chopart-Verletzung vs. Polytrauma ersichtlich (AOFAS, $p=0,015$; FFI-D, $p=0,001$; SF-36 KSK, $p=0,019$). Im FFI-D wurde auch bei Testung Chopart-Verletzung mit ipsilateraler Fußverletzung vs. Polytrauma eine Signifikanz gemessen ($p=0,041$) (siehe S. 55, Tab. 1).

In der Untersuchung des resultierenden Bewegungsumfanges wurde ein signifikanter Unterschied für das OSG deutlich ($p=0,007$). Im Subgruppenvergleich zeigten auch hier Patienten mit isolierter Chopart-Verletzung signifikante Unterschiede im Vergleich zu Patienten mit einem Polytrauma ($p=0,008$). Unterschiede in der Gesamtbewegung im USG und zwischen Vor- und Rückfuß verfehlten das Signifikanzniveau knapp (ges. USG, $p=0,050$; Vor-/Rückfuß, $p=0,085$).

Patienten, welche eine zusätzliche Verletzung im Lisfranc-Gelenk erlitten, zeigten in allen vier Scores annähernd die gleiche Punktzahl wie Patienten mit isolierter Chopart-Luxationsfraktur (AOFAS, $p=0,528$; FFI-D, $p=0,905$; SF-36 KSK, $p=0,834$; SF-36 PSK, $p=0,566$) (siehe auch S. 48, Abb. 29).

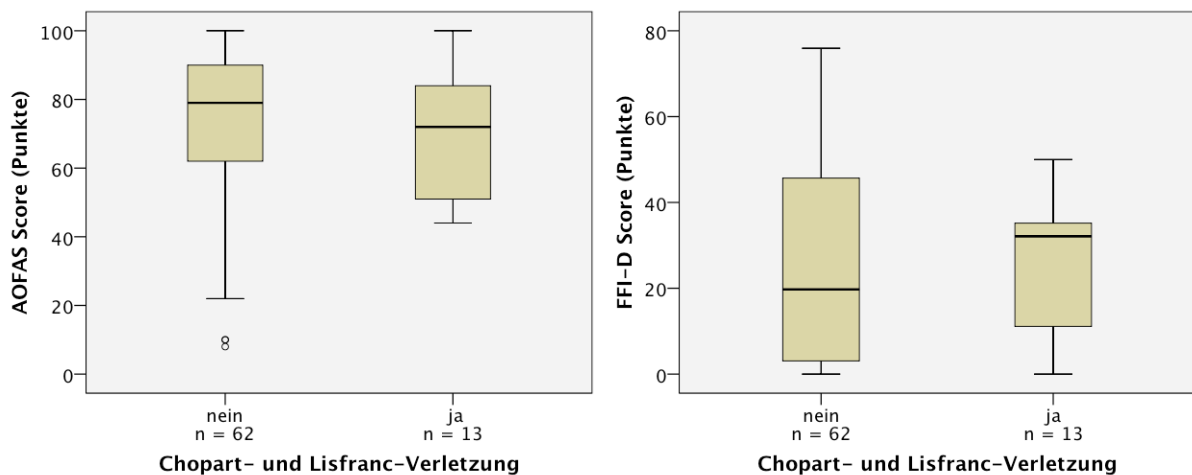


Abb. 29: Vergleich der Ergebnisse aus dem AOFAS-Score und FFI-D zwischen isolierter Verletzung im Chopart-Gelenk und zusätzlicher Lisfranc-Verletzung.

Verglich man die Gruppen hinsichtlich der Verletzungsschwere im Chopart-Gelenk und teilte diese in einfach (ein Knochen frakturiert, Typ 2 - 5) und kombiniert verletzte Chopart-Luxationsfrakturen (mehr als ein am Gelenk beteiligter Knochen frakturiert, Typ 6), war zu erkennen, dass Patienten mit kombinierten Verletzungen schlechtere Werte in allen Scores zeigten. Dieser Unterschied war für den AOFAS-Score signifikant ($p=0,022$), in den anderen Scores fanden sich keine signifikanten Unterschiede (FFI-D, $p=0,099$; SF-36 KSK, $p=0,253$; SF-36 PSK, $p=0,066$). In Hinblick auf die Verletzungsschwere des Chopart-Gelenkes zeigten die verbliebenen Bewegungsausmaße der Gelenke größere Unterschiede an. Dabei erzielten Patienten mit einer einfachen Verletzung deutlich bessere Ergebnisse als Patienten mit einer kombinierten Verletzung. Diese Unterschiede waren für alle untersuchten Gelenke signifikant (OSG, $p=0,041$; ges. USG, $p=0,001$; Vor-/Rückfuß, $p<0,001$) (siehe S. 55, Tab. 1 und S. 58, Tab. 2).

In Abbildung 30 auf S. 49 sind die verschiedenen Subtypen nach der Zwipp-Klassifikation mit Ergebnissen im AOFAS- und FFI-D-Score dargestellt. Dabei wurden für beide Scores signifikante Unterschiede festgestellt (AOFAS, $p=0,029$; FFI-D, $p=0,047$). Allerdings konnte aufgrund teilweise geringer Fallzahlen pro Subgruppe keine definitive Aussage getroffen werden, zwischen welchen Gruppen tatsächlich ein signifikanter Unterscheid vorlag. Jedoch verfehlte der Vergleich transcuboidal vs. transligamentär das Signifikanzniveau nur knapp (AOFAS, $p=0,051$; FFI-D, $p=0,091$).

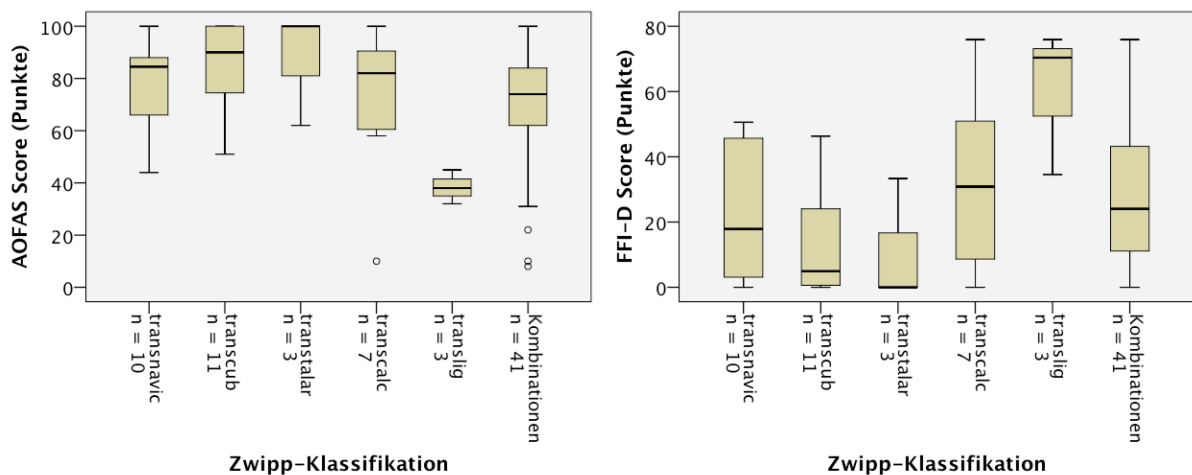


Abb. 30: Ergebnisse der einzelnen Subtypen nach der Zwipp-Klassifikation.

Betrachtete man die Verletzungsschwere des betroffenen Fußes unter dem Aspekt des Vorliegens einer transligamentären Luxation, einer einfachen, zweifachen, dreifachen oder vierfachen Verletzung im Chopart-Gelenk, wurde deutlich, dass sich mit steigender Zahl der frakturierten Knochen auch der Score-Wert verschlechterte. Am schlechtesten schnitten die rein ligamentären Verletzungen ab. Es wurden signifikante Unterschiede im AOFAS-Score ($p=0,012$) und dem FFI-D ($p=0,046$) deutlich. Beim post-hoc-Vergleich untereinander konnte aufgrund geringer Fallzahlen und niedrigerer Teststärke nicht mit ausreichender Sicherheit angegeben werden, zwischen welchen Gruppen dieser Unterschied genau vorlag (siehe S. 56, Tab. 1).

Voneinander abweichende Ergebnisse waren auch in den gebliebenen Bewegungsumfängen der Gelenke festzustellen. Je mehr Knochen des Chopart-Gelenkes betroffen waren, desto schlechter war das funktionelle Ergebnis. Patienten mit einer vierfachen Luxationsfraktur zeigten in der Bewegung zwischen Vor- und Rückfuß einen geringeren Bewegungsumfang als Patienten mit einer transligamentären Verletzung. Der Unterschied in der Beweglichkeit im gesamten USG und zwischen Vor- und Rückfuß war bei Testung einfach verletzt vs. zweifach verletzt signifikant (ges. USG, $p=0,025$; Vor-/Rückfuß, $p=0,003$), für das OSG lagen keine signifikanten Unterschiede vor ($p=0,075$) (siehe S. 58, Tab. 2).

Patienten mit offenen Frakturen hatten signifikant schlechtere Werte im AOFAS-Score ($p<0,001$), dem FFI-D ($p=0,010$) und der SF-36 KSK ($p=0,003$). Die SF-36 PSK unterschied sich in beiden Gruppen kaum voneinander ($p=0,714$) (siehe S. 55, Tab. 1 und S. 50, Abb. 31). Deutliche und signifikante Unterschiede lieferten auch die resultierenden Beweglichkeiten des oberen und unteren Sprunggelenkes sowie zwischen Vor- und Rückfuß. (OSG, $p<0,001$; ges. USG, $p=0,003$; Vor-/Rückfuß, $p=0,008$) (siehe S. 58, Tab. 2).

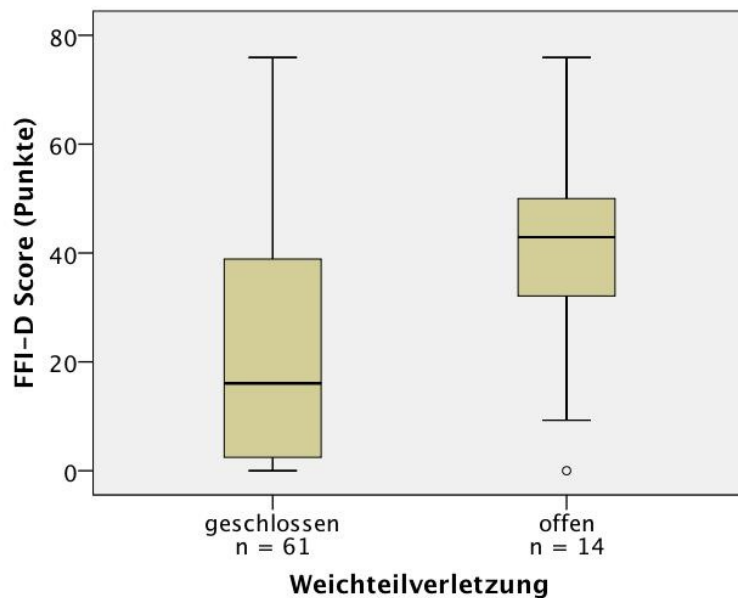


Abb. 31: Ergebnisse aus dem FFI-D-Score bei Patienten mit offenen und geschlossenen Verletzungen ($p=0,010$).

Die beiden Patienten, welche aufgrund stabiler und nicht dislozierter Frakturen konservativ behandelt wurden, zeigten in den Punktzahlen der Scores gute Ergebnisse und unterschieden sich nicht signifikant von den operierten Patienten (AOFAS, $p=0,586$; FFI-D, $p=0,730$; SF-36 KSK, $p=0,895$; SF-36 PSK, $p=0,645$) (siehe S. 56, Tab. 1). Die beiden genannten Patienten hatten in allen drei Gelenken nicht signifikant mehr verbliebene Bewegungsausmaße (OSG, $p=0,917$; ges. USG, $p=0,233$; Vor-/Rückfuß, $p=0,057$) (siehe S. 59, Tab. 2).

Abb. 32 auf S. 51 zeigt die AOFAS- und FFI-D-Ergebnisse der Patienten mit unterschiedlichen Operationszeitpunkten. Dabei wurde im AOFAS-Score beim Paarvergleich Operationszeitpunkt < 24 Stunden vs. 3 - 4 Wochen ein signifikanter Unterschied gesehen ($p=0,036$), in den restlichen Scores wurden keine signifikanten Unterschiede gesehen (FFI-D, $p=0,401$; SF-36 KSK, $p=0,480$; SF-36 PSK, $p=0,211$).

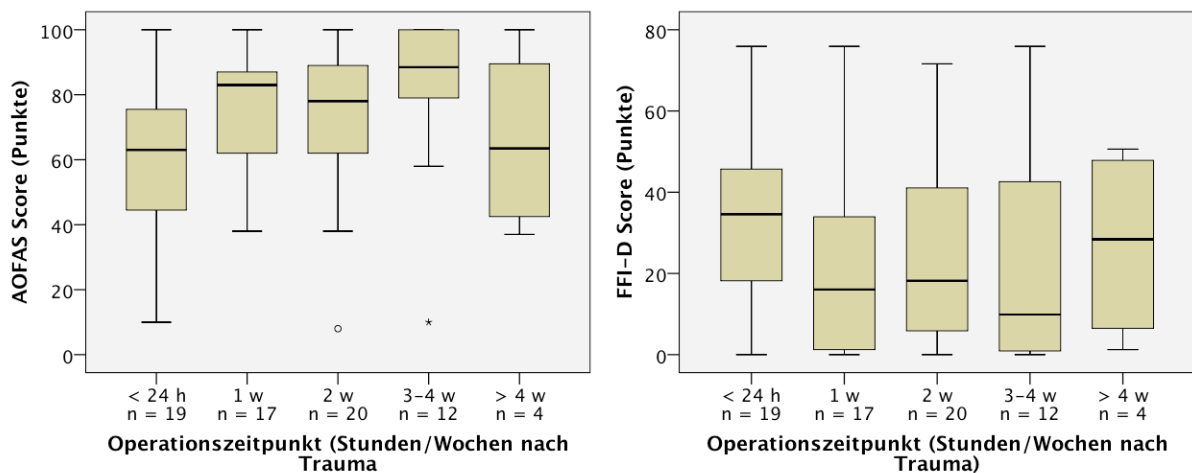


Abb. 32: AOFAS-Score- und FFI-D-Ergebnisse der Patienten mit unterschiedlichen Operationszeitpunkten.

Das Ergebnis der Patienten, welche einzeitig operativ versorgt wurden, war in den Scores besser als bei Patienten mit zwei- oder mehrzeitigen Operationen. Im AOFAS-Score lag ein signifikanter Unterschied vor ($p=0,024$). Im FFI-D, der SF-36 KSK und PSK lagen keine Signifikanzen vor (FFI-D, $p=0,147$; SF-36 KSK, $p=0,224$; SF-36 PSK, $p=0,935$) (siehe S. 56, Tab. 1). Einzeitig operierte Patienten hatten erheblich mehr resultierende Bewegungsausmaße als zwei- oder mehrzeitig operierte Patienten. Diese Unterschiede waren statistisch signifikant (OSG, $p=0,003$; ges. USG, $p=0,030$; Vor-/Rückfuß, $p=0,010$) (siehe S. 59, Tab. 2).

Bei der Art und Weise der Reposition der Luxationsfraktur erreichten Patienten mit offen reponierten Verletzungen bessere Ergebnisse in den verwendeten Scores als Patienten, bei denen nur geschlossen reponiert wurde. Bei initial geschlossener Reposition und Retention und nachfolgender offener Reposition mit definitiver Versorgung waren die Werte aller Scores am niedrigsten. Zu den einzelnen Werten siehe S. 57, Tab. 1. Die Unterschiede waren für keine der Scores signifikant (AOFAS, $p=0,405$; FFI-D, $p=0,182$; SF-36 KSK, $p=0,877$; SF-36 PSK, $p=0,659$). Die Analyse der verbliebenen Bewegungsumfänge zeigte ebenso keine signifikanten Unterschiede (OSG, $p=0,342$; ges. USG, $p=0,633$; Vor-/Rückfuß, $p=0,370$).

Im AOFAS-Score und im FFI-D erreichten Patienten mit einer primären Arthrodesis signifikant schlechtere Werte (AOFAS, $p=0,002$; FFI-D, $p=0,027$), in der SF-36 KSK und PSK war der Unterschied nicht signifikant (SF-36 KSK, $p=0,063$; SF-36 PSK, $p=0,743$) (siehe S. 57, Tab. 1). Die resultierenden Beweglichkeiten in den Gelenken unterschieden sich für das OSG ($p=0,003$) und das gesamte USG ($p=0,017$) signifikant voneinander. Für die Bewegung zwischen Vor- und Rückfuß lag keine Signifikanz vor ($p=0,075$) (siehe S. 59, Tab. 2).

Patienten, welche im Mittel 3,5 Jahre nach der Primärversorgung mit einer sekundären Arthrodesis versorgt wurden, zeigten im AOFAS-Score ein signifikant schlechteres Ergebnis

als Patienten ohne Notwendigkeit einer sekundären Arthrodeese ($p=0,035$). Für die restlichen Scores waren keine signifikanten Unterschiede zu sehen (FFI-D, $p=0,166$; SF-36 KSK, $p=0,303$; SF-36 PSK, $p=0,295$) (siehe S. 57, Tab. 1). In den geprüften Bewegungsumfängen wurde für jedes der getesteten Fußgelenke ein signifikanter Unterschied gemessen (OSG, $p=0,004$; ges. USG, $p=0,005$; Vor-/Rückfuß, $p=0,002$) (siehe S. 59, Tab. 2).

Trat eine tiefe Infektion oder eine oberflächliche Wundheilungsstörung des verletzten Fußes nach Versorgung auf, zeigten die Ergebnisse im AOFAS-Score signifikant schlechtere Werte als bei Patienten, welche keinen tiefen Infekt oder Wundheilungsstörung erlitten ($p=0,015$). Das Signifikanzniveau wurde im FFI-D knapp verfehlt ($p=0,052$). In der SF-36 KSK und PSK wurden keine signifikanten Unterschiede gesehen (SF-36 KSK, $p=0,106$; SF-36 PSK, $p=0,771$). Dabei war es allerdings unerheblich, ob die Infektion nur oberflächlich im Sinne einer Wundheilungsstörung auftrat oder ob eine tiefe Infektion vorlag, da die Werte dieser beiden Gruppen kaum voneinander abwichen. Aufgrund niedriger Fallzahlen in den Infektionsgruppen konnte allerdings nicht mit hinreichender Sicherheit angegeben werden, zwischen welchen Gruppen dieser signifikante Unterschied genau bestand (siehe S. 57, Tab. 1).

Patienten mit Infektion, unabhängig ob oberflächlich oder tief, zeigten erheblich verminderte Gelenkbewegungen. Diese waren für das Bewegungsausmaß zwischen Vor- und Rückfuß signifikant ($p=0,003$). Im OSG und gesamten USG fanden sich keine Signifikanzen (OSG, $p=0,302$; ges. USG, $p=0,120$). Siehe dazu auch S. 59, Tab. 2.

Patienten, welche eine avaskuläre Nekrose des Os naviculare erlitten, zeigten im AOFAS-Score, dem FFI-D und der SF-36 KSK und PSK keine signifikanten Unterschiede. 3 Patienten mit Nekrose und nachfolgender operativer Aufrichtung der medialen Fußsäule zeigten leicht niedrigere Score-Werte als Patienten mit Nekrose ohne nachfolgende Aufrichtung, aber keine signifikanten Unterschiede (AOFAS, $p=0,899$; FFI-D, $p=0,831$; SF-36 KSK, $p=0,881$; SF-36 PSK, $p=0,288$).

Bei Patienten mit einer Nekrose des Os naviculare konnten geringere Bewegungsausmaße im OSG, dem gesamten USG und zwischen Vor- und Rückfuß nachgewiesen werden (OSG, $p=0,396$; ges. USG, $p=0,873$; Vor-/Rückfuß, $p=0,305$).

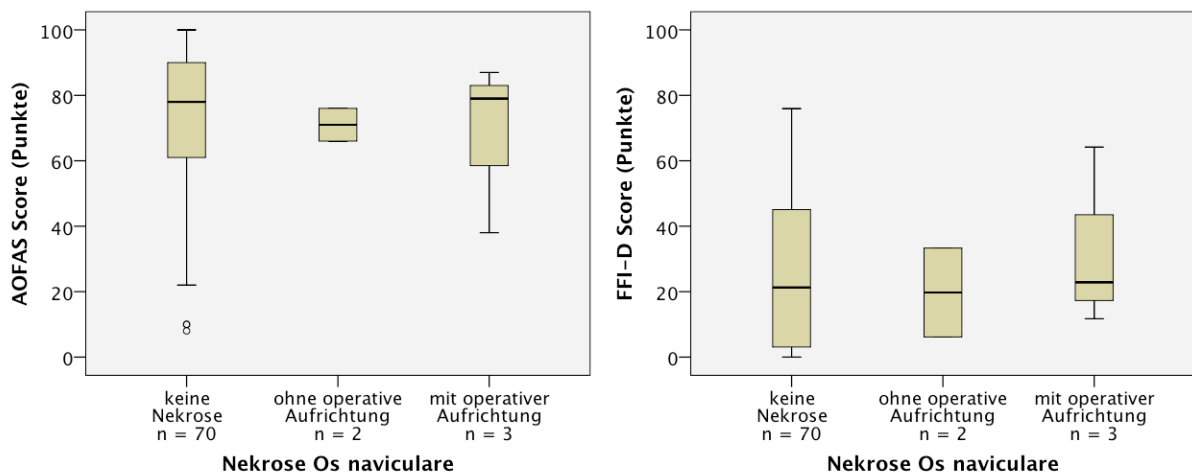


Abb. 33: Ergebnisse des AOFAS-Scores und des FFI-D bei Patienten mit avaskulärer Nekrose des Os naviculare mit und ohne nachfolgender operativer Aufrichtung der medialen Fußsäule im Vergleich.

Patienten mit manifestem Diabetes mellitus hatten im AOFAS-Score, dem FFI-D und der SF-36 PSK jeweils nicht signifikant schlechtere Werte (AOFAS, $p=0,089$; FFI-D, $p=0,071$; SF-36 PSK, $p=0,944$). Für die SF-36 KSK waren die Unterschiede signifikant ($p=0,034$). Siehe dazu S. 57, Tab. 1.

Von 73 untersuchten Patienten vergaben 33 Patienten (45,2%) in der Selbstbewertung ihres Behandlungsergebnis die Schulnote 1 („sehr gut“), 31 Patienten (42,5%) die Schulnote 2 („gut“) und 9 Patienten (12,3%) die Schulnote 3 („befriedigend“). Kein Patient vergab die Schulnoten 4 („ausreichend“) oder 5 („mangelhaft“). Abb. 34 auf S. 54 verdeutlicht diese Ergebnisse.

Es ließen sich Zusammenhänge zwischen den verwendeten Scores nachweisen. Zwischen dem AOFAS Ankle-Hindfoot Score und dem FFI-D betrug der Korrelationskoeffizient $-0,83$. Der Korrelationskoeffizient zwischen dem AOFAS-Score und der SF-36 KSK lag bei $0,80$, zwischen dem FFI-D und der SF-36 KSK war der Korrelationskoeffizient $-0,84$. Die SF-36 PSK zeigte zu allen drei anderen Scores eine geringe Korrelation an. So war der Korrelationskoeffizient zum AOFAS-Score lediglich $0,20$, zum FFI-D $-0,26$ und zur SF-36 KSK $0,18$. Die negativen Vorzeichen resultieren aus der inversen Betrachtung des FFI-D-Ergebnisses (0 = bester Wert; 100 = schlechtester Wert).

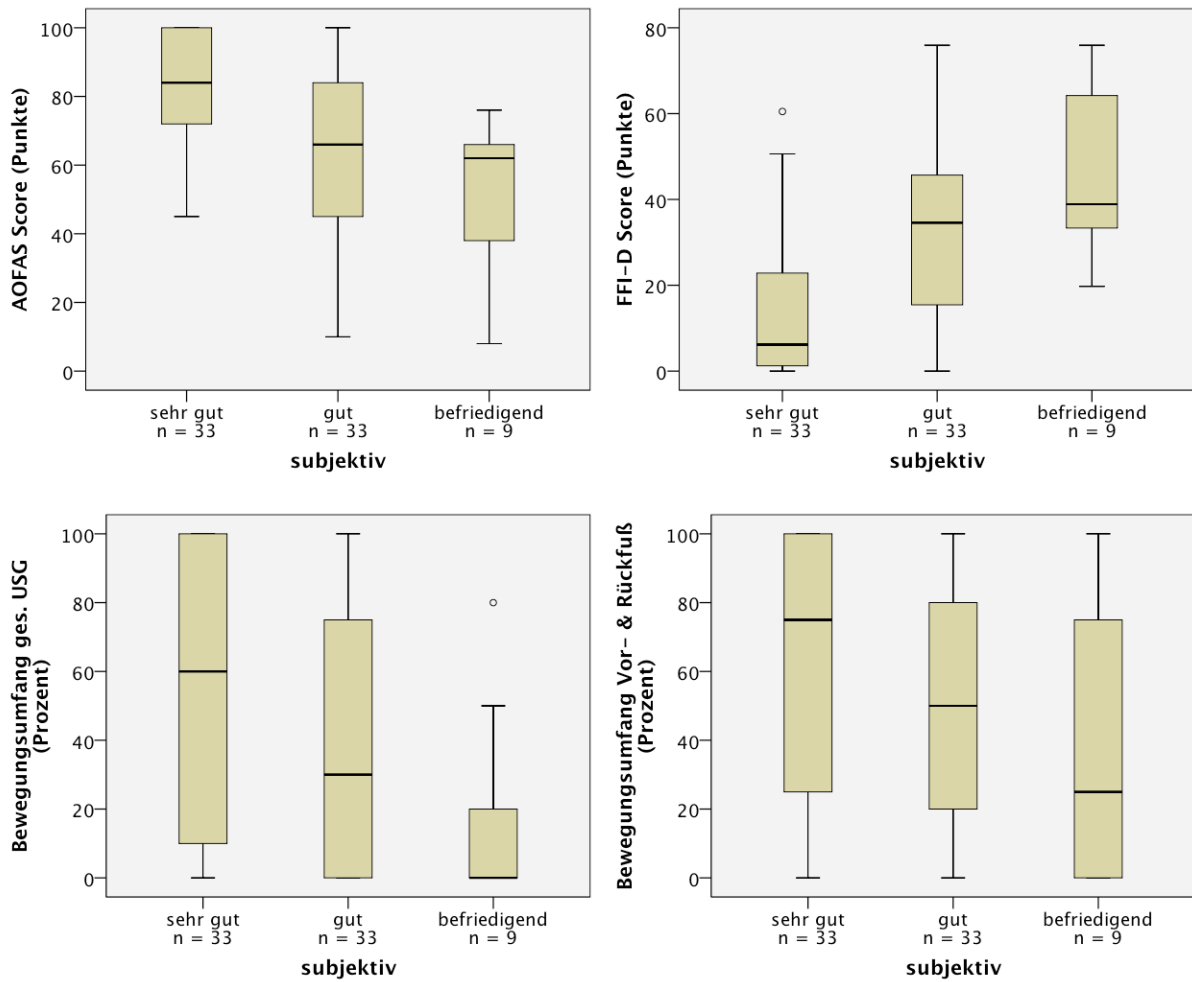


Abb. 34: Erreichte Punktzahlen im AOFAS-Score und dem FFI-D sowie resultierende Bewegungsumfänge im gesamten USG und zwischen Vor- und Rückfuß (im Vergleich zur Gegenseite) im Zusammenhang zur subjektiven Bewertung des Behandlungsergebnisses durch die Patienten.

Tabelle 1: Zusammenfassung des Einflusses verschiedener unabhängiger Variablen auf die verwendeten Scores (abhängige Variablen).

unabhängige Variable	abhängige Variable°			
	AOFAS Ankle-Hindfoot Score (0-100 Punkte)	FFI-D (0-100 Punkte, 0 am besten)	SF-36 KSK (im Vergleich zur dt. Norm)†	SF-36 PSK (im Vergleich zur dt. Norm)†
gesamt (n = 75 Frakturen)	71,5 ± 23,9	26,9 ± 23,3	43,5 ± 11,9 [50,3 ± 10,2]†	51,2 ± 8,9 [51,5 ± 8,1]†
Alter				
≤ 35 Jahre (n = 33)	74,6 ± 23,3	21,9 ± 23,9	45,9 ± 11,0	49,9 ± 8,3
> 35 Jahre (n = 40)	69,8 ± 22,7	29,2 ± 22,4	41,7 ± 12,0	52,4 ± 9,5
p-Wert*	0,359	0,092	0,135	0,150
Unfalltyp				
Arbeitsunfall (n = 17)	60,7 ± 24,4	38,9 ± 25,6	38,3 ± 14,1	46,8 ± 11,0
Freizeitunfall (n = 56)	75,4 ± 21,5	22,0 ± 20,5	45,2 ± 10,5	52,7 ± 7,9
p-Wert*	0,026	0,010	0,044	0,022
Unfallursache				
Verkehrsunfall (n = 39)	70,9 ± 24,9	26,9 ± 23,0	42,3 ± 11,8	50,9 ± 9,3
anderes (n = 34)	73,2 ± 20,7	24,8 ± 22,9	45,0 ± 11,5	51,7 ± 8,7
p-Wert*	0,838	0,618	0,359	0,674
Weichteile				
offen (n = 14)	49,6 ± 19,8	41,9 ± 22,3	34,0 ± 11,5	52,9 ± 9,9
geschlossen (n = 61)	76,5 ± 22,0	23,4 ± 22,3	45,6 ± 11,0	50,8 ± 8,7
p-Wert*	< 0,001	0,010	0,003	0,714
allgemeine Verletzungsschwere				
a. nur Chopart-Gelenk (n = 33)	78,2 ± 20,2	19,3 ± 22,0	46,4 ± 11,9	53,3 ± 9,1
b. Chopart & ipsilateraler Fuß (n = 20)	75,2 ± 17,5	23,4 ± 20,6	45,1 ± 9,6	49,2 ± 8,8
c. Polytrauma (n = 22)	58,1 ± 29,2	41,3 ± 21,7	37,6 ± 12,1	50,0 ± 8,5
p-Wert^	0,019	0,001	0,022	0,139
p-Wert (a vs. b) [†]	1,000	1,000	1,000	
p-Wert (a vs. c) [†]	0,015	0,001	0,019	
p-Wert (b vs. c) [†]	0,233	0,041	0,184	
Zwipp- Klassifikation				
einfach (Typ 2 - 5) (n = 31)	79,3 ± 22,1	21,2 ± 22,2	46,0 ± 10,0	53,3 ± 7,4
kombiniert (Typ 6) (n = 41)	68,0 ± 23,4	28,7 ± 22,3	42,7 ± 12,0	49,7 ± 8,9
p-Wert*	0,022	0,099	0,253	0,066

Tab. 1 (Fortsetzung): Zusammenfassung des Einflusses verschiedener unabhängiger Variablen auf die verwendeten Scores (abhängige Variablen).

unabhängige Variable	abhängige Variable°			
	AOFAS Ankle-Hindfoot Score (0-100 Punkte)	FFI-D (0-100 Punkte, 0 am besten)	SF-36 KSK (im Vergleich zur dt. Norm)†	SF-36 PSK (im Vergleich zur dt. Norm)†
Verletzungsschwere im Chopart-Gelenk				
a. transligamentär (n = 3)	38,3 ± 6,5	60,3 ± 22,4	25,0 ± 15,5	50,5 ± 20,8
b. einfach (n = 31)	79,3 ± 22,1	21,2 ± 22,2	46,0 ± 10,0	53,3 ± 7,4
c. zweifach (n = 35)	70,1 ± 22,3	26,7 ± 21,5	43,7 ± 11,7	50,4 ± 9,0
d. dreifach (n = 4)	60,5 ± 34,8	33,0 ± 28,9	42,7 ± 14,2	47,3 ± 4,6
e. vierfach (n = 2)	47,0 ± 12,7	54,8 ± 12,9	28,8 ± 10,9	41,3 ± 12,0
p-Wert^	0,012	0,046	0,094	0,176
p-Wert (a vs. b) [¶]	0,053	0,156		
p-Wert (a vs. c) [¶]	0,421	0,537		
p-Wert (b vs. c) [¶]	0,597	1,000		
p-Wert (b vs. e) [¶]	0,355	0,467		
Reposition				
a. offen (n = 54)	74,3 ± 21,2	23,7 ± 22,2	44,0 ± 11,6	51,6 ± 9,0
b. geschlossen (n = 7)	68,9 ± 25,5	30,2 ± 25,9	43,7 ± 10,8	51,7 ± 10,4
c. initial geschlossen, dann offen (n = 14)	61,9 ± 31,5	37,2 ± 24,8	41,1 ± 13,9	49,6 ± 8,5
p-Wert^	0,405	0,182	0,877	0,659
OP-Taktik				
einzeitig (n = 58)	74,6 ± 22,2	24,6 ± 22,3	44,4 ± 11,6	51,1 ± 9,1
mehrzeitig (n = 15)	58,1 ± 27,0	35,5 ± 26,5	39,5 ± 13,5	51,1 ± 8,9
p-Wert*	0,024	0,147	0,224	0,935
Therapie				
konservativ (n = 2)	82,0 ± 22,6	28,7 ± 24,9	44,4 ± 5,6	55,2 ± 6,1
operativ (n = 73)	71,2 ± 24,1	26,8 ± 23,4	43,4 ± 12,0	51,1 ± 9,0
p-Wert*	0,586	0,730	0,895	0,645

Tab. 1 (Fortsetzung): Zusammenfassung des Einflusses verschiedener unabhängiger Variablen auf die verwendeten Scores (abhängige Variablen).

unabhängige Variable	abhängige Variable [°]			
	AOFAS Ankle-Hindfoot Score (0-100 Punkte)	FFI-D (0-100 Punkte, 0 am besten)	SF-36 KSK (im Vergleich zur dt. Norm) [†]	SF-36 PSK (im Vergleich zur dt. Norm) [†]
primäre Arthrothese				
ja (n = 7)	41,0 ± 24,2	45,9 ± 22,8	35,5 ± 12,1	53,2 ± 6,5
nein (n = 68)	74,7 ± 21,8	24,9 ± 22,6	44,3 ± 11,7	51,0 ± 9,2
p-Wert*	0,002	0,027	0,063	0,743
sekundäre Arthrothese				
ja (n = 7)	53,3 ± 24,1	39,0 ± 23,3	39,5 ± 11,1	48,0 ± 11,1
nein (n = 68)	73,4 ± 23,3	25,6 ± 23,1	43,9 ± 12,0	51,6 ± 8,7
p-Wert*	0,035	0,166	0,303	0,295
Infekt				
a. nein (n = 63)	75,2 ± 21,8	23,8 ± 21,8	45,0 ± 10,9	51,3 ± 8,5
b. oberflächlich (n = 6)	50,3 ± 33,0	41,9 ± 27,3	35,9 ± 14,1	49,8 ± 8,8
c. tief (n = 6)	53,5 ± 19,3	44,3 ± 25,9	35,2 ± 16,0	51,5 ± 13,9
p-Wert [^]	0,015	0,052	0,106	0,771
p-Wert (a vs. b) [^]	0,124			
p-Wert (a vs c) [^]	0,074			
p-Wert (b vs.c) [^]	1,000			
Diabetes mellitus				
ja (n = 8)	55,6 ± 31,0	42,2 ± 29,3	33,9 ± 14,7	51,0 ± 13,8
nein (n = 65)	74,0 ± 21,2	23,9 ± 21,3	44,8 ± 10,8	51,3 ± 8,4
p-Wert*	0,089	0,071	0,034	0,944

[°]Werte angegeben als Mittelwert ± Standardabweichung (SD); *getestet mit Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben; [^]getestet mit Kruskal-Wallis-H-Test für K unabhängige Stichproben; [^]angepasste Signifikanzen (post-hoc-Analyse); [†]Daten aus der Deutschen Normstichprobe von 1994 (n = 2914) (Bullinger, 1995; Bullinger und Kirchberger, 1998)

Tab. 2: Zusammenfassung des Einflusses verschiedener unabhängiger Variablen auf den resultierenden Bewegungsumfang verschiedener Fußgelenke (abhängige Variablen).

unabhängige Variable	abhängige Variable°		
	ROM OSG (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)	ROM ges. USG (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)	ROM Vor-/Rückfuß (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)
gesamt (n = 75 Frakturen)	75,1 ± 31,1	41,7 ± 40,3	53,0 ± 38,4
Unfalltyp			
Arbeitsunfall (n = 17)	69,1 ± 34,9	40,6 ± 40,2	51,8 ± 34,6
Freizeitunfall (n = 56)	77,7 ± 29,0	41,8 ± 40,3	53,0 ± 39,8
p-Wert*	0,256	0,947	0,822
Weichteile			
offen (n = 14)	39,6 ± 33,1	11,4 ± 26,5	28,6 ± 34,4
geschlossen (n = 61)	83,3 ± 24,3	48,7 ± 39,9	58,6 ± 37,3
p-Wert*	< 0,001	0,003	0,008
allgemeine Verletzungsschwere			
a. nur Chopart-Gelenk (n = 33)	82,9 ± 26,2	50,5 ± 41,4	63,0 ± 39,2
b. Chopart & ipsilateraler Fuß (n = 20)	83,8 ± 23,3	45,0 ± 38,1	51,5 ± 36,0
c. Polytrauma (n = 22)	55,7 ± 36,2	25,7 ± 37,4	39,3 ± 36,5
p-Wert^	0,007	0,050	0,085
p-Wert (a vs. b) [†]	1,000		
p-Wert (a vs. c) [†]	0,008		
p-Wert (b vs. c) [†]	0,046		
Zwipp-Klassifikation			
einfach (Typ 2 - 5) (n = 31)	83,1 ± 28,5	62,3 ± 39,7	75,7 ± 31,9
kombiniert (Typ 6) (n = 41)	70,4 ± 31,8	28,9 ± 35,0	38,5 ± 35,3
p-Wert*	0,041	0,001	< 0,001
Verletzungsschwere im Chopart-Gelenk			
a. transligamentär (n = 3)	58,3 ± 38,2	5,0 ± 5,0	16,7 ± 14,4
b. einfach (n = 31)	83,1 ± 28,5	62,3 ± 39,7	75,6 ± 31,9
c. zweifach (n = 35)	74,0 ± 30,3	31,3 ± 37,0	42,1 ± 36,3
d. dreifach (n = 4)	61,3 ± 37,9	20,0 ± 18,3	21,3 ± 21,7
e. vierfach (n = 2)	25,0 ± 7,1	5,0 ± 5,0	10,0 ± 14,1
p-Wert^	0,075	0,010	< 0,001
p-Wert (a vs. b) [†]		0,424	0,145
p-Wert (b vs. e) [†]		0,753	0,190
p-Wert (b vs. c) [†]		0,025	0,003

Tab. 2 (Fortsetzung): Zusammenfassung des Einflusses verschiedener unabhängiger Variablen auf den resultierenden Bewegungsumfang verschiedener Fußgelenke (abhängige Variablen).

unabhängige Variable	abhängige Variable°		
	ROM OSG (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)	ROM ges. USG (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)	ROM Vor-/Rückfuß (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)
Therapie			
konservativ (n = 2)	80,0 ± 28,3	75,0 ± 35,4	100,0 ± 0,0
operativ (n = 73)	75,0 ± 31,3	40,8 ± 40,3	51,7 ± 38,1
p-Wert*	0,917	0,233	0,057
OP-Taktik			
einzeitig (n = 58)	80,6 ± 28,6	45,8 ± 40,5	57,8 ± 37,5
mehrzeitig (n = 15)	53,3 ± 32,7	21,7 ± 34,3	28,3 ± 31,6
p-Wert*	0,003	0,030	0,010
primäre Arthrodese			
ja (n = 7)	42,9 ± 32,5	9,3 ± 20,5	29,3 ± 31,7
nein (n = 68)	78,5 ± 29,2	45,1 ± 40,4	55,4 ± 38,4
p-Wert*	0,003	0,017	0,075
sekundäre Arthrodese			
ja (n = 7)	37,9 ± 34,6	5,7 ± 15,1	10,7 ± 19,7
nein (n = 68)	79,0 ± 28,3	45,4 ± 40,3	57,4 ± 37,3
p-Wert*	0,004	0,005	0,002
Infekt			
a. nein (n = 63)	77,1 ± 30,8	46,4 ± 40,5	60,0 ± 37,5
b. oberflächlich (n = 6)	65,0 ± 32,7	18,3 ± 40,2	15,0 ± 20,0
c. tief (n = 6)	64,1 ± 33,8	15,8 ± 18,0	17,5 ± 10,4
p-Wert^	0,302	0,120	0,003
p-Wert (a vs. b) [∧]			0,022
p-Wert (a vs. c) [∧]			0,050
p-Wert (b vs. c) [∧]			1,000

°Werte angegeben als Mittelwert ± Standardabweichung (SD); *getestet mit Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben; ^getestet mit Kruskal-Wallis-H-Test für K unabhängige Stichproben; [∧]angepasste Signifikanz (post-hoc-Analyse)

3.6.2. Spezielle Ergebnisse aus dem SF-36

In diesem Abschnitt sollen die einzelnen Subskalen und Summenskalen im Vergleich zur deutschen Normstichprobe aufgeführt werden (Bullinger, 1995; Bullinger und Kirchberger, 1998).

Es fiel auf, dass die Studienpopulation in allen Sub- und Summenskalen im Vergleich zur Normpopulation negative z-Werte aufwies. Das heißt also, dass in jedem Bereich eine niedrigere Lebensqualität vorlag als in der Allgemeinbevölkerung. Die Werte wichen dabei aber unterschiedlich stark in den einzelnen Skalen voneinander ab.

Die größte Abweichung zeigten die Patienten in der Subskala der *Körperlichen Funktionsfähigkeit* (z-Wert -0,75). Der aktuelle Gesundheitszustand der Patientengruppe beeinträchtigte also körperliche Aktivitäten (Gehen, Treppensteigen, anstrengende Tätigkeiten,...) mehr als in der Normpopulation. Eine weitere negative Abweichung war in der Skala *Körperliche Schmerzen* zu sehen (z-Wert -0,59). Die Patientengruppe zeigte also ein höheres Ausmaß an Schmerzen und einen größeren Einfluss der Schmerzen auf die normale Arbeit. Ein stark negativer z-Wert war auch in der Subskala *Körperliche Rollenfunktion* zu finden (z-Wert -0,51). Tägliche Aktivitäten oder die berufliche Arbeit wurden in der Patientengruppe stärker durch den aktuellen Gesundheitszustand beeinträchtigt als in der Normstichprobe. Die *Allgemeine Gesundheitswahrnehmung* (aktueller Zustand, zukünftiger Ausblick) war mit einem z-Wert von -0,19 nur leicht geringer als in der Normpopulation. Psychische Aspekte, wie zum Beispiel *Vitalität* (z-Wert -0,27), *Soziale Funktionsfähigkeit* (z-Wert -0,20) und *Psychisches Wohlbefinden* (z-Wert -0,14) zeigten ebenfalls eine geringere Lebensqualität an, diese war aber wesentlich weniger stark ausgeprägt als die körperlichen Beeinträchtigungen, was aus den niedrigeren z-Werten abzuleiten war. Einzig die *Emotionale Rollenfunktion*, also das Ausmaß, in dem emotionale Probleme die berufliche Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinflussen, war in der Patientengruppe mit einem z-Wert von -0,40 im Vergleich zur deutschen Normstichprobe stärker negativ ausgeprägt als die anderen psychischen Subskalen.

Nutzte man als zusammenfassende Wertung die beiden Summenskalen, welche die einzelnen Subskalen speziell gewichteten und transformierten, um einen besseren Überblick über die gesamte körperliche und psychische Befindlichkeit der Patientengruppe im Vergleich zur Normpopulation zu bekommen, wurde deutlich, dass die Patienten in der *Körperlichen Summenskala (KSK)* einen schlechteren körperlichen Gesundheitszustand angaben (Mittelwert Patienten, 43,5 Punkte versus Mittelwert Normstichprobe, 50,3 Punkte; z-Wert -0,65), wohingegen in der *Psychischen Summenskala (PSK)* der mentale Gesundheitszustand keine nennenswerte Abweichung von den Werten aus der Normpopulation zeigte (Mittelwert Patienten, 51,2 Punkte versus Mittelwert Normstichprobe, 51,5 Punkte; z-Wert -0,03).

3.7. Berufs- und Sportfähigkeit

44 Patienten (62,0%) konnten nach dem Unfall wieder in ihrem alten Beruf arbeiten und die gleichen Tätigkeiten wie vorher ausüben. 27 Patienten (38,0%) berichteten nach dem Unfall über eine Einschränkung in ihrem Berufsleben. 12 Patienten davon (44,4%) verrichteten an ihrer alten Arbeitsstelle eine andere Tätigkeit, 6 Patienten (22,2%) schulten um und erlernten einen neuen Beruf und 9 Patienten (33,3%) wurden wegen des Unfalls berentet.

Insgesamt 32 Patienten (45,1%) wurde eine Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) nach Arbeitsunfall bzw. eine verminderte Erwerbsfähigkeit (Erwerbsminderung; EM), wenn kein Arbeitsunfall vorlag, zugesprochen.

Mehr als die Hälfte der untersuchten Patienten (n = 40; 54,8%) berichtete über Einschränkungen in ihren sportlichen und körperlichen Aktivitäten. Als sportliche Aktivitäten wurden dabei das Ausüben von Sportarten (z.B. Fußball, Volleyball, Tanzen, etc.) und auch, gerade bei älteren Patienten, das regelmäßige Radfahren, Schwimmen oder Wandern angesehen. Von Interesse war hauptsächlich, ob die sportlichen und körperlichen Aktivitäten, welche individuell vor dem Unfall ausgeübt wurden, auch nach dem Unfallereignis in gleicher Intensität und Häufigkeit durchgeführt werden konnten.

2 Patienten waren zum Unfallzeitpunkt berentet und wurden daher nicht in die Auswertung zur Berufsfähigkeit einbezogen. Deshalb kommen weiter unten im Text teilweise unterschiedliche Grundgesamtheiten für die Berufs- und Sportfähigkeit zustande.

Im Folgenden wird jeweils aus Übersichtlichkeits- und Einfachheitsgründen eingeteilt in Beruf / Sport eingeschränkt bzw. Beruf / Sport nicht eingeschränkt. Dazu wurden Kreuztabellen mit den entsprechenden Werten erstellt und getestet, ob die Unterschiede statistisch signifikant waren.

Gaben die Patienten eine eingeschränkte Berufsfähigkeit an, ging dies mit signifikant niedrigeren Werten für den AOFAS-Score, den FFI-D und der SF-36 KSK einher (jeweils $p < 0,001$). Keine Signifikanz fand sich lediglich für die SF-36 PSK ($p > 0,546$). Analog dazu zeigten sich die Ergebnisse in Bezug zur Sportfähigkeit. Siehe dazu S. 62, Tab. 3.

Tab. 3: Korrelation der Berufs- und Sportfähigkeit mit den Ergebnissen der verwendeten Scores (abhängige Variablen).

unabhängige Variable	abhängige Variable°			
	AOFAS Ankle-Hindfoot Score (0-100 Punkte)	FFI-D (0-100 Punkte, 0 am besten)	SF-36 KSK (im Vergleich zur dt. Norm)†	SF-36 PSK (im Vergleich zur dt. Norm)†
Beruf				
eingeschränkt (n = 27)	51,9 ± 21,1	45,9 ± 19,0	33,4 ± 10,4	50,2 ± 10,9
nicht eingeschränkt (n = 44)	83,4 ± 14,6	14,4 ± 15,8	49,6 ± 7,8	51,7 ± 7,8
p-Wert*	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,546
Sport				
eingeschränkt (n = 40)	60,4 ± 22,8	37,8 ± 22,0	37,3 ± 11,3	49,7 ± 10,1
nicht eingeschränkt (n = 33)	86,0 ± 13,3	11,5 ± 13,6	51,2 ± 6,6	53,3 ± 7,1
p-Wert*	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,088

°Werte angegeben als Mittelwert ± Standardabweichung (SD); *getestet mit Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben; †Daten aus der Deutschen Normstichprobe von 1994 (n = 2914) (Bullinger, 1995; Bullinger und Kirchberger, 1998)

Von 17 Patienten mit Arbeitsunfall hatten 64,7% Einschränkungen im Berufsleben und 82,4% im Sport zu verzeichnen. Diese Unterschiede waren für die Berufsfähigkeit mit $p=0,011$ und für die Sportfähigkeit mit $p=0,008$ signifikant.

Das Vorliegen eines Verkehrsunfalls hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Sport- und Berufsfähigkeit (Beruf, $p=0,509$; Sport, $p=0,525$).

Von 22 Patienten mit Polytrauma gaben 13 Patienten (59,1%) berufliche und 18 Patienten (72,0%) sportliche Einschränkungen an. Lag dagegen eine isolierte Verletzung im Chopart-Gelenk vor, berichteten von 33 betroffenen Patienten nur 9 Patienten (27,3%) über berufliche und 13 Patienten (39,4%) über sportliche Beeinträchtigungen. War neben dem Chopart-Gelenk auch ein anderer Bereich des gleichen Fußes betroffen, zeigten 5 von 20 Patienten (25,0%) Einschränkungen im Beruf und 11 Patienten (55,0%) gaben sportliche Defizite an. Diese Unterschiede waren statistisch signifikant (Beruf, $p=0,013$; Sport, $p=0,016$).

Lag eine kombinierte Chopart-Luxationsfraktur des Typ 6 vor, gaben 46,3% der Patienten Einschränkungen im Beruf und 66,5% im Sport an. Patienten mit einer einfachen Chopart-Verletzung der Typen 2 - 5 zeigten in 28,1% berufliche und in 41,2% sportliche Einschränkungen. Eine statistische Signifikanz wurde für die Sportfähigkeit gesehen ($p=0,028$). Für die Berufsfähigkeit lag kein signifikanter Unterschied vor ($p=0,089$). Eine genauere Aufschlüsselung der Verletzungsschwere im Chopart-Gelenk mit nachfolgender beruflicher und sportlicher Beeinträchtigung zeigt unten stehende Abb. 35. Statistisch signifikante Unterschiede lagen hierbei vor (Berufsfähigkeit, $p=0,015$; Sportfähigkeit, $p=0,033$).

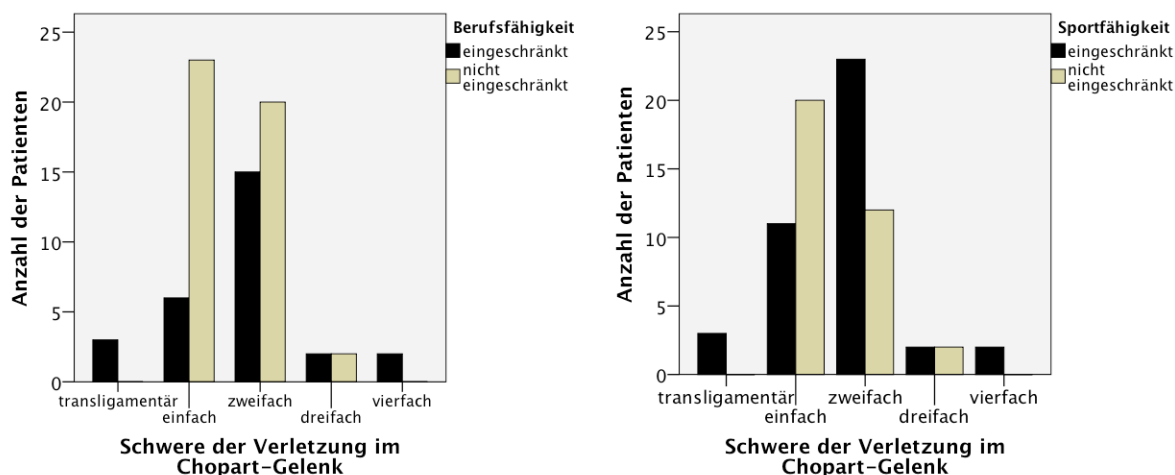


Abb. 35: Anzahl der in Beruf und Sport eingeschränkten Patienten in Abhängigkeit der Anzahl betroffener Knochen im Chopart-Gelenk bzw. einer transligamentären Luxation.

9 von 14 Patienten mit offenen Frakturen (64,3%) gaben berufliche und 11 von 14 Patienten (78,6%) gaben sportliche Einschränkungen an. Lag dagegen eine geschlossene Fraktur vor, so waren 19 von 59 Patienten (32,2%) im Beruf und 30 von 61 Patienten (49,2%) im Sport beeinträchtigt. Der Unterschied in Bezug auf die Berufseinschränkung war signifikant ($p=0,029$), ebenso in Bezug auf die Sportfähigkeit ($p=0,043$).

Signifikante Unterschiede im Zusammenhang zur Berufs- und Sportfähigkeit wurden bei Patienten mit mehrzeitigem operativen Vorgehen gesehen (Beruf, $p=0,014$; Sport, $p=0,017$). Von 15 Patienten mit mehrzeitigem Vorgehen gaben 10 Patienten (66,7%) berufliche und 12 Patienten (80,0%) sportliche Einschränkungen an. Dagegen gaben im Vergleich nur 17 von 55 einzeitig operierten Patienten (30,4%) Berufs- und 26 von 57 einzeitig operierten Patienten (45,6%) Sportdefizite an.

Wurde eine primäre Arthrodese durchgeführt, zeigten 4 von 6 Patienten (66,7%) nachfolgend Einschränkungen im Berufsleben und alle 6 Patienten (100,0%) gaben sportliche Beeinträchtigungen an (Beruf, $p=0,192$; Sport, $p=0,029$).

Wurde eine sekundäre Arthrothese im Verlauf durchgeführt, so zeigten 4 von 8 Patienten (50,0%) Einschränkungen im Beruf und 6 von 8 Patienten (75,0%) berichteten über Beeinträchtigungen im Sport. Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht signifikant (Beruf, $p=0,469$; Sport, $p=0,280$).

Die Unterschiede zwischen Patienten mit oder ohne avaskulärer Nekrose des Os naviculare zeigten im Zusammenhang zu beruflichen oder sportlichen Beeinträchtigungen keine Signifikanz (Beruf, $p=0,327$; Sport, $p=0,257$).

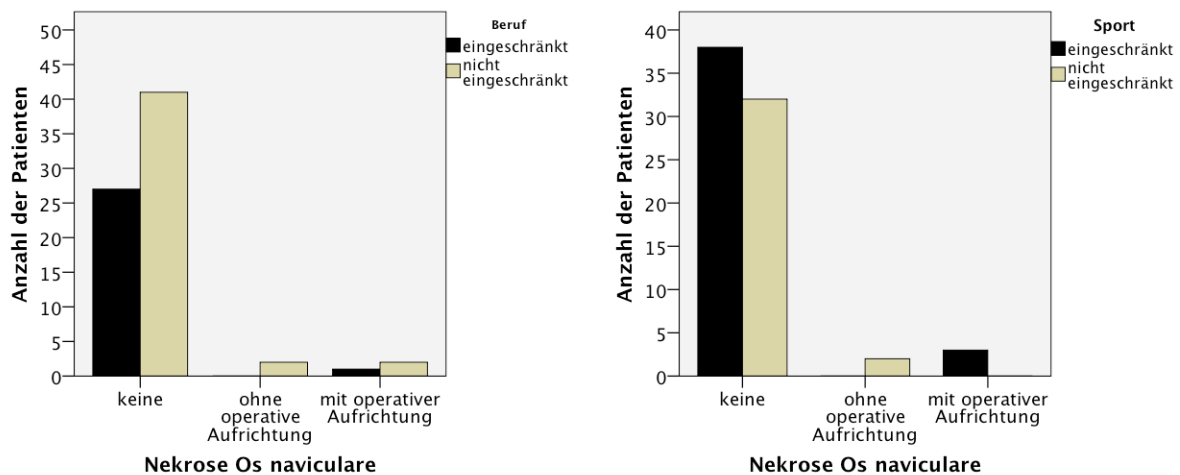


Abb. 36: Anzahl der Patienten mit beruflichen und sportlichen Einschränkungen in Bezug zur avaskulären Nekrose des Os naviculare mit oder ohne nachfolgender operativer Aufrichtung.

Tabelle 4 auf der folgenden Seite zeigt für jedes der geprüften Fußgelenke statistisch signifikante Unterschiede zwischen den resultierenden Bewegungsumfängen in Zusammenhang zur gebliebenen Berufs- und Sportfähigkeit.

Tab. 4: Berufs- und Sportfähigkeit im Zusammenhang zu den resultierenden Bewegungsumfängen der geprüften Fußgelenke (abhängige Variablen).

unabhängige Variable	abhängige Variable°		
	ROM OSG (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)	ROM ges. USG (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)	ROM Vor-/Rückfuß (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)
Beruf			
eingeschränkt (n = 27)	55,4 ± 33,1	20,2 ± 32,7	33,2 ± 34,3
nicht eingeschränkt (n = 44)	88,0 ± 21,2	53,3 ± 39,5	64,2 ± 37,0
p-Wert*	< 0,001	< 0,001	0,001
Sport			
eingeschränkt (n = 40)	63,9 ± 32,4	27,9 ± 36,2	41,3 ± 38,0
nicht eingeschränkt (n = 33)	90,0 ± 20,3	58,0 ± 38,5	66,7 ± 34,6
p-Wert*	< 0,001	0,002	0,006

°Werte angegeben als Mittelwert ± Standardabweichung (SD); *getestet mit Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben

3.8. Radiologische Ergebnisse

Nachfolgend sollen die Beziehungen zwischen verschiedenen Ausprägungen der Arthrose und den Ergebnissen der einzelnen Scores und der resultierenden Beweglichkeit betrachtet werden. Dazu soll die zusammenfassende Arthrose-einteilung aller Fußgelenke dienen, welche aus den Röntgenbildern ermittelt wurde:

- keine Arthrose (Grad 0)
- leichte Arthrose im Chopart-Gelenk (Grad I + II)
- schwere Arthrose im Chopart-Gelenk (Grad III + IV)
- Arthrose im Chopart-Gelenk (alle Grade) und in einem oder mehreren Nachbargelenken.

Wie bereits im Teil Material und Methoden erwähnt, konnten lediglich 70 Röntgenaufnahmen ehemals verletzter Füße ausgewertet werden, was sich nachfolgend in unterschiedlichen Grundgesamtheiten der einzelnen Untergruppen widerspiegelt.

Statistisch signifikante Unterschiede (angepasste Signifikanzen) wurden im AOFAS-Score, dem FFI-D und der SF-36 KSK zwischen leichter Arthrose vs. Arthrose in Chopart- &

Nachbargelenken gesehen (AOFAS, p=0,001; FFI-D, p=0,001; SF-36 KSK, p=0,032). In der SF-36 PSK waren keine signifikanten Unterschiede auszumachen (p=0,820). Siehe dazu auch nachfolgende Tab. 5.

Tab. 6 auf S. 67 zeigt die resultierenden Bewegungsumfänge der Gelenke im Zusammenhang zur Ausprägung der radiologischen Arthrose. Dabei wurden jeweils in verschiedenen Gelenken für mehrere Untergruppentests signifikante Unterschiede festgestellt.

Von 32 Patienten mit einer isolierten Verletzung im Chopart-Gelenk hatten 3 Patienten (9,4%) keine Arthrose, 13 Patienten (40,6%) eine leichte Arthrose, 6 Patienten (18,8%) eine schwere Arthrose und 10 Patienten (31,3%) zeigten Arthrosen in Chopart- und Nachbargelenken. Traten neben der Chopart-Verletzung eine oder mehrere weitere Frakturen des ipsilateralen Fußes auf, zeigten von 19 betroffenen Patienten dieser Gruppe 2 Patienten (10,5%) keine Arthrose, 5 Patienten (26,3%) eine leichte Arthrose im Chopart-Gelenk, 4 Patienten (21,1%) schwere Chopart-Gelenksarthrosen und die Mehrheit (42,1%; n = 8) zeigte Arthrosen sowohl im Chopart- als auch in benachbarten Gelenken.

Tab. 5: Einfluss der Arthroseausprägung auf die verwendeten Scores (abhängige Variablen).

unabhängige Variable	abhängige Variable [°]			
	AOFAS Ankle-Hindfoot Score (0-100 Punkte)	FFI-D (0-100 Punkte, 0 am besten)	SF-36 KSK (im Vergleich zur dt. Norm) [†]	SF-36 PSK (im Vergleich zur dt. Norm) [†]
Arthroseausprägung				
a. keine (n = 5)	87,2 ± 14,2	17,5 ± 23,3	49,5 ± 8,9	50,6 ± 7,2
b. leicht (Grad I + II) (n = 23)	85,2 ± 16,1	15,2 ± 21,0	48,6 ± 9,6	50,6 ± 8,5
c. schwer (Grad III + IV) (n = 12)	65,1 ± 24,2	33,9 ± 22,9	38,3 ± 13,8	51,7 ± 9,3
d. Chopart- & Nachbargelenke (n = 30)	59,4 ± 23,1	33,4 ± 22,0	39,9 ± 10,9	52,3 ± 9,6
p-Wert [^]	< 0,001	0,006	0,012	0,820
p-Wert (a vs. c) [^]	0,076	1,000	0,503	
p-Wert (a vs. d) [^]	0,078	1,000	0,467	
p-Wert (b vs. c) [^]	0,076	0,143	0,105	
p-Wert (b vs. d) [^]	0,001	0,001	0,032	

[°]Werte angegeben als Mittelwert ± Standardabweichung (SD); ^{*}getestet mit Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben; [†]Daten aus der Deutschen Normstichprobe von 1994 (n = 2914) (Bullinger, 1995; Bullinger und Kirchberger, 1998)

Von 19 Patienten mit einem Polytrauma lag in keinem der Fälle keine Arthrose vor. Bei 5 Patienten (26,3%) wurde eine leichte, bei 2 Patienten (10,5%) eine schwere und bei 12 Patienten (63,2%) eine das Chopart- und Nachbargelenke betreffende Arthrose gesehen. Diese Unterschiede waren nicht signifikant ($p=0,369$).

Patienten mit einer Kombinationsverletzung im Chopart-Gelenk (Typ 6) ($n = 39$) zeigten in 8 Fällen (20,5%) schwere (Grad III & IV) und in 22 Fällen (56,4%) das Chopart- und Nachbargelenke betreffende Arthrosen. Von 31 Patienten mit einer einfachen Fraktur im Chopart-Gelenk (Typ 2 - 5) hatten 4 Patienten (12,9%) schwere Arthrosen und 8 Patienten (25,8%) das Chopart-Gelenk und Nachbargelenke betreffende Arthrosen. Den Hauptteil ($n = 15$; 48,4%) machten bei diesen Typen leichte Arthrosen aus. Diese Unterschiede waren statistisch signifikant ($p=0,012$).

Tab. 6: Einfluss der Arthroseausprägung auf die resultierenden Bewegungsumfänge der geprüften Fußgelenke (abhängige Variablen).

unabhängige Variable	abhängige Variable°		
	ROM OSG (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)	ROM ges. USG (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)	ROM Vor-/Rückfuß (0-100% im Vergleich zur Gegenseite)
Arthroseausprägung			
a. keine ($n = 5$)	88,0 ± 17,9	85,0 ± 22,4	98,0 ± 4,5
b. leicht (Grad I + II) ($n = 23$)	89,4 ± 19,0	63,0 ± 35,1	74,8 ± 26,6
c. schwer (Grad III + IV) ($n = 12$)	72,1 ± 27,9	30,8 ± 30,1	38,3 ± 30,1
d. Chopart- & Anschlussgelenke ($n = 30$)	61,8 ± 35,9	19,8 ± 33,7	30,2 ± 33,6
p-Wert [^]	0,012	< 0,001	< 0,001
p-Wert (a vs. c) [^]	1,000	0,117	0,013
p-Wert (a vs. d) [^]	0,648	0,005	0,001
p-Wert (b vs. c) [^]	0,354	0,244	0,050
p-wert (b vs. d) [^]	0,010	< 0,001	< 0,001

°Werte angegeben als Mittelwert ± Standardabweichung (SD); [^]getestet mit Kruskal-Wallis-H-Test für K unabhängige Stichproben; [^]angepasste Signifikanzen (post-hoc-Analyse)

Bei Patienten mit ehemals offenen Verletzungen (n = 14) wurden in 10 Fällen (71,4%) Arthrosen der Chopart- und Anschlussgelenke gesehen. In nur 3 Fällen (21,4%) wurde eine leichte Chopart-Arthrose gesehen, kein Fall wies keine Arthrose auf. Dagegen lagen bei ehemals geschlossenen Verletzungen (n = 56) zu 35,7% leichte Arthrosegrade im Chopart-Gelenk vor (n = 20) und 5 Patienten (8,9%) zeigten keinerlei Anzeichen einer Arthrose. Dennoch wurden auch hier in 35,7% aller geschlossenen Verletzungen das Chopart- und weitere Fußgelenke betreffende Arthrosen gesehen (n = 20). Diese Unterschiede waren nicht signifikant (p=0,098).

Wurden Patienten mehrzeitig operiert, zeigten 14 von 15 Patienten Arthrosen in Chopart- und angrenzenden Gelenken (93,0%). Nur 1 Patient zeigte eine leichte Arthroseausprägung Grad I (7,0%). Bei 52 einzeitig operierten Patienten lag hauptsächlich eine leichte Arthrose im Chopart-Gelenk vor (n = 21; 40,4%). Bei 28,8% (n = 15) waren Arthrosen des Chopart-Gelenkes und benachbarter Gelenke zu sehen. Diese Unterschiede waren hoch signifikant (p<0,001).

Bei der Auswertung der Röntgenbilder wurden die talometatarsalen Achsen eingezeichnet und Fehlstellungen ausgemessen. Abb. 37 auf S. 69 zeigt die erreichten Punktzahlen des AOFAS-Scores und des FFI-D für die Achsenanalyse dorsoplantar und lateral. Für alle verwendeten Scores wurden in beiden Ebenen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt, dennoch waren Trends zu erkennen. So entsprachen jeweils Abweichungen vor allem über 10° für Vorfußadduktion und Hohlfußbildung einem schlechteren klinischen Ergebnis.

Für die Achse in der seitlichen Ansicht wurden folgende p-Werte bei Vergleich aller Gruppen untereinander ermittelt:

- AOFAS-Score, p=0,602
- FFI-D, p=0,639
- SF-36 KSK, p=0,684
- SF-36 PSK, p=0,528

Für die Achse in der dorsoplantaren Aufnahme wurden folgende p-Werte bei Vergleich aller Gruppen untereinander ermittelt:

- AOFAS-Score, p=0,285
- FFI-D, p=0,636
- SF-36 KSK, p=0,396
- SF-36 PSK, p=0,078

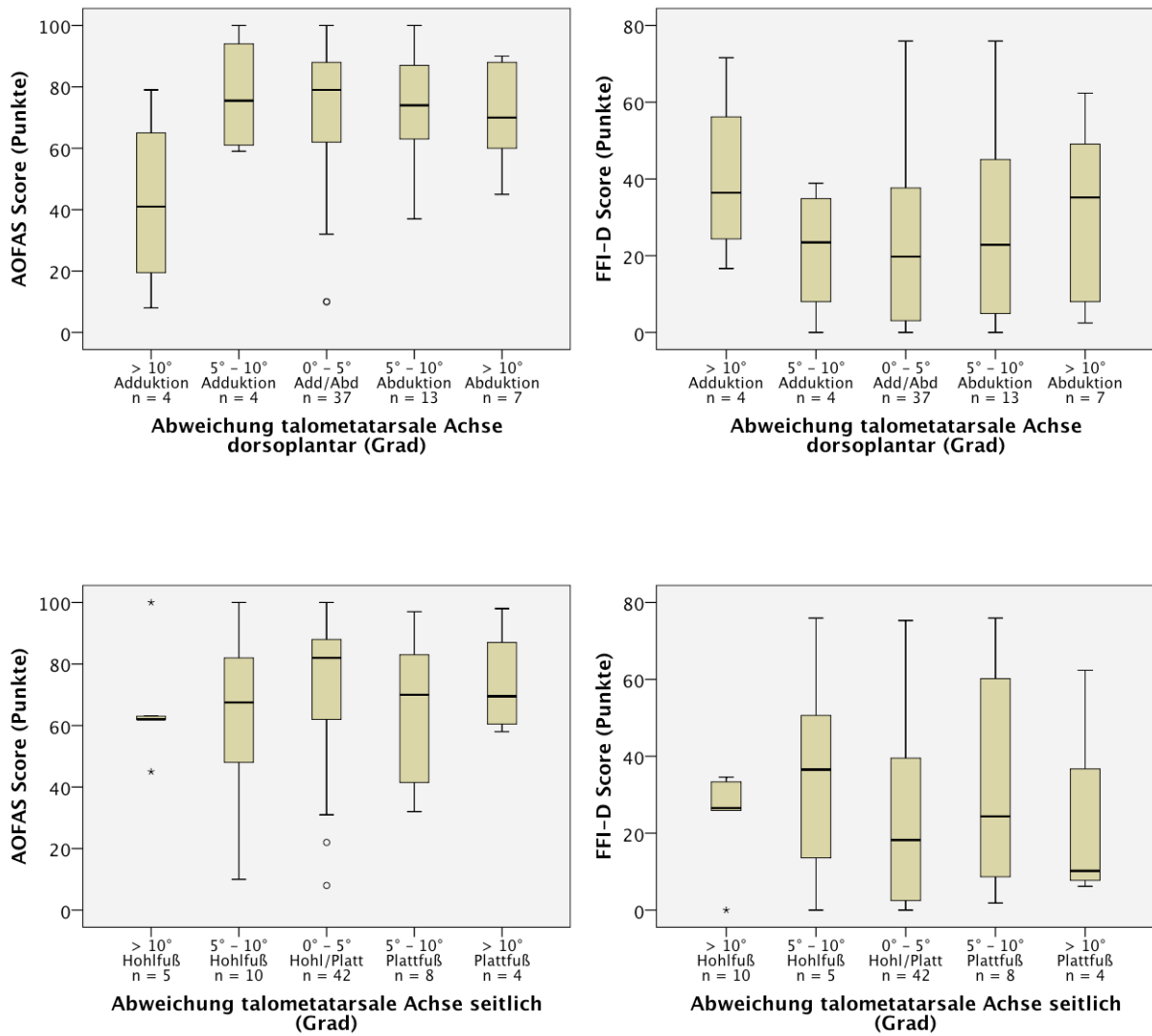


Abb. 37: Darstellungen der Ergebnisse im AOFAS-Score und dem FFI-D in Abhängigkeit der Abweichung in der talometatarsalen Achse.

4. Kasuistiken

Fall 1:

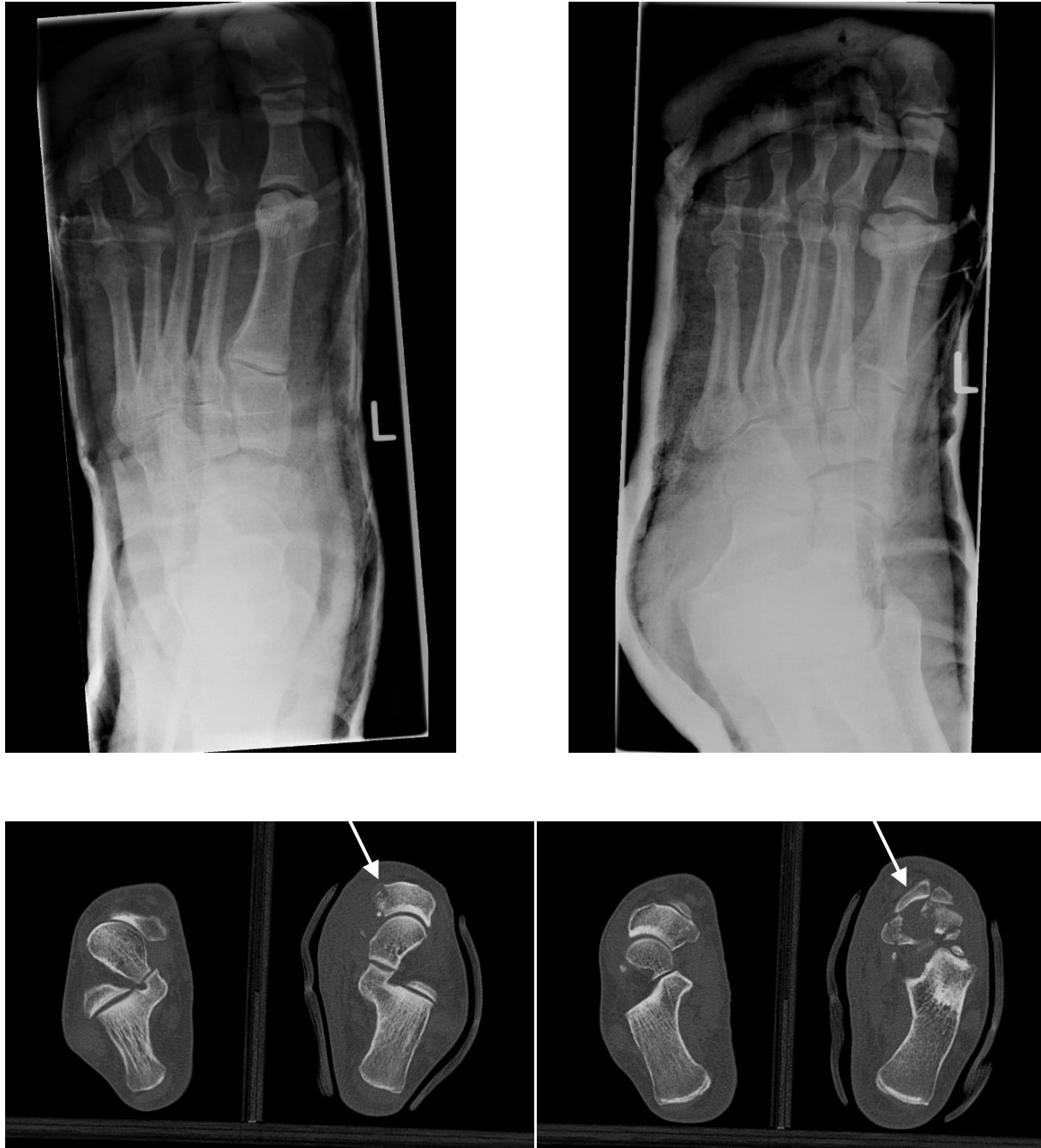


Abb. 38: Zweitgradig geschlossene transnaviculare Chopart-Luxationsfraktur links bei einem 35 Jahre alten männlichen Patienten, welcher aus circa 2,5 Metern von einer Leiter stürzte. In den Röntgenaufnahmen ist die Verletzung des Os naviculare kaum zu sehen, da auch der angelegte Gips die Sicht erschwert. Erst in der CT wird die Mehrfragmentfraktur des Os naviculare deutlich (weiße Pfeile). Die Fraktur wurde innerhalb von 24 Stunden diagnostiziert und 7 Tage nach dem Unfall offen reponiert und mit zwei Schrauben fixiert.



Abb. 39: In den Aufnahmen der Nachuntersuchung 7 Jahre nach dem Unfall zeigt sich in allen Projektionen eine gute Ausrichtung der Fußsäulen sowie eine leichte Arthrose im Chopart-Gelenk (Grad I). Einzelne Randzacken und Ausziehungen sind am Taluskopf und dem Os naviculare zu sehen. Lateral des Os cuboideum besteht ein Os peroneum, welches sich in gleicher Ausprägung auch auf der Gegenseite fand.



Abb. 40: In der funktionellen Nachuntersuchung war der Patient beschwerde- und schmerzfrei und zeigte in allen Fußgelenken eine nahezu einhundertprozentige Restbeweglichkeit. Er erreichte 87 Punkte im AOFAS Ankle-Hindfoot Score sowie 3 Punkte im FFI-D, was jeweils einem sehr guten Ergebnis entspricht. In der SF-36 erreichte er überdurchschnittlich gute Ergebnisse mit 57 Punkten in der KSK und 54 Punkten in der PSK. Der Patient berichtete weder über berufliche noch sportliche Beeinträchtigungen und war mit dem Behandlungsergebnis zufrieden (Schulnote 2).

Fall 2:

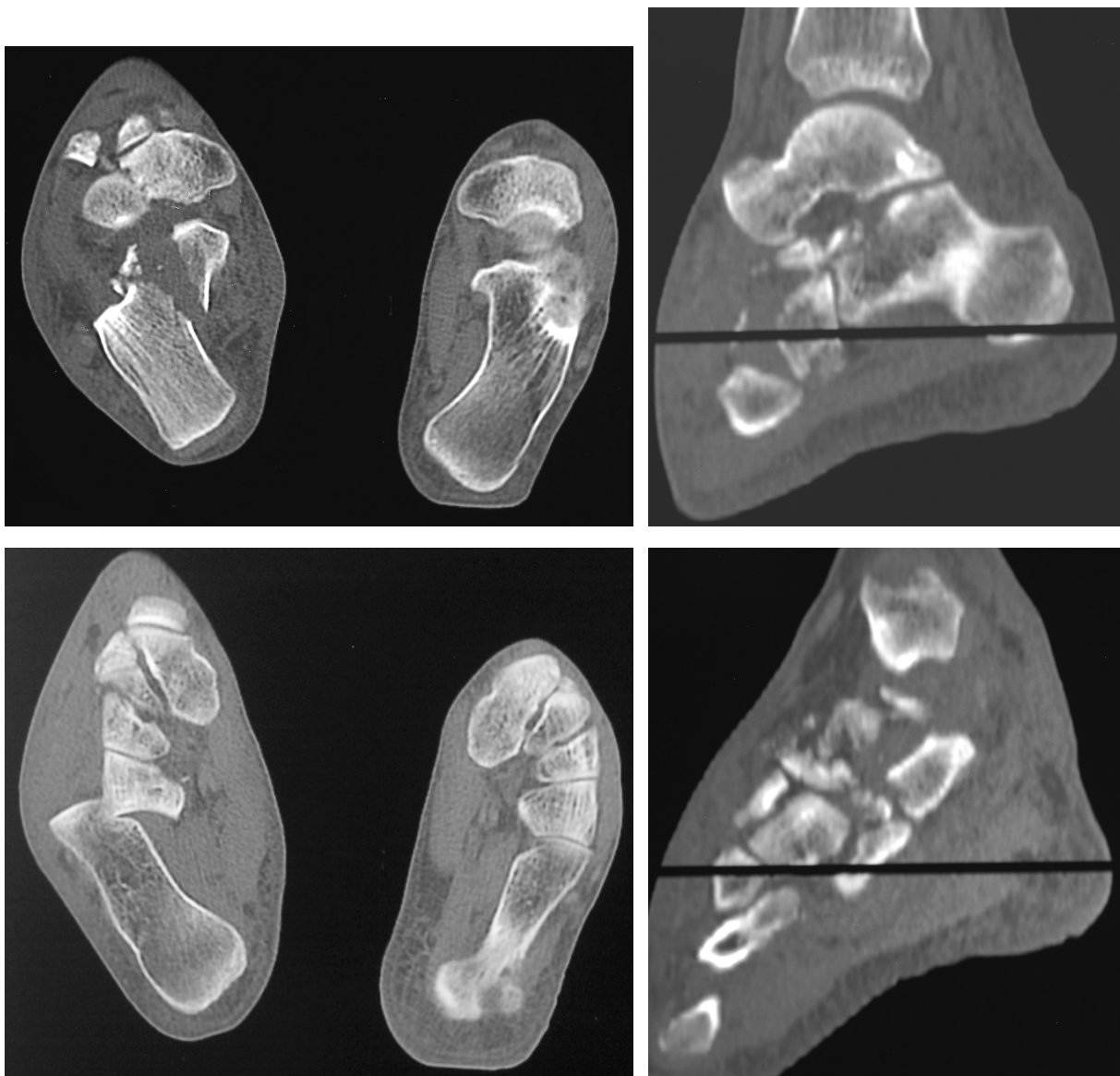


Abb. 41: Drittgradig offene transtalcaneonaviculocuboidale Chopart-Luxationsfraktur rechts eines polytraumatisierten 33-jährigen Mannes, welcher beim Klettern nach ca. 6 Meter freiem Fall aufschlug und danach ca. weitere 12 Meter einen steilen Abhang hinunter rutschte. Neben der komplexen Chopart-Verletzung zog sich der Patient Frakturen beider Malleolen sowie lebensgefährliche innere Verletzungen zu. In der durchgeführten CT werden der enorme Zerstörungsgrad und die Luxationen im Talonavicular- und Calcaneocuboid-Gelenk deutlich.

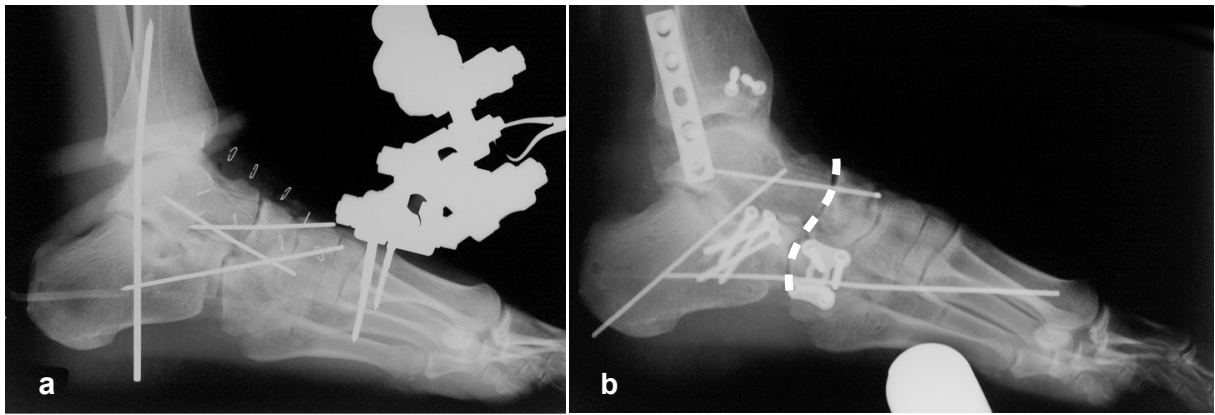


Abb. 42a,b: Nach notfallmäßiger offener Reposition und Retention im Fixateur externe und mit K-Drähten **(a)** wurde der Patient im Rahmen der definitiven Operation mit K-Drähten, Schrauben- und Plattenosteosynthesen versorgt **(b)**. Die Cyma-Linie (weiße gestrichelte Linie) erscheint im Röntgenbild oben rechts harmonisch geschwungen, die Achsen verlaufen regelrecht.

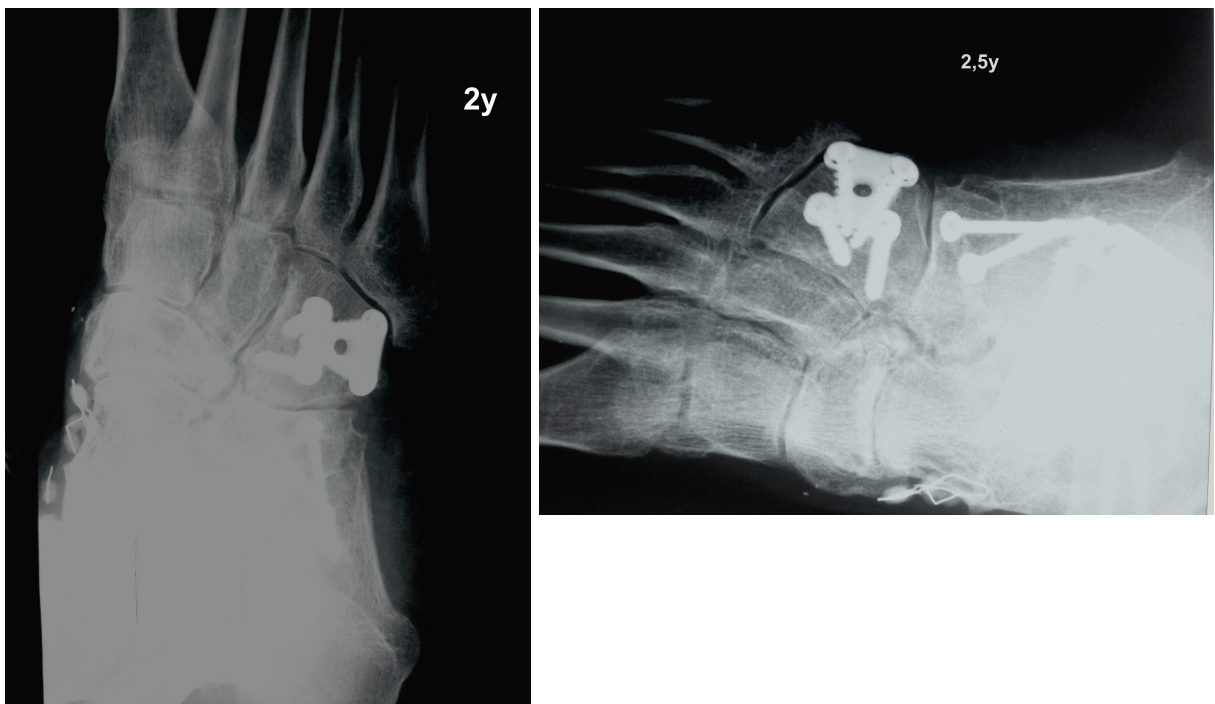


Abb. 43: Im weiteren Verlauf erlitt der Patient eine tiefe Infektion mit nachfolgenden Revisionsoperationen. In den Aufnahmen 2 bzw. 2,5 Jahre nach dem Unfallereignis sind bereits arthrotische Veränderungen im Chopart-Gelenk mit Gelenkspaltverschmälerung und Randzackenbildung zu sehen. Die Länge der Fußsäulen ist korrekt ohne messbare Fehlstellungen.

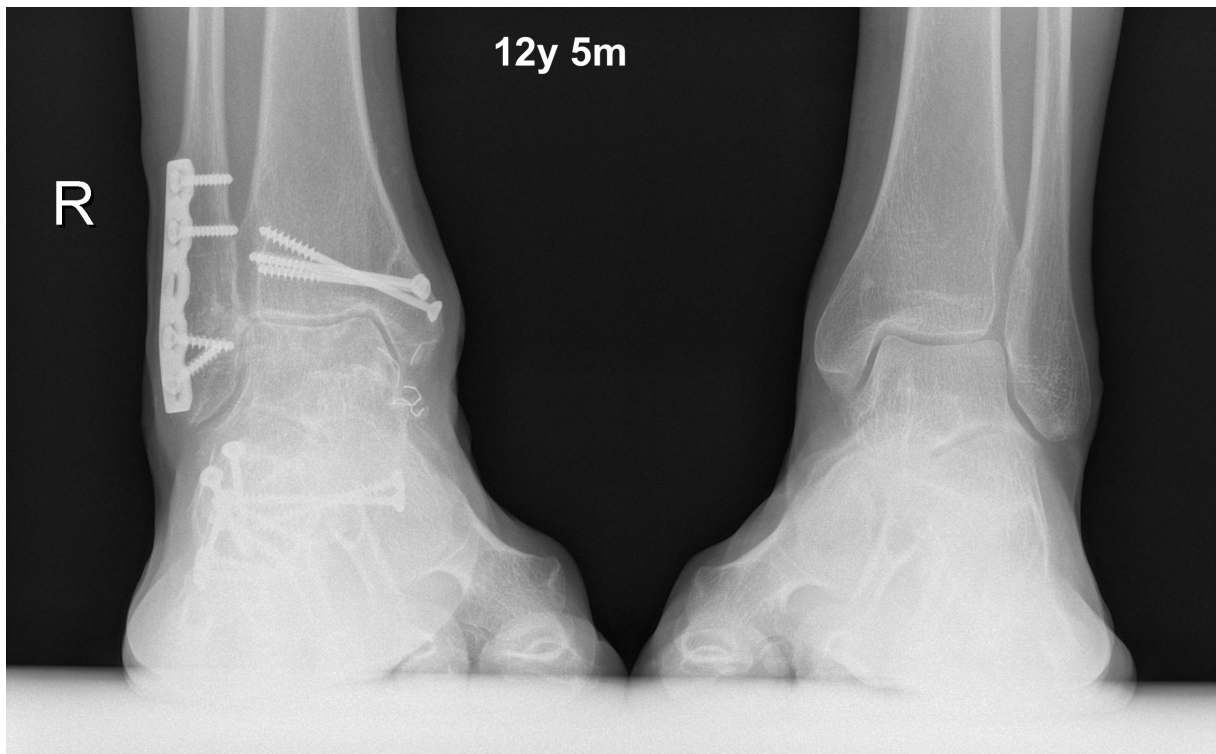


Abb. 44: 12 Jahre und 5 Monate nach dem Trauma sind schwere Arthrosen in beiden Teilen des Chopart-Gelenks sowie in Nachbargelenken zu sehen. Die Fußsäulen und -achsen stehen in korrekter Länge und Ausbildung.



Abb. 45: In der funktionellen Nachuntersuchung erreichte der Patient im AOFAS Ankle-Hindfoot Score 56 Punkte, im FFI-D 46 Punkte und in der SF-36 KSK und PSK 37 bzw. 50 Punkte, was insgesamt einem mäßigen Ergebnis entspricht. Der Patient bewertete das Behandlungsergebnis dagegen selbst mit der Note 2. Die Ausrichtung des rechten Fußes war plantigrad, das Fußlängsgewölbe zeigte keine erkennbare Abweichung.



Abb. 46: Der Patient zeigte deutliche Einschränkungen in der Fußfunktion rechts, welche vor allem die Pro- und Supinationsbewegungen betrafen. Weiterhin gab er Beeinträchtigungen durch anhaltende Schmerzen an. Er berichtete über eine 24-monatige Arbeitsunfähigkeit und bis heute bestehende berufliche Einschränkungen sowie starke Beeinträchtigungen in Freizeit und Sport.

5. Diskussion

Nur wenige Studien berichten in der Literatur über funktionelle Ergebnisse und Langzeitfolgen nach einer Chopart-Luxationsfraktur (Main und Jowett, 1975; Kotter et al., 1997; Richter et al., 2001; Rammelt et al., 2002; Richter et al., 2004; Rammelt et al., 2009) oder es liegen lediglich Fallberichte bzw. Kasuistiken vor (Ip und Lui, 2006; Langenhan und Kohler, 2009). Den genannten Studien und Kasuistiken lagen Zahlen zwischen 1 und 71 Verletzungen mit anschließender funktioneller Nachuntersuchung zugrunde.

Einheitliche und wichtige Prognosefaktoren waren allen Autoren zufolge die offene Reposition und interne Stabilisierung. Dabei ist unbedingt auf die exakte Rekonstruktion der Gelenkebenen mit der anatomischen Wiederherstellung der Zweisäulenstatik des Fußes zu achten (Rammelt et al., 2002), da selbst kleinste Gelenkbeteiligungen zur Ausbildung einer Früharthrose führen können (Kotter et al., 1997). Main und Jowett, 1975 konnten festhalten, dass geschlossene Repositionen häufig fehlschlagen und dass eine konservative Therapie mit oder ohne versuchte Reposition im Gips oder mit Bandagen oft unbefriedigende und schlechte Ergebnisse erzielte. Lediglich rein ligamentäre Verletzungen mit oder ohne kleinste knöcherne Avulsionen zeigen sehr gute Ergebnisse (Main and Jowett, 1975). Ein weiterer Prognosefaktor, welcher mehrfach in der Literatur vorkommt, ist das Vorhandensein von allgemeinen (z.B. Polytrauma) oder die ipsilaterale Extremität betreffenden Begleitverletzungen (Grass et al., 2001; Richter et al., 2001).

Das Alleinstellungsmerkmal der vorliegenden Arbeit ist die Analyse von 10-Jahres - Ergebnissen der größten Patientenkohorte in der aktuellen Literatur, welche nach einheitlichem Protokoll behandelt wurde.

5.1. Limitationen

Die durchgeführte Studie hatte gewisse Einschränkungen. Zum einen gab es keine Kontrollgruppe. Zum anderen konnten 49 (41,2%) aller im Universitätsklinikum Dresden behandelten Patienten mit Chopart-Luxationsfrakturen nicht nachuntersucht werden. Die häufigste Ursache war ein unbekannter derzeitiger Wohnort der Patienten, da die Spanne zwischen Unfall und Nachuntersuchung bis zu 18 Jahre betrug und viele Patienten in dieser Zeit unbekannt verzogen waren. Weiterhin wurden viele Patienten aus einem weit entfernten Wohnort behandelt, da die unfallchirurgische Abteilung des Universitätsklinikums Dresden ein Referenzzentrum für komplexe Fußfrakturen ist. Auch das führte zu einer geringeren Teilnahme. Die Analyse aller Daten der Grundgesamtheit ergab, dass Patienten der nicht erschienenen Gruppe keine leichteren oder schwereren Verletzungen hatten als die nachuntersuchte Gruppe. Das Nichterscheinen zur Nachuntersuchung war also nicht

abhängig vom guten oder schlechten Behandlungsergebnis, sondern von der Unkenntnis des derzeitigen Wohnortes der Patienten.

Desweiteren wurde der AOFAS Ankle-Hindfoot Score (Kitaoka, 1994) als ein Maß zur Bewertung des Outcomes verwendet, welcher der am häufigsten verwendete Score für derartige Fußverletzungen ist (Lau et al., 2005). In der Zeit der Durchführung der Studie riet allerdings die AOFAS selbst vom Gebrauch des Scores ab, da dieser weder genügend Reliabilität noch Validität besitzt (Pinsker und Daniels, 2011). Allerdings ließ sich dennoch eine gute Vergleichbarkeit erzielen, da, wie oben erwähnt, vorherige und ähnliche Studien ebenfalls mit diesem Score arbeiteten.

Trotz der vergleichsweise großen Patientenkohorte in der vorliegenden Studie war diese Patientenanzahl für bestimmte Aussagen zu einzelnen Einflussfaktoren noch immer zu klein, da bei Zuordnung zu einzelnen Untergruppen teilweise sehr kleine Fallzahlen entstanden und aussagekräftige Vergleiche bzw. signifikante Ergebnisse schwierig machte. Auch war die hohe Anzahl an Confoundern, also Störvariablen, welche einen indirekten Einfluss auf Ergebnisse einzelner Vergleiche haben konnten, von Bedeutung.

5.2. Patientenkohorte

Chopart-Luxationsfrakturen sind seltene Fußfrakturen (Suren und Zwipp, 1986; Suren und Zwipp, 1989; Brutscher, 1991; Zwipp, 1994; Wagner und Weckbach, 1995; Kotter et al., 1997; Randt et al., 1998; Richter et al., 2001; Rammelt et al., 2002; Rammelt et al., 2004a; Richter et al., 2004), welche aber aufgrund der ansteigenden Inzidenz von Hochrasanztraumen zunehmend häufiger zu sehen sind (Main und Jowett, 1975; Zwipp, 1994; Rammelt et al., 2002). Die vorliegende Studie bestätigte diese Seltenheit einer Chopart-Luxationsfraktur. Von Januar 1994 bis Dezember 2009 wurden im Universitätsklinikum Dresden, welches als Referenzzentrum für schwere Fußverletzungen gilt, 128 Patienten mit 134 Chopart-Luxationsfrakturen behandelt. Das entspricht im Mittel lediglich rund 9 Frakturen pro Jahr.

Verbunden mit der geringen Inzidenz wird die Chopart-Luxationsfraktur noch immer häufig übersehen. In der vorliegenden Arbeit wurde festgestellt, dass 59 Frakturen (78,7%) innerhalb von 24 Stunden diagnostiziert wurden. Das heißt, dass immerhin 21,3% der Frakturen initial nicht gesehen, nicht erkannt oder bagatellisiert wurden. Ähnliche, allerdings höhere Fehldiagnoseraten wurden von Main und Jowett, 1975 mit 40% und von Kotter et al., 1997 mit rund 30% angegeben. Ursachen für nicht erkannte oder fehldiagnostizierte Verletzungen waren Ablenkung bzw. „nicht daran denken“ durch schwere Begleitverletzungen bei Polytraumatisierung, uneinheitliche Verletzungsmuster, die Unkenntnis der richtigen radiologischen Projektionsebenen mit zum Teil auch nur subtilen Gelenkverwerfungen oder auch

das Fehlen einer computertomographischen Untersuchung (Kotter et al., 1997; Rammelt et al., 2002).

Die eigene Untersuchung bestätigte die demographischen Angaben aus vorhandenen Arbeiten (Kotter et al., 1997; Richter et al., 2004). Männer waren ungefähr doppelt so häufig betroffen wie Frauen (68,5% Männer vs. 31,5% Frauen). Das Durchschnittsalter belief sich auf 37,6 Jahre. Es wurden analog den beiden oben genannten Studien keine signifikanten Unterschiede für das Patientenalter und das Geschlecht in den Scores gefunden.

In Übereinstimmung mit den Literaturangaben (Zwipp, 1994; Kotter et al., 1997; Richter et al., 2004) lagen zu 53,3% Verkehrsunfälle (Pkw 30,1%; Motorrad 23,2%) vor, gefolgt von Höhenstürzen (20,5%). Verkehrsunfallopfer zeigten keine signifikanten Unterschiede in allen Scores und lagen dabei vom Punktwert nur unwesentlich niedriger als Patienten, welche einen Höhensturz, ein direktes oder anderes Trauma erlitten.

5.3. Komplikationen

In 6 Fällen (8,0%) wurde postoperativ eine oberflächliche Infektion bzw. Wundheilungsstörung beobachtet und in weiteren 6 Fällen (8,0%) trat im Verlauf eine tiefe Infektion mit nachfolgender Revision auf. Dieses Vorkommen wurde auch in anderen Studien zu Chopart-Luxationsfrakturen beobachtet (Kotter et al., 1997; Richter et al., 2004), in welchen Infektionsraten zwischen 6% und 12% beschrieben wurden. In diversen Studien zu intraartikulären Calcaneusfrakturen wurden Wundheilungsstörungen und Infektionsraten zwischen 2% und 20% beobachtet (Benirschke und Sangeorzan, 1993; Bezes et al., 1993; Zwipp et al., 1993; Abidi et al., 1998; Folk und Starr, 1999; Harvey et al., 2001; Rammelt et al., 2003; Court-Brown et al., 2009; Rammelt et al., 2013).

Für Infektionen und Wundheilungsstörungen war anscheinend, wie in der Literatur angegeben (Kotter et al., 1997), nicht die offene Verletzung, sondern mehr der verspätete OP-Zeitpunkt entscheidend. 54,5% (n = 6) der Infektionsfälle traten auf, wenn erst nach zwei bzw. vier Wochen operiert wurde (1 Patientin wurde konservativ behandelt) und 5 Infektionsfälle (45,5%) fanden sich nach Operation innerhalb von 24 Stunden. In 58,3% (n = 7) handelte es sich um geschlossene Frakturen und in 41,7% (n = 5) um offene Frakturen. Bei genauer Betrachtung der Wundheilungsstörungen ohne Revision hatten sogar 5 von 6 Patienten (83,3%) geschlossene Frakturen und nur 1 Patient (16,7%) eine offene Fraktur. 60% der oberflächlichen Infektionen (n = 3) traten auf, wenn leicht verspätet zwischen zwei und vier Wochen operiert wurde. Ähnliche Ergebnisse fanden Kotter und Mitarbeiter, bei denen beide postoperativ entstandene Weichteilinfekte bei verzögert operierten Patienten mit geschlossenen Verletzungen auftraten. Als Ursachen dafür können Weichteilretraktionen bzw. Weichteilverletzungen durch Frakturdislokation oder auch die von Kotter et al., 1997 beschriebene Operation zum Zeitpunkt starker Weichteilschwellung und

Ödembildung angesehen werden. Richter et al., 2004 beschrieben alle 4 tiefen Infektionsfälle bei Patienten mit offenen Verletzungen.

Wichtig bleibt die Forderung nach einer notfallmäßigen Versorgung der Luxationsfraktur, um schweren Komplikationen vorzubeugen (Kotter et al., 1997; Rammelt et al., 2002).

Keine der in der Literatur vorliegenden Studien zu Chopart-Luxationsfrakturen zeigte den Einfluss der Infektion auf resultierende Punktwerte, beispielsweise für den AOFAS-Score oder den FFI-D. In der hier nachuntersuchten Kohorte hatten Patienten mit Infektion im AOFAS-Score, dem FFI-D und der SF-36 KSK deutlich schlechtere und teilweise signifikant (AOFAS-Score) niedrigere Werte. Die resultierenden Beweglichkeiten bei Inversion und Eversion des gesamten Fußes sowie in den Pro- und Supinationsbewegungen zwischen Vor- und Rückfuß wichen signifikant von Patienten ohne Infektion ab. Dabei war es allerdings unerheblich, ob die Infektion nur oberflächlich oder tief auftrat, da diese Werte in den Scores und den gemessenen Bewegungsumfängen annähernd gleich waren.

Um Infektionen vorzubeugen, sollte bei komplexen offenen Fußverletzungen (Gustilo-Anderson Typ III) ein zeitnaher Weichteilverschluss das Ziel sein (Brenner et al., 2001). Wenn Infektionen auftreten, sollte ein zeitiges Débridement angestrebt werden, um ernstere Konsequenzen zu vermeiden (Rammelt et al., 2013).

Das Os naviculare ist bei Chopart-Luxationsfrakturen besonders aufgrund seiner prekären Blutversorgung gefährdet (Zwipp, 1994; Hansen, 2000; Rammelt et al., 2002; Swords et al., 2008). In Studien wurde vorrangig ein hohes Patientenalter mit der avaskulären Nekrose des Os naviculare in Verbindung gebracht (Sangeorzan et al., 1989; Rammelt et al., 2002; Zwipp und Rammelt, 2002). In der vorliegenden Arbeit wurden dagegen die Nekrosen vorrangig bei Patienten jüngeren und mittleren Alters gesehen. Beide partielle sowie eine totale Kahnbeinnekrose, kamen in der Altersgruppe der 31 - 40 Jährigen vor. Die restlichen zwei totalen Nekrosen wurden einmal in der Gruppe der 21 - 30 Jährigen und einmal in der Gruppe der 41 - 50 Jährigen gesehen. Allerdings schien die klinische Relevanz dieser Nekrose nicht sehr groß zu sein. Es wurden keine signifikanten Unterschiede der Ergebnisse in den Scores von Patienten mit partieller oder totaler Nekrose des Os naviculare gesehen. Lediglich die Bewegungen im gesamten USG sowie zwischen Vor- und Rückfuß waren deutlicher eingeschränkt. Allerdings sei hier auf die sehr niedrige Zahl von 5 Patienten in der Nekrosegruppe verwiesen, welche eine eindeutige Interpretation der Ergebnisse erschwert.

5.4. Arthrosen

In Übereinstimmung mit anderen Studien (Kotter et al., 1997; Richter et al., 2004) wurde ein hoher Prozentsatz von Arthrosen des Chopart- und benachbarter Gelenke beobachtet. Richter et al. beschrieben 2004 in 59 Röntgenbildern 15 moderat (25,4%) und 10 schwer (16,9%) ausgeprägte Arthrosen. 11 Fälle (18,6%) wiesen keine Arthroserieichen auf. Kotter et

al. fanden 1997 bei 17 Frakturen 7 mäßige (41,2%) und 5 schwere Arthrosen (29,4%) im USG. Keine Arthrose wurde nur in 1 Fall (5,9%) dokumentiert.

In der vorliegenden Studie wiesen bei 70 durchgeführten Röntgenkontrollen lediglich 5 Patienten keine Arthrose (7,1%), 23 Patienten (32,9%) eine leichte Arthrose (Grad I und II) und 12 Patienten (17,1%) schwere Arthrosen (Grad III und IV) im Chopart-Gelenk ohne Beteiligung von angrenzenden Gelenken auf. In der Mehrheit der Fälle (n = 30; 42,9%) wurden Arthrosen (alle Grade) im Chopart-Gelenk und benachbarten Gelenken dokumentiert. In der Studie von Kotter und Mitarbeitern von 1997 konnte kein Zusammenhang zwischen Arthrosegrad und klinischem Ergebnis nachgewiesen werden. Auch andere Autoren fanden keinen derartigen Zusammenhang (Suren und Zwipp, 1989; Wagner und Weckbach, 1995).

In der durchgeführten Untersuchung konnte dagegen eine Korrelation zwischen radiologischer Arthroseausbildung und klinischem Ergebnis gezeigt werden. Patienten mit schweren Chopart-Arthrosen und/oder Arthrosen in den Nachbargelenken zeigten im AOFAS, dem FFI-D und der SF-36 KSK signifikant schlechtere Ergebnisse als Patienten mit keiner oder leichter Arthrose im Chopart-Gelenk. So schwankte beispielsweise der Wert im FFI-D zwischen 15,2 Punkten bei leichter und 33,9 Punkten bei schwerer Arthrose. Auch in den geprüften passiven Beweglichkeiten im Vergleich zur Gegenseite wurden signifikant geringere Bewegungsausmaße bei Patienten mit einem höheren Arthrosegrad nachgewiesen. So zeigten beispielsweise bei der Bewegung zwischen Vor- und Rückfuß Patienten ohne Arthrose 98,0% Restbeweglichkeit, Patienten mit einer leichten Arthrose rund 74,8% und Patienten mit schwerer Arthrose nur noch 38,3% Restbeweglichkeit im Vergleich zur gesunden Gegenseite. Patienten mit einer stärkeren radiologischen Ausprägung der Arthrose hatten also auch ein schlechteres klinisches und funktionelles Ergebnis. Weitergehend konnte auch eine Korrelation zwischen der Verletzungsschwere und der Arthroseausprägung deutlich gemacht werden. Umso höher die allgemeine oder auch lokale Verletzungsschwere des Chopart-Gelenkes war, desto stärker bildete sich die Arthrose im Chopart- bzw. in angrenzenden Fußgelenken aus.

5.5. Rekonstruktion der Fußgeometrie

Eines der wichtigsten Prinzipien in der Behandlung von Chopart-Luxationsfrakturen ist die Wiederherstellung der Zweisäulenstatik des Fußes mit korrekter Länge der medialen und lateralen Fußsäule (Rammelt et al., 2002). Es konnte gezeigt werden, dass ein ungleiches Verhältnis zwischen medialer und lateraler Fußsäule messbar negative Effekte auf das Gangbild hat (Mittlmeier et al., 1997). Werden Bandläsionen oder Ausrisse des Ligamentum bifurcatum am Proc. anterior calcanei oder der Tibialis-posterior-Sehne an der Tuberositas ossis navicularis übersehen, können diese schmerzhafte Instabilitäten oder gar einen posttraumatischen Pes planus bzw. einen Kollaps des Fußlängsgewölbes herbei führen

(Dewar und Evans, 1968; Main und Jowett, 1975; Rammelt et al., 2002). Fehlverheilte Chopart-Luxationsfrakturen haben gravierende Folgen für die Patienten (Rammelt et al., 2009).

In der vorliegenden Studie wurden röntgenologisch die Abweichungen der talometatarsalen Achse in der dorsoplantaren und seitlichen Ansicht vermessen, um einen Überblick über die Stellungen und Längen der Fußsäulen zu gewinnen. Im dorsoplantaren Strahlengang zeigten 4 Patienten Achsabweichungen über 10° im Sinne einer Adduktion und 7 Patienten zeigten Abweichungen über 10° im Sinne einer Abduktion. Es wurde deutlich, dass Patienten mit Fehlstellungen über 10° in der dorsoplantaren Ebene tendenziell schlechtere Ergebnisse im AOFAS, dem FFI-D sowie der SF-36 KSK und SF-36 PSK zeigten.

Bei der Beurteilung des Fußlängsgewölbes wurden in 5 Fällen Achsabweichungen über 10° im Sinne einer Hohlfußbildung und in 4 Fällen Abweichungen über 10° im Sinne einer Plattfußbildung gemessen. Größere Fehlstellungen zeigten auch hier tendenziell schlechtere Ergebnisse, vor allem bei Hohlfußbildung. Umso größer die Abweichung der Achse war, desto höher waren in den Bewegungsmessungen der einzelnen Gelenke auch die Funktionseinschränkungen.

Zusammenfassend zeigten sich die funktionellen Auswirkungen besonders deutlich bei Vorliegen einer Vorfußadduktion und Hohlfußbildung über 10° , was aufgrund schlechterer biomechanischer Gegebenheiten weniger gut zu kompensieren ist als ein Plattfuß mit Vorfußabduktion. Die Score-Ergebnisse zeigten zwar aufgrund niedriger Patientenzahlen in den einzelnen Untergruppen keine signifikanten Unterschiede an, dennoch waren die Ergebnisse für Hohlfußbildung und Vorfußadduktion sichtbar schlechter (siehe S. 69, Abb. 37).

Richter et al., 2004 analysierten ähnliche Patientenzahlen. In 59 analysierten Röntgenbildern wurden 22 inkorrekte Längen der medialen Fußsäule und 20 inkorrekte Längen der lateralen Fußsäule gemessen. Weiterhin wurden in der genannten Arbeit bei der Analyse der Fußlängsgewölbe in 14 Fällen mittelmäßig und in 11 Fällen schlecht ausgebildete Längsgewölbe gesehen.

5.6. Funktionelle Ergebnisse und prognostische Faktoren

Der durchschnittliche AOFAS Ankle-Hindfoot Score in dieser Arbeit betrug 71,5 Punkte und spiegelte somit ein gutes Ergebnis wider. Ähnliche Ergebnisse fanden Richter und Mitarbeiter 2004, welche im AOFAS Ankle-Midfoot Score einen Durchschnittswert von 75 Punkten beschrieben. Rammelt et al. konnten 2002 bei 25 Patienten einen durchschnittlichen Wert von 72 Punkten in der AOFAS Midfoot-Scale zeigen. In einer Arbeit von 2013 zu dislozierten intraartikulären Calcaneusfrakturen, welche Gemeinsamkeiten mit vorliegender Studie verbindet, fanden Rammelt et al. einen AOFAS Ankle-Hindfoot Score von 72,6 Punkten.

Die deutsche Version des Foot Function Index (FFI) (Budiman-Mak, 1991) ist nachgewiesenermaßen validiert für Patienten mit Fußverletzungen oder -erkrankungen (Naal et al., 2008). In der vorliegenden Arbeit wurde ein mittlerer FFI-D-Wert von 26,9 Punkten gemessen, was ebenfalls ein gutes Ergebnis darstellt, denn 0 Punkte ist hier das beste und 100 Punkte das schlechteste Ergebnis. Leider ist bisher kein Wert aus anderen Studien zu Chopart-Luxationsfrakturen bekannt, der als Vergleichswert dazu dienen könnte. Rammelt et al., 2013 beschrieben in oben genannter Arbeit zu intraartikulären Calcaneusfrakturen einen FFI-D Wert von 29,5. Potter und Nunley, 2009 fanden ebenfalls in einer Arbeit zu intraartikulären Calcaneusfrakturen 21 Punkte im Foot-Function-Index.

Der SF-36 ist der am häufigsten eingesetzte Score zur Messung gesundheitsbezogener Lebensqualität (Tarlov et al., 1989; Ware et al., 1993). Der durchschnittliche Wert der körperlichen Summenskala lag in dieser Studie bei 43,3 Punkten und war damit niedriger als der Wert aus der deutschen Normstichprobe (Bullinger, 1995; Bullinger und Kirchberger, 1998). Dagegen war der Wert der psychischen Summenskala mit 51,2 Punkten nahezu identisch mit dem Wert der deutschen Norm. Auch dafür gab es keine Referenzen aus der Literatur, welche einen Vergleich ermöglicht hätten. Dennoch seien auch hier aufgrund vieler Ähnlichkeiten Arbeiten zu intraartikulären Calcaneusfrakturen genannt, in welchen die beiden Summenskalen des SF-36 vergleichbare Ergebnisse zeigten:

Westphal et al., 2003:	KSK, 38 Punkte; PSK, 50 Punkte
Hirschmüller et al., 2011:	KSK, 42 Punkte; PSK, 52 Punkte
Rammelt et al., 2013:	KSK, 44 Punkte; PSK, 55 Punkte

Die Patienten schätzten also ihre physische Gesundheit etwas schlechter ein als der deutsche Durchschnitt, die psychische Komponente dagegen blieb auf lange Sicht uneinträchtigt.

In der eigenen Untersuchung wurde in 23,3% der Fälle ein Arbeitsunfall gesehen. Diese Patienten zeigten in allen getesteten Scores signifikant schlechtere Ergebnisse als Patienten, welche einen Freizeitunfall erlitten. Allerdings wurden in der Überprüfung der resultierenden Bewegungsumfänge der Fußgelenke fast identische Werte in beiden Gruppen und folglich keine signifikanten Unterschiede gesehen. Es mag sein, dass bei Arbeitsunfällen am Arbeitsort durch höhere direkte Gewalteinwirkung ein stärkerer Verletzungsgrad vorliegen kann, zum Beispiel bei Quetschverletzungen durch große Maschinen. Die Mehrzahl der Arbeitsunfälle waren im untersuchten Krankengut allerdings Wegeunfälle mit Pkw oder Motorrad, welche sich nicht von anderen Verkehrsunfällen unterschieden. Auch ist im Allgemeinen bekannt, dass Patienten, welche einen Arbeitsunfall mit verschiedensten Verletzungen erlitten und Zahlungen aus der Unfallversicherung erhalten, niedrigere Werte in Nachuntersuchungen und funktionellen Scores zeigen (Harris et al., 2005). In diversen Studien zu intraartikulären Calcaneusfrakturen (Geel und Flemister, 2001; Buckley et al.,

2002; Rammelt et al., 2013) konnten ebenfalls schlechtere Ergebnisse gezeigt werden, wenn Patienten einen Arbeitsunfall erlitten.

Bei 22 Patienten (29,3%) lag ein Polytrauma vor, was Angaben von Richter et al. aus 2004 bestätigte, welche in 25% der Fälle ein Polytrauma sahen. Fasste man mehrfachverletzte Patienten ohne Vitalbedrohung und polytraumatisierte Patienten (mit Vitalbedrohung) zusammen, so stieg die Anzahl derer auf 49 (67,1%) an und ging in Richtung des von Kotter et al., 1997 beobachteten Auftretens (79%). Ein lokal isoliertes Trauma lag demzufolge in 32,9% vor, was in der früheren Literatur nur mit unter 10% angegeben wurde (Zwipp, 1994). In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass schwere Begleitverletzungen, allen voran die Polytraumatisierung, signifikant schlechtere Ergebnisse im AOFAS-Score, FFI-D und der SF-36 KSK zur Folge hatten. Damit konnten die vorhandenen Studien- und Literaturangaben bestätigt werden (Kotter et al., 1997; Grass et al., 2001; Richter et al., 2001; Rammelt et al., 2002; Richter et al., 2004).

Allerdings wurde die Verletzungsschwere genauer differenziert. In vorliegender Studie zeigten assoziierte Frakturen des ipsilateralen Fußes, Verletzungen bzw. Frakturen im Lisfranc-Gelenk eingeschlossen, Polytrauma aber ausgeschlossen, keine signifikant schlechteren Ergebnisse als alleinige Chopart-Luxationsfrakturen. Die Ergebnisse von Richter et al., 2004 gehen damit nicht einher, da dort für das gleichzeitige Vorliegen einer Lisfranc-Verletzung des ipsilateralen Fußes ein signifikanter Unterschied in den Scores gesehen wurde.

Betrachtete man die Verletzungsschwere im Chopart-Gelenk anhand der Zwipp-Klassifikation, so war der Unterschied zwischen allen einfach im Chopart-Gelenk verletzten Patienten (Typ 2 - 5) gegenüber allen Kombinationsverletzungen (Typ 6) im AOFAS-Score signifikant. Patienten mit Typ-6-Verletzungen schnitten in den Scores und vor allem in den resultierenden Bewegungsumfängen regelhaft schlechter ab. Für die gemessenen Gelenkbewegungen wurden ebenfalls signifikante Unterschiede dokumentiert. Noch deutlicher wurde dieser Umstand bei der Betrachtung der verschiedenen Kombinationstypen (einfach, zweifach, dreifach, vierfach und transligamentär). Hier lagen signifikante Unterschiede für den AOFAS-Score und den FFI-D vor. Je mehr Knochen des Gelenkes frakturiert wurden, desto schlechter war auch hier das Ergebnis in allen Scores. Dabei ist besonders die transligamentäre Luxationsform hervorzuheben, welche mit Abstand die schlechtesten Ergebnisse zeigte. Hierbei scheinen die stärksten Kräfte und Gewalten zu wirken, was zu schwersten Weichteilverletzungen führt und regelhaft ein unbefriedigendes bzw. schlechtes Outcome zur Folge hat. In Analogie zu den Literaturangaben (Main und Jowett, 1975; Zwipp, 1994; Kotter et al., 1997; Milgram, 2002), in welchen die komplette transligamentäre Luxation im Chopart-Gelenk als nur fallweise und extrem selten beschrieben wird, kamen lediglich 3 Fälle im eigenen Patientengut vor.

Bei Betrachtung der einzelnen Subgruppen der einfachen Verletzungen nach Zwipp (Typen 2 - 5) erbrachten Patienten mit einer transcalcanearen Verletzung schlechtere Ergebnisse als die anderen Patienten. Danach folgten Patienten mit einer transnavicularen Luxationsfraktur, gefolgt von Patienten mit einer transcuboidalen Verletzung. Am besten schnitten Patienten mit einer transtalaren Luxationsfraktur ab. Hierbei ist aber zu diskutieren, dass diesbezüglich ungenaue Angaben bzw. Verzerrungen durch kleine Subgruppenzahlen wahrscheinlich sind. Leider sind dazu bisher keine Ergebnisanalysen der Untergruppen in der Literatur vorhanden, welche als Vergleich dienen können.

Zusammenfassend war festzuhalten, dass scheinbar die Natur der Chopart-Luxationsfraktur an sich das Ergebnis der Patienten wesentlich mehr beeinflusst als die assoziierten Verletzungen anderer Fußgelenke oder -kompartimente. Dies legt wiederum den Schluss nahe, dass die Chopart-Luxationsfraktur die entscheidende Verletzung für die Prognose darstellt. Das bestätigt auch die Beobachtung von Kotter et al., 1997, welche berichteten, dass die erlittene Verletzung des Chopart-Gelenkes für Mehrfachverletzte das wesentliche Residuum ihres Traumas darstellte.

Somit wird noch einmal die eminente Bedeutung dieses Gelenkes für die globale Fußfunktion hervorgehoben.

Übereinstimmend mit der vorhandenen Literatur (Ricci et al., 2002; Richter et al., 2004) zeigten Patienten mit offenen Verletzungen im AOFAS-Score, dem FFI-D und der SF-36 KSK signifikant schlechtere Werte an. Auch die resultierenden Beweglichkeiten in den verschiedenen Fußgelenken waren jeweils signifikant unterschiedlich, wenn eine offene Fraktur vorlag.

Somit war aus zusammenfassender Betrachtungsweise eine größere Verletzungsschwere der Patienten ein signifikant negativer Prognosefaktor für deren Outcome.

Eine relevante Begleiterkrankung mit Folgen für die Patienten ist der Diabetes mellitus. In vorliegender Studie litten zum Unfallzeitpunkt 8 Patienten an einem Diabetes mellitus Typ I oder II. Das entsprach 11% aller Fälle. Diese Patienten zeigten einen deutlich negativen Trend in den Scores, wobei nur für die SF-36 KSK eine Signifikanz gezeigt werden konnte. Zu diskutieren sind hier die oftmals vorhandenen weiteren Komorbiditäten und die pathognomonisch mit der diabetischen Erkrankung verknüpften Komplikationen wie Vaskulo- und Neuropathien, welche das Ergebnis per se verschlechtern.

In der durchgeführten Arbeit konnte keine statistische Signifikanz zwischen der Art der Behandlung (konservativ versus operativ) nachgewiesen werden. Sie schloss sich damit an die Berichte von Richter et al., 2004 an. Dieser Fakt war aber aufgrund der geringen Power und niedrigen Fallzahl keinesfalls aussagekräftig. Zudem hatten die beiden nicht operierten Patienten aus der Studienpopulation nicht dislozierte Chopart-Luxationsfrakturen mit einem

geringem Weichteilschaden und erhaltener Stabilität des Gelenkes. Deshalb wurde, wie in der Literatur auch empfohlen wird (Zwipp, 1994; Randt et al., 1998), ein konservatives Vorgehen bevorzugt, welches zu sichtbar guten Ergebnissen führte. Der mittlere AOFAS-Score, die SF-36 PSK sowie die verbliebenen Bewegungsausmaße in den Gelenken (OSG, gesamtes USG, Vor-/Rückfuß) zeigten jeweils sogar höhere Werte an als bei den operativ versorgten Patienten, was die niedrige Verletzungsschwere widerspiegelt und für ein konservatives Vorgehen bei bestehender Indikation spricht.

Bei Betrachtung des ersten Operationszeitpunktes wurden die besten Ergebnisse bei denjenigen Patienten gesehen, welche leicht verzögert operiert wurden, was bereits von Kotter et al., 1997 beobachtet wurde. Jeweils ähnliche Score-Ergebnisse lieferten die Gruppen, die im Zeitraum von 1 Woche, 2 Wochen und 3 - 4 Wochen operiert wurden. Schlechtere Punktwerte zeigten diejenigen Patienten, die innerhalb von 24 Stunden oder erst nach mehr als 4 Wochen versorgt wurden. Somit schien der Zeitpunkt 1 bis 4 Wochen die beste Prognose zu haben, da dann der Fuß beispielsweise genügend abgeschwollen ist, um eine einwandfreie Reposition und Retention zu gewährleisten. Ein zu langes Abwarten hatte ein schlechteres Outcome zur Folge.

Die Notwendigkeit einer notfallmäßigen Operation innerhalb von 24 Stunden weist auf eine hohe Verletzungsschwere hin (offene Frakturen, Kompartmentsyndrome, schwere Dislokationen), was in den Scores schlechtere Ergebnisse hervorbrachte. Auch nach Meinung aus der Literatur sollten diese Patienten einen schnellstmöglichen operativen Notfalleingriff zur Vermeidung von Weichteilnekrosen, Kompartmentsyndromen und Infektionen erhalten (Suren und Zwipp, 1986; Suren und Zwipp, 1989; Zwipp, 1994; Kotter et al., 1997; Randt et al., 1998; Rammelt et al., 2002). Deshalb ist das schlechte Abschneiden in den Scores nicht auf die frühe Operation, sondern eher auf das ausgeprägte Verletzungsbild zurückzuführen, welches hier als Confounder auftritt.

Bei der Art der Reposition zeigten offen reponierte Luxationsfrakturen die besten Score-Werte und unterschieden sich stark, wenn auch nicht signifikant, von nur geschlossen reponierten Luxationsfrakturen. Dieser Umstand wurde in der vorhandenen Literatur eindeutig beschrieben (Main und Jowett, 1975; Zwipp, 1994; Kotter et al., 1997; Rammelt et al., 2002; Richter et al., 2004). Die schlechtesten Werte erzielten Patienten, welche in einer ersten Operation eine geschlossene Reposition mit anschließender Transfixation im Fixateur externe bzw. mit Kirschner-Drähten oder eine andersartige Retention erhielten und welche dann später im Rahmen einer zweiten Operation definitiv und mit offener Reposition versorgt wurden. Auch im direkten Vergleich zwischen Patienten mit einer einzeitigen Operation und Patienten mit mehrzeitigen Operationen wurden im AOFAS-Score signifikant schlechtere Werte und im FFI-D und der SF-36 KSK definitiv schlechtere, aber nicht signifikante Unterschiede sichtbar. Auch die resultierenden Beweglichkeiten in den Fußgelenken waren bei Patienten mit mehreren Operationen signifikant eingeschränkt. Somit wird das definitive

einzeitige Vorgehen mit offener Reposition und interner Fixation unterstrichen, sofern es die vorliegenden weiteren Faktoren, wie zum Beispiel offene Verletzungen, Verletzungsschwere und Verfügbarkeit eines fußchirurgisch erfahrenen Operateurs zulassen und keine Kontraindikationen bestehen. Auch hier muss wiederum die Schwere der Verletzung als wichtiger Confounder beachtet werden, da ein komplexes und offenes Fußtrauma, unter Umständen mit Polytraumatisierung und lebensbedrohlichen Verletzungen, fast immer ein mehrzeitiges operatives Vorgehen mit initialer Transfixation und nachfolgender definitiver Versorgung notwendig machen.

Auch Richter et al. konnten 2004 anhand der Versorgung von 51 Chopart-Luxationsfrakturen zeigen, dass eine offene Reposition mit anschließender interner Osteosynthese bessere Ergebnisse erzielte als eine geschlossene Reposition mit anschließender interner Osteosynthese.

Die Durchführung einer primären Arthrodese in 7 Fällen zeigte im AOFAS-Score und dem FFI-D signifikant schlechtere Werte an und resultierte in hochgradigen Funktionseinschränkungen, was aus den gemessenen Bewegungsumfängen der Gelenke hervorging. Die Durchführung einer sekundären Arthrodese (n = 7) wegen schmerzhafter posttraumatischer Arthrose oder in Fehlstellung verheilter Frakturen zeigte im AOFAS-Score einen signifikanten Unterschied im Vergleich zu Patienten ohne sekundäre Arthrodese an. Wie aus der Literatur bekannt ist, geht eine Fusion des Chopart-Gelenkes mit einer deutlichen Bewegungseinschränkung im Subtalar- und im oberen Sprunggelenk einher (Astion et al., 1997; Beischer et al., 1999). In verschiedenen biomechanischen Studien (Deland et al., 1995; Astion et al., 1997; Wulker et al., 2000) wurde gezeigt, dass gerade die Fusion des Talonavicular-Gelenkes mit einem eminenten Bewegungsverlust der gesamten Fußwurzel einher geht, da die von Natur aus bestehenden geringen Beweglichkeiten im Calcaneocuboid- und Subtalar-Gelenk somit noch stärker eingeschränkt werden. Daher sollte die Notwendigkeit einer Arthrodese kritisch geprüft werden, da diese die Elastizität der lateralen Fußsäule negativ beeinträchtigt (Hansen, 2000). In der vorliegenden Arbeit, in welcher allerdings nicht zwischen dem genauen Ort der sekundären Fusion unterschieden wurde, zeigten sich in den resultierenden Bewegungsumfängen der Patienten mit sekundären Arthrodesen in allen Gelenken signifikant schlechtere Beweglichkeiten, welche zu den niedrigen Score-Ergebnissen passen. Dennoch muss auch hier auf die hohe Verletzungsschwere des Fußes bei Patienten mit primärer oder sekundärer Arthrodese hingewiesen werden, welche einen Einfluss auf die Ergebnisse der Scores hatte.

5.7. Patientenzufriedenheit, Arbeits- und Sportfähigkeit

Bei der Befragung der Patienten, wie zufrieden sie mit der Behandlung und der resultierenden Fußfunktion selbst waren und dafür Schulnoten (1 bis 5) vergeben sollten, wurde ein eindeutig positives Signal deutlich. 33 mal wurden jeweils die Schulnote 1 und 2 und 9 mal die Schulnote 3 vergeben. Kein Patient vergab die Note 4 oder 5. Damit zeigte sich, dass die große Mehrheit der Patienten mit der Art und Weise der Behandlung zufrieden war und trotz der funktionellen Einschränkungen im Alltag diese anerkennt und „damit lebt“. Ein klarer Zusammenhang wurde auch zwischen den vergebenen Schulnoten und den Score-Ergebnissen sowie den resultierenden Bewegungsumfängen gesehen. Diese Beziehungen zwischen subjektivem Patienteneindruck und erreichtem Score- und Beweglichkeitsergebnis konnten mit der vorliegenden Studie erstmals dargestellt werden.

Kotter et al., 1997 berichteten, dass in ihrem untersuchten Krankengut lediglich ein Drittel der Patienten in deren alten Beruf weiterarbeiten konnte und kein Patient uneingeschränkt wieder sportfähig war. In vorliegender Studie konnte gezeigt werden, dass 62%, also knapp zwei Drittel der Patienten im alten Beruf weiterarbeiten konnten. Die Auswirkung auf das Berufsleben war somit recht hoch, da mehr als ein Drittel der Patienten in irgendeiner Form im Berufsleben beeinträchtigt war oder noch ist. Davon wurden allein 9 Patienten (33,3%) wegen des Unfalls berentet. Insgesamt wurde 32 Patienten eine Minderung der Erwerbsfähigkeit bzw. Erwerbsminderung zugesprochen, was die negativen sozioökonomischen Auswirkungen eines solchen Unfalls zusätzlich hervorhebt.

Die Konsequenz auf die bleibende Sportfähigkeit stellte sich noch negativer als die beruflichen Einschränkungen dar, wie auch von Kotter et al., 1997 bereits beschrieben wurde. Die Autoren fanden bei 15 regelmäßig sporttreibenden Patienten 10 sportunfähige und 5 eingeschränkt sportfähige Patienten. In der vorliegenden Studie berichteten 40 von 73 Patienten (54,8%) über sportliche Einschränkungen oder eine Sportunfähigkeit. Es wurden insgesamt zwischen Berufs- bzw. Sportfähigkeit und dem AOFAS-, dem FFI-D- und dem SF-36-KSK-Score signifikante Zusammenhänge deutlich. Kotter et al., 1997 berichteten ebenfalls über einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Punktzahl des Nachuntersuchungsschemas und dem Ausmaß der Berufs- und Sportfähigkeit.

Analog zu den Ergebnissen aus den verschiedenen Scores beeinflussten eine hohe allgemeine Verletzungsschwere, eine größere Verletzungsschwere des Chopart-Gelenkes, eine offene Fußverletzung und mehrere stattgefundenen Operationen die Berufs- und Sportfähigkeit negativ.

6. Zusammenfassung

6.1. Zusammenfassung

Chopart-Luxationsfrakturen sind seltene und oft übersehene Fußverletzungen, welche häufig im Rahmen von Mehrfachverletzungen oder Polytraumen auftreten. Ein hoher Prozentsatz der Patienten hat nach dieser Fußverletzung funktionelle Einschränkungen in ihrem täglichen Leben oder innerhalb des Berufes. In der Literatur finden sich nur wenige Studien mit zumeist geringen Fallzahlen zu dieser Thematik.

In der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene patientenbezogene und behandlungsspezifische Faktoren bezüglich ihres Effektes auf die resultierende Fußfunktion analysiert. Weiterhin wurden Früh- und Spätkomplikationen sowie die Ausbildung einer Arthrose erfasst und deren Einfluss auf das funktionelle Ergebnis untersucht.

In den Jahren 2012 und 2013 wurden insgesamt 122 Fälle von Chopart-Luxationsfrakturen analysiert, welche zwischen Januar 1994 und Dezember 2009 in der Unfallchirurgischen Klinik des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus behandelt worden waren. Von diesen 122 Patienten konnten insgesamt 73 Patienten mit 75 Chopart-Verletzungen funktionell nachuntersucht werden (59,8%). 69 Patienten erschienen persönlich zur Nachuntersuchungssprechstunde, 4 Patienten wurden per Brief und Telefoninterview befragt. Der mittlere Follow-up-Zeitraum betrug 9,7 Jahre (Spanne, 4 bis 18 Jahre).

Die Patientendaten wurden mit einem Anamnesebogen erfasst und mithilfe der Patientenakten ergänzt. Zur Einteilung der Verletzungsschwere wurde zum einen die Zwipp-Klassifikation genutzt, zum anderen wurde erfasst, ob eine isolierte Chopart-Luxationsfraktur bestand oder weitere ipsilaterale Fußfrakturen bzw. ein Polytrauma vorlagen.

Die Fußfunktion wurde mithilfe des American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Ankle-Hindfoot Scores und der deutschen Version des Foot-Function-Index (FFI-D) gemessen. Physische und psychische Auswirkungen der Verletzung wurden mit der körperlichen (KSK) und psychischen Summenskala (PSK) des SF-36 evaluiert. Desweiteren wurden Röntgenaufnahmen beider Füße im Stehen angefertigt, um Arthroseausprägungen und Fehlstellungen zu quantifizieren.

Verletzungen des Chopart-Gelenkes betrafen vorrangig junge Patienten. Das Durchschnittsalter lag bei 37,6 Jahren (Spanne, 14 - 68 Jahre). Die meisten Verletzungen traten in der Altersgruppe der 31 - 40 Jährigen auf (n = 17; 23,3%). Ein Pkw- oder Motorradunfall war mit 53,4% die häufigste Verletzungsursache, gefolgt von Höhenstürzen mit 20,5%. Ein Arbeitsunfall lag in 23,3% der Fälle vor. Bei Betrachtung des Chopart-Gelenkes war die distale

Gelenkreihe (Os naviculare und Os cuboideum) mit 86 Frakturen mehr als doppelt so häufig betroffen wie die proximale Reihe (Taluskopf und Proc. anterior calcanei) mit 35 Frakturen. In nahezu 30% waren die Patienten polytraumatisiert.

Der mittlere AOFAS-Score-Wert betrug 71,5 Punkte, der mittlere FFI-D-Wert lag bei 26,9 Punkten und die mittleren Werte der SF-36 KSK und PSK lagen bei 43,5 bzw. 51,2 Punkten. In Bezug auf die patientenabhängigen Faktoren wurden signifikant niedrigere Fuß-Scores beim Vorliegen eines Arbeitsunfalles, einer höheren allgemeinen und lokalen (das Chopart-Gelenk betreffenden) Verletzungsschwere sowie einer offenen Verletzung des Fußes gesehen. Auf Seiten der behandlungsspezifischen Faktoren waren ein mehrzeitiges operatives Vorgehen sowie die Verwendung von primären oder sekundären Arthrodesen mit signifikant schlechteren Ergebnissen assoziiert. Patienten, welche nach mehr als 4 Wochen operiert wurden, zeigten eine Tendenz zu schlechteren Ergebnissen. Patienten mit offener Reposition und interner Osteosynthese erzielten in allen Scores die besten Resultate.

Patienten mit Infektionen im Wundgebiet zeigten einen Trend zu schlechteren Ergebnissen in den Scores.

Desweiteren wurde deutlich, dass in 17,4% der Fälle schwere Arthrosen (Grad III und IV) im Chopart-Gelenk und in 42,0% der Fälle Arthrosen (Grad I bis IV) sowohl im Chopart-Gelenk als auch in Nachbargelenken gesehen wurden. Lediglich 7,2% der Fälle zeigten keine Arthrosezeichen. Dabei lagen signifikant schlechtere funktionelle Scores vor, wenn ein höherer radiologischer Arthrosegrad bzw. Arthrosen in Nachbargelenken auftraten.

Zudem wies rund ein Drittel der Patienten bedeutende Beeinträchtigungen im Beruf und über die Hälfte der Patienten Einschränkungen in der Freizeit bzw. im Sport auf.

Die vorliegende Arbeit bestätigte, dass Chopart-Luxationsfrakturen relevante Auswirkungen auf die Langzeitprognose der Patienten hatten. Dabei korrelierte die Verletzungsschwere negativ mit dem funktionellen Resultat der betroffenen Patienten.

Ein rechtzeitiges Erkennen der Fraktur mit zeitgerechter, anatomischer Wiederherstellung der Zweisäulenstatik und der Gelenkebenen und anschließender stabiler Retention sowie Transfixierung bei ligamentären Instabilitäten sicherte überwiegend gute klinische und funktionelle Ergebnisse.

6.2. Summary

Chopart (mid-tarsal) fracture-dislocations are rare and commonly overlooked injuries of the foot, which often occur in polytraumatized or multiply injured patients. The majority of the patients will suffer some lasting functional restrictions both regarding their work and activities of daily living. There are only few studies in the literature with small patient numbers analyzing the outcome of patients with Chopart fractures or fracture-dislocations.

In this study various patient- and treatment-related factors were evaluated with respect to their impact on long-term foot function. Early and late complications, such as infection, avascular necrosis of the navicular and the occurrence of posttraumatic arthritis were documented.

In total, 122 patients with Chopart fractures or fracture-dislocations were treated between January 1994 and December 2009 at the Clinic of Trauma and Reconstructive Surgery at the University Hospital „Carl Gustav Carus“ in Dresden. Between 2012 and 2013, 73 patients with 75 Chopart fracture-dislocations were available for follow-up (60%). Of them, 69 could be physically examined and 4 patients were interviewed by telephone and sent in their questionnaires. The average time to follow-up was 9.7 years (range, 4 to 18 years).

Patient history was documented on a standardized sheet and completed with help of the patients' charts. The Zwipp classification for Chopart fracture-dislocations was used to estimate the severity of injury. Accompanying injuries at the foot and elsewhere were documented as well as polytrauma.

Foot function was quantified with the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Ankle-Hindfoot score, the German version of the Foot-Function-Index (FFI-D) and the SF-36 physical (KSK) and mental component summary (PSK) scores. Radiographs were taken to detect posttraumatic arthritis and residual deformity.

Chopart fracture-dislocations were mainly diagnosed in younger patients. The average patient age was 37.6 years (range, 14 to 68 years), most of them aged between 31 and 40 years (n = 17; 23.3%). The most frequent cause of injury was a motor-vehicle-accident with car or motorbike (53.4%). Falls from a height also made up a number of Chopart fracture-dislocations not negligible (20.5%). An industrial accident was seen in 23.3%. The distal row of the Chopart joint with the navicular and cuboid was affected more than twice often as the proximal row with the talar head and the anterior process of the calcaneus (distal, n = 86; proximal, n = 35). Nearly 30% of the patients were polytraumatized.

The mean AOFAS score was 71.5, the mean FFI-D score was 26.9 and the mean SF-36 physical and mental summary scores were 43.5 and 51.2 points, respectively. A negative correlation was noted between the foot scores and work-related injuries, a higher general

injury severity, open and multiple Chopart fractures and complete ligamentous (trans-ligamentous) Chopart dislocations defined as patient-related factors. Several treatment-related factors such as two-step operations and the use of primary or secondary arthrodesis also showed a significant negative correlation regarding the foot scores. Patients with a treatment later than 4 weeks after trauma had poor results in the scores. Open reduction and internal fixation led to better results than closed reduction and internal fixation.

Infections had a major influence on the outcome. However, whether the infection was deep or there was just a superficial wound necrosis made no difference. Both types of infections led to poor results in the scores.

The majority of the patients had evidence of posttraumatic arthritis mainly in the Chopart joint, 17.4% with Kellgren III and IV in the Chopart joint only and 42% with Kellgren I to IV in the Chopart joint and adjacent joints. Only 7.2% of the analyzed radiographs showed no arthritic signs. Patients with a higher grade of arthritis showed statistically worse results than patients with no or minor posttraumatic arthritis.

In addition, one third of the patients reported restrictions in their working capacities and more than half of the patients told about restrictions in recreational and sports activities. Both was reflected by lower functional scores in these patients.

In this study Chopart dislocations and fracture-dislocations caused relevant functional restrictions in the long-term. A higher injury severity resulted in significantly lower scores and foot function. Early diagnosis with a high index of suspicion, preoperative planning, open reconstruction of the medial and lateral column in combination with the anatomic restoration of the articular surfaces, and stable internal fixation with additional transfixation in case of ligamentous instability ensured overall good functional results.

7. Literaturverzeichnis

Abidi NA, Dhawan S, Gruen GS, Vogt MT, Conti SF. 1998. Woundhealing risk factors after open reduction and internal fixation of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 19:856-861.

Andermahr J, Helling HJ, Maintz D, Monig S, Koebke J, Rehm KE. 2000. The injury of the calcaneocuboid ligaments. *Foot Ankle Int* 21:379-384.

Astion DJ, Deland JT, Otis JC, Kenneally S. 1997. Motion of the hindfoot after simulated arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 79:241-246.

Beischer AD, Brodsky JW, Pollo FE, Peereboom J. 1999. Functional outcome and gait analysis after triple or double arthrodesis. *Foot Ankle Int* 20:545-553.

Bellach B, Ellert U, Radoschewski M. 2000. Der SF-36 im Bundes-Gesundheitssurvey. Erste Ergebnisse und neue Fragen. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 43:210-216.

Benirschke SK, Sangeorzan BJ. 1993. Extensive intraarticular fractures of the foot: surgical management of calcaneal fractures. *Orthop Relat Res* 292:128-134.

Bèzes H, Massart P, Delvaux D, Fourquet JP, Tazi F. 1993. The operative treatment of intraarticular calcaneal fractures: indications, technique and results in 257 cases. *Clin Orthop Relat Res* 290:55-59.

Brenner P, Rammelt S, Gavlik JM, Zwipp H. 2001. Early soft tissue coverage after complex foot trauma. *World J Surg* 25:603-609.

Brutscher R. 1991. Fractures and luxations of the mid- and forefoot. *Orthopaede* 20:67-75.

Buckley R, Tough S, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D, Galpin R. 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:1733-1744.

Budiman-Mak E. 1991. The foot function index: A measure of foot pain and disability. *J Clin Epidemiol* 44:561; 561-570; 570.

Bullinger M, Kirchberger I. 1998. SF-36-Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handanweisung. Hogrefe-Verlag GmbH & Co. KG., Göttingen.

Bullinger M. 1995. German translation and psychometric testing of the SF-36 health survey: Preliminary results from the IQOLA project. international quality of life assessment. *Soc Sci Med* 41:1359-1366.

Court-Brown CM, Schmied M, Schutte BG. 2009. Factors affecting infection after calcaneal fracture fixation. *Injury* 40:1313-1315.

Deland JT, Otis JC, Lee KT, Kenneally SM. 1995. Lateral column lengthening with calcaneocuboid fusion: Range of motion in the triple joint complex. *Foot Ankle Int* 16:729-733.

- Dewar FP, Evans DC. 1968. Occult fracture-subluxation of the midtarsal joint. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume* 50-B:386-388.
- Dhillon MS, Nagi ON. 1999. Total dislocations of the navicular: Are they ever isolated injuries? *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume* 81-B:881-885.
- Eichenholtz SN, Levine DB. 1964. Fractures of the tarsal navicular bone. *Clin Orthop Relat Res* 34:142-157.
- Fick R. 1911. Spezielle Gelenk- und Muskelmechanik. In: Bardeleben K (Hrsg) *Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke*. 2. Bd., 3. Teil. Fischer, Jena.
- Finsterer H. 1908. Über Verletzungen im Bereiche der Fußwurzelknochen mit besonderer Berücksichtigung des Os naviculare. *Bruns Beitr Klin Chir* 99-173.
- Florian K. 1924. Über seltene Fußverletzungen. *Arch Klin Chir* 474-486.
- Folk JW, Starr AJ, Early JS. 1999. Early wound complications of operative treatment of calcaneus fractures: analysis of 190 fractures. *J Orthop Trauma* 13:269-372.
- Fuhr F. 1892. Verrenkungen des Chopart-Gelenk nach außen. *Muench Med Wochenschr* 159.
- Geel CW, Flemister AS, Jr. 2001. Standardized treatment of intra-articular calcaneal fractures using an oblique lateral incision and no bone graft. *J Trauma* 50:1083-1089.
- Glasewald H. 1922. Die Mauschellenbewegung des Fußes und ihre Bedeutung für die Orthopädie der Beinverkürzungen. *Archiv Für Orthopädische Und Unfall-Chirurgie, Mit Besonderer Berücksichtigung Der Frakturenlehre Und Der Orthopädisch-Chirurgischen Technik* 21:117-122.
- Gosselin RA, Contreras DM, Paiement GD, Delgado E. 1995. Bilateral dorsal midtarsal dislocations. *Orthopedics* 18:750-752.
- Grass R, Rammelt S, Schikore H, Zwipp H. 2001. Chopart-Gelenkfraktur - Diagnostik und Therapie. *Acta Chir Austriaca* 33:27-30.
- Gustilo RB, Anderson JT. 1976. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: Retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am* 58:453-458.
- Hansen ST. 2000. *Functional reconstruction of the foot and ankle*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Harris I, Mulford J, Solomon M, van Gelder JM, Young J. 2005. Association between compensation status and outcome after surgery: A meta-analysis. *Jama* 293:1644-1652.
- Harvey EJ, Grujic L, Early JS, Benirschke SK, Sangeorzan BJ. 2001. Morbidity associated with ORIF of intra-articular calcaneus fractures using a lateral approach. *Foot Ankle Int* 22:868-873.

Hermel MB, Gershon-Cohen J. 1953. The nutcracker fracture of the cuboid by indirect violence. *Radiology* 60:850-854.

Hirschmüller A, Konstantinidis L, Baur H, Müller S, Mehlhorn A, Kontermann J, Grosse U, Sudkamp NP, Helwig P. 2011. Do changes in dynamic plantar pressure distribution, strength capacity and postural control after intra-articular calcaneal fracture correlate with clinical and radiological outcome? *Injury* 42:1135-1143.

Ip KY, Lui TH. 2006. Isolated dorsal midtarsal (chopart) dislocation: A case report. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 14:357-359.

Jones FW. 1945. Structure and function as seen in the foot. 1944. London. Baillière, Tindall & Cox. *Br J Surg* 33:97-97.

Kellgren JH, Lawrence JS. 1957. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Ann Rheum Dis* 16:494-502.

Kenwright J, Taylor RG. 1970. Major injuries of the talus. *J Bone Joint Surg Br* 52:36-48.

Kitaoka HB. 1994. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 15:349; 349-353; 353.

Kotter A, Wieberneit J, Braun W, Ruter A. 1997. The Chopart dislocation. A frequently underestimated injury and its sequelae. A clinical study. *Unfallchirurg* 100:737-741.

Langenhan R, Kohler G. 2009. Chopart dislocation — a simple diagnosis? *Unfallchirurg* 112:596-600.

Lau JT, Mahomed NM, Schon LC. 2005. Results of an internet survey determining the most frequently used ankle scores by AOFAS members. *Foot Ankle Int* 26:479-482.

Leitner B. 1952. Behandlung und Behandlungsergebnisse von 42 frischen Fällen von Luxatio pedis sub talo im Unfallkrankenhaus Wien in den Jahren 1925 - 1950. In: Bauer K, Brunner A (Hrsg) Springer, Berlin Heidelberg. p 501-577.

Main BJ, Jowett RL. 1975. Injuries of the midtarsal joint. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume* 57-B:89-97.

Malgaigne JF, Burger CG. 1856. Die Knochenbrüche und Verrenkungen. Rieger, Stuttgart.

Manter JT. 1941. Movements of the subtalar and transverse tarsal joints. *Anat Rec* 80:397-410.

McHorney CA, Ware JE, Raczek AE. 1993. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): II. psychometric and clinical tests of validity in measuring physical and mental health constructs. *Med Care* 31:247-263.

Milgram JW. 2002. Chronic subluxation of the midtarsal joint of the foot: A case report. *Foot Ankle Int* 23:255-259.

- Mittlmeier T, Krowiorsch R, Brosinger S, Hudde M. 1997. Gait function after fracture-dislocation of the midtarsal and/or tarsometatarsal joints. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 12:S16-S17.
- Mutschler W, Haas NP, Arand M (Hrsg). 2004. *Praxis der Unfallchirurgie: 236 Tabellen*. Thieme, Stuttgart.
- Naal FD. 2008. Cross-cultural adaptation and validation of the foot function index for use in german-speaking patients with foot complaints. *Foot Ankle Int* 29:1222; 1222-1228; 1228.
- Piednagel. 1831. *Journ Univ Et Hebdom* 208.
- Pinsker E, Daniels TR. 2011. AOFAS position statement regarding the future of the AOFAS clinical rating systems. *Foot Ankle Int* 32:841-842.
- Pisani G, Küster HH, Thomas W (Hrsg). 1998. *Fußchirurgie*. Thieme, Stuttgart.
- Potter MQ, Nunley JA. 2009. Long-term functional outcomes after operative treatment for intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Surg Am* 91:1854-1860
- Rammelt S, Grass R, Schikore H, Zwipp H. 2002. Verletzungen des Chopart-Gelenks. *Unfallchirurg* 105:371-385.
- Rammelt S, Barthel S, Biewener A, Gavlik JM, Zwipp H. 2003. Calcaneus fractures: open reduction and internal fixation (in German). *Zbl. Chir* 128:517-528.
- Rammelt S, Biewener A, Grass R, Zwipp H. 2004a. Diagnostik und Therapie von Chopart-Luxationsfrakturen. *Aktuelle Traumatologie* 16-25.
- Rammelt S, Grass R, Zwipp H. 2004b. Nutcracker fractures of the navicular and cuboid. *Ther Umsch* 61:451-457.
- Rammelt S, Thielemann F, Zwipp H. 2009. Rekonstruktion fehilverheilter Chopart-Luxationsfrakturen. *Fuß & Sprunggelenk* 7:105-117.
- Rammelt S, Zwipp H. 2011. Fuß und Sprunggelenk. In: Weigel B, Nerlich ML, (Hrsg) *Praxisbuch Unfallchirurgie*. Springer, Berlin Heidelberg.
- Rammelt S, Zwipp H, Schneiders W, Dürr C. 2013. Severity of injury predicts subsequent function in surgically treated displaced intraarticular calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res* 471:2885-2898.
- Rammelt S. 2014. Chopart and lisfranc fracture-dislocations. In: Bentley G, (Hrsg) *European Surgical Orthopaedics and Traumatology: The EFORT Textbook*. Springer, Berlin Heidelberg.
- Randt T, Dahlen C, Schikore H, Zwipp H. 1998. Luxationsfrakturen im Mittelfußbereich - Verletzungen des Chopart- und Lisfranc-Gelenks. *Zentralbl Chir* 123:1257-1266.
- Rheinbaben v. M. 1993. *Fußfrakturen bei PKW-Insassen*. Medizinische Hochschule Hannover. Dissertation.
- Ricci WM, Bellabarba C, Sanders R. 2002. Transcalcaneal talonavicular dislocation. *J Bone Joint Surg Am* 84-A:557-561.

- Richter M, Wippermann B, Krettek C, Schrott HE, Hufner T, Therman H. 2001. Fractures and fracture dislocations of the midfoot: Occurrence, causes and long-term results. *Foot Ankle Int* 22:392-398.
- Richter M, Wippermann B, Therman H, Schroeder G, Otte D, Troeger HD, Krettek C. 2002. Plantar impact causing midfoot fractures result in higher forces in Chopart's joint than in the ankle joint. *Journal of Orthopaedic Research* 20:222-232.
- Richter M, Therman H, Huefner T, Schmidt U, Goesling T, Krettek C. 2004. Chopart joint fracture-dislocation: Initial open reduction provides better outcome than closed reduction. *Foot Ankle Int* 25:340-348.
- Root ML, Orien WP, Weed JH. 1977. Normal and abnormal function of the foot. *Clinical biomechanics*. Vol II. Los Angeles, CA.
- Sanders R. 1999. Midtarsal joint injuries. In: Coughlin MJ, Mann RA, (Hrsg) *Surgery of the foot and ankle*. 7th ed. St. Louis. 1530-1535.
- Sangeorzan BJ, Benirschke SK, Mosca V, Mayo KA, Hansen ST, Jr. 1989. Displaced intra-articular fractures of the tarsal navicular. *J Bone Joint Surg Am* 71:1504-1510.
- Schmidt HM, Grünwald E. 1981. Untersuchungen an den Bandsystemen der talocruralen und intertarsalen Gelenke des Menschen. *Gegenbauers Morph Jahre* 792-831.
- Schünke M. 2000. *Funktionelle Anatomie - Topographie und Funktion des Bewegungssystems*. Thieme, Stuttgart.
- Suren EG, Zwipp H. 1986. Acute ligamentous injuries of the chopart and lisfranc joint line. *Orthopäde* 15:479-486.
- Suren EG, Zwipp H. 1989. Dislocation fractures of the chopart and lisfranc joint. *Unfallchirurg* 92:130-139.
- Swords MP, Schramski M, Switzer K, Nemec S. 2008. Chopart fractures and dislocations. *Foot Ankle Clin* 13:679-93, VIII.
- Tarlov AR, Ware JE, Greenfield S, Nelson EC, Perrin E, Zubkoff M. 1989. The medical outcomes study. An application of methods for monitoring the results of medical care. *Jama* 262:925-930.
- Tscherne H, Oestern H. 1982. Die Klassifizierung des Weichteilschadens bei offenen und geschlossenen Frakturen. *Unfallheilkunde* 85:111.
- Volkman RV. 1970. Ein ligamentum "neclectum" pedis (lig. calcaneonaviculare medio-dorsale seu sustentaculonaviculare). *Verh Anat Ges* 483-490.
- Wagner R, Weckbach A. 1995. Subtalar dislocation. *Chirurg* 66:1126-1133.
- Ware JE, Sherbourne CD. 1992. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 30:473-483.

Ware JE, Snow KK, Kosinski M, Gandek B, New England Medical Center Hospital, Health Institute. 1993. SF-36 health survey: Manual and interpretation guide. The Health Institute, New England Medical Center.

Westphal T, Halm JP, Piatek S, Schubert S, Winckler S. 2003. Quality of life after calcaneal fractures. A matched-pairs trial with a standardized german control group. Unfallchirurg 106:313-318.

Wolf JH. 2000. François Chopart (1743 - 1795) - Inventor of the partial foot amputation at the tarsometatarsal articulation. Orthop Traumatol 4:314-317.

Wulker N, Stukenborg C, Savory KM, Alfke D. 2000. Hindfoot motion after isolated and combined arthrodeses: Measurements in anatomic specimens. Foot Ankle Int 21:921-927.

Zwipp H, Tscherne H, Thermann H, Weber T. 1993. Osteosynthesis on displaced intra-articular fractures of the calcaneus: results in 123 cases. Clin Orthop Relat Res 290:76-86.

Zwipp H. 1994. Chirurgie des Fußes. Springer, Wien New York.

Zwipp H, Rammelt S. 2002. Frakturen und Luxationen. In: Wirth C (Hrsg) Orthopädie und Orthopädische Chirurgie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York. 531-618.

Zwipp H, Rammelt S. 2009. Verletzungen des Fußes. Trauma und Berufskrankheit 11:249; 738-766; 766.

8. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1, S. 8: Zwei verschiedene Darstellungen der knöchernen Anatomie des Fußes. (modifiziert nach Rammelt und Zwipp, 2011)
- Abb. 2, S. 9: Darstellung des Chopart-Gelenkes mit seinen 4 beteiligten Knochen an einem in Formalin fixierten Fuß (eigene Präparation). (eigenes Foto)
- Abb. 3, S. 11: Darstellung des Chopart-Gelenkes mit wichtigen ligamentären Strukturen am fixierten Präparat (eigene Präparation). (eigenes Foto)
- Abb. 4, S. 12: Darstellung der longitudinalen Achse (LA) und schrägen Achse (SA) in der horizontalen und vertikalen Ebene nach Manter, 1941. (aus: Root et al., 1977)
- Abb. 5, S. 14: Unfallmechanismus bei Chopart-Luxationsfrakturen. (modifiziert nach Man und Jowett, 1975; Rammelt et al., 2002)
- Abb. 6, S. 16: Zwipp-Klassifikation der Chopart-Luxationsfrakturen anhand der betroffenen anatomischen Strukturen in Abhängigkeit des Weges der einwirkenden Kraft. (aus: Zwipp, 1994)
- Abb. 7, S. 19: Standard-Röntgenaufnahmen zur Diagnostik von Chopart-Luxationsfrakturen. (nach Suren und Zwipp, 1986)
- Abb. 8, S. 20: Röntgenaufnahmen und CT-Bilder einer transtalaren Chopart-Luxationsfraktur. (aus: Rammelt und Zwipp, 2011)
- Abb. 9, S. 24: Beispiel der operativen Versorgung einer transcuboidalen Chopart-Luxationsfraktur rechts. (aus: Rammelt und Zwipp, 2011)
- Abb. 10, S. 29: Bewegungsausmaße im oberen Sprunggelenk bei belastetem und unbelastetem Fuß. (aus: Schünke, 2000)
- Abb. 11, S. 29: Malschellenbewegung nach Fick. (aus: Rammelt und Zwipp, 2011)
- Abb. 12, S. 33: Systematik zur Quantifizierung der Arthroseausprägung im Chopart-Gelenk. (nach Kellgren und Lawrence, 1957)
- Abb. 13, S. 34: Messungen der talometatarsalen Achse in der dorsoplantaren und seitlichen Ansicht (Normalbefunde). (Bilder aus eigenem Patientengut)
- Abb. 14, S. 36: Verteilung der Altersgruppen. (eigene Grafik)
- Abb. 15, S. 37: Darstellung verschiedener Unfallursachen. (eigene Grafik)
- Abb. 16, S. 38: Darstellung der Häufigkeiten der einzelnen Subtypen (einfache und kombinierte Frakturen addiert). (modifiziert nach Zwipp, 1994)
- Abb. 17, S. 38: Verletzungsschwere des Chopart-Gelenkes. (eigene Grafik)
- Abb. 18, S. 39: Häufigkeitsverteilung der Weichteilverletzungen. (eigene Grafik)
- Abb. 19, S. 40: Korrekte Diagnosezeitpunkte nach Trauma. (eigene Grafik)
- Abb. 20, S. 41: Operationszeitpunkte nach Trauma. (eigene Grafik)
- Abb. 21, S. 41: Versorgungsarten der Chopart-Luxationsfrakturen. (eigene Grafik)
- Abb. 22, S. 43: Arthroseausprägungen einzeln für das Talonavicular- und Calcaneocuboid-Gelenk. (eigene Grafik)

- Abb. 23, S. 43: Arthrosen in benachbarten Gelenken des Chopart-Gelenkes. (eigene Grafik)
- Abb. 24, S. 44: Abweichungen der talometatarsalen Achse in der dorsoplantaren Röntgenaufnahme unter Belastung. (eigene Grafik)
- Abb. 25, S. 44: Abweichungen der talometatarsalen Achse in der seitlichen Röntgenaufnahme unter Belastung. (eigene Grafik)
- Abb. 26, S. 45: AOFAS-Score- und FFI-D-Ergebnisse in Abhängigkeit vom Geschlecht. (eigene Grafik)
- Abb. 27, S. 46: Altersgruppen und dazugehörige AOFAS-Score- und FFI-D-Werte. (eigene Grafik)
- Abb. 28, S. 47: Erreichter FFI-D-Score in Abhängigkeit des Vorliegens eines Arbeitsunfalls ($p=0,010$). (eigene Grafik)
- Abb. 29, S. 48: Vergleich der Ergebnisse aus dem AOFAS-Score und FFI-D zwischen isolierter Verletzung im Chopart-Gelenk und zusätzlicher Lisfranc-Verletzung. (eigene Grafik)
- Abb. 30, S. 49: Ergebnisse der einzelnen Subtypen nach der Zwipp-Klassifikation. (eigene Grafik)
- Abb. 31, S. 50: Ergebnisse aus dem FFI-D-Score bei Patienten mit offenen und geschlossenen Verletzungen ($p=0,010$). (eigene Grafik)
- Abb. 32, S. 51: AOFAS-Score- und FFI-D-Ergebnisse der Patienten mit unterschiedlichen Operationszeitpunkten. (eigene Grafik)
- Abb. 33, S. 53: Ergebnisse des AOFAS-Scores und des FFI-D bei Patienten mit avaskulärer Nekrose des Os naviculare mit und ohne nachfolgender operativer Aufrichtung der medialen Fußsäule im Vergleich. (eigene Grafik)
- Abb. 34, S. 54: Erreichte Punktzahlen im AOFAS-Score und dem FFI-D sowie resultierende Bewegungsumfänge im gesamten USG und zwischen Vor- und Rückfuß (im Vergleich zur Gegenseite) im Zusammenhang zur subjektiven Bewertung des Behandlungsergebnisses durch die Patienten. (eigene Grafik)
- Abb. 35, S. 63: Anzahl der Patienten mit beruflichen und sportlichen Einschränkungen in Bezug zur avaskulären Nekrose des Os naviculare mit oder ohne nachfolgender operativer Aufrichtung. (eigene Grafik)
- Abb. 36, S. 64: Anzahl der Patienten mit beruflichen und sportlichen Einschränkungen in Bezug zur avaskulären Nekrose des Os naviculare mit oder ohne nachfolgender operativer Aufrichtung. (eigene Grafik)
- Abb. 37, S. 69: Darstellungen der Ergebnisse im AOFAS-Score und dem FFI-D in Abhängigkeit der Abweichungen der talometatarsalen Achse. (eigene Grafik)
- Abb. 38, S. 70: Bildgebung Fall 1: Archiv Universitätsklinikum Dresden.
- Abb. 39, S. 71: Bildgebung Fall 1: Röntgenaufnahmen aus der eigenen Nachuntersuchung.
- Abb. 40, S. 72: Fotodokumentation Fall 1: Fotos aus der eigenen Nachuntersuchung.

- Abb. 41, S. 73: Bildgebung Fall 2: Archiv Universitätsklinikum Dresden.
- Abb. 42, S. 74: Bildgebung Fall 2: Archiv Universitätsklinikum Dresden.
- Abb. 43, S. 74: Bildgebung Fall 2: Archiv Universitätsklinikum Dresden.
- Abb. 44, S. 75: Bildgebung Fall 2: Röntgenaufnahmen aus der eigenen Nachuntersuchung.
- Abb. 45, S. 76: Fotodokumentation Fall 2: Fotos aus der eigenen Nachuntersuchung.
- Abb. 46, S. 76: Fotodokumentation Fall 2: Fotos aus der eigenen Nachuntersuchung.

9. Tabellenverzeichnis

Tab. 1, S. 55 - 57: Zusammenfassung des Einflusses verschiedener unabhängiger Variablen auf die verwendeten Scores (abhängige Variablen).

Tab. 2, S. 58 - 59: Zusammenfassung des Einflusses verschiedener unabhängiger Variablen auf den resultierenden Bewegungsumfang verschiedener Fußgelenke (abhängige Variablen).

Tab. 3, S. 62: Korrelation der Berufs- und Sportfähigkeit mit den Ergebnissen der verwendeten Scores (abhängige Variablen).

Tab. 4, S. 65: Berufs- und Sportfähigkeit im Zusammenhang zu den resultierenden Bewegungsumfängen der geprüften Fußgelenke (abhängige Variablen).

Tab. 5, S. 66: Einfluss der Arthroseausprägung auf die verwendeten Scores (abhängige Variablen).

Tab. 6, S. 67: Einfluss der Arthroseausprägung auf die resultierenden Bewegungsumfänge der geprüften Fußgelenke (abhängige Variablen).

10. Anhang

10.1. Anamnesebogen

Retrospektive Studie zur Untersuchung von klinischen und funktionellen Ergebnissen von Chopart-Luxationsfrakturen

Patientenanamnesebogen

Geburtsdatum:

Geschlecht:

Größe:

Gewicht:

Zusätzliche Erkrankungen (unabhängig vom Unfall oder dessen Folgen):

Nikotinabusus: ja / nein

Wenn ja, seit wann und wie viele Zigaretten täglich?:

Diabetes mell.: ja / nein

Osteoporose: ja / nein

PAVK: ja / nein

Knochenheilungsstörungen (bei früheren Frakturen): ja / nein / noch keine Fraktur

Wenn ja, wo war die Fraktur und wie lange dauerte die Heilung?:

Frühere Unfälle/Traumen im Bereich des oberen/unteren Sprunggelenkes?:

Weitere Erkrankungen:

Aktuelle Medikamenteneinnahme (unabhängig vom Unfall oder dessen Folgen):

Aktivitätsanamnese vor dem Unfall:

Berufstätigkeit vor dem Unfall: nein / ja , als

Waren Sie vor dem Unfall sportlich aktiv? nein / ja

Wenn ja, was für Sportarten haben Sie betrieben? In welchem Umfang?

täglich / pro Woche / im Monat _____

täglich / pro Woche / im Monat _____

täglich / pro Woche / im Monat _____

Unfallanamnese: Chopart-Luxationsfraktur

Unfalldatum: _ . _ . _

betroffene Seite/n: rechts / links

Unfallhergang/-mechanismus:

Weitere Verletzungen/Frakturen/Komplikationen:

Zusätzliche Frakturen der ipsilateralen unteren Extremität: (Mehrfachnennungen möglich)

Fersenbein:
Kahnbein:
Vorfuß:

Innenknöchel:
Würfelbein:
Oberschenkel:

Außenknöchel:
Mittelfuß:
Unterschenkel:

Zusätzlich betroffene Körperregionen: (Mehrfachnennungen möglich)

Schädel
Thorax
Wirbelsäule

gleichseitige UExtr.
gegenseitige UExtr.
Becken

gleichseitige OExtr.
gegenseitige OExtr.

Therapieverlauf: betroffene Seite: rechts / links

Zeit zwischen Unfall und Diagnose der Chopart-Luxationsfraktur:

< 24 h 24-48 h 48-72 h 72-96 h > 96 h

1. Krankenhaus:

Eingeliefert am: ____ . ____ . ____ Verlegung/Entlassung am: ____ . ____ . ____ Aufenthalt (in d):

1. Krankenhaus:

Eingeliefert am: ____ . ____ . ____ Verlegung/Entlassung am: ____ . ____ . ____ Aufenthalt (in d):

Krankenhaus:

Eingeliefert am: ____ . ____ . ____ Verlegung/Entlassung am: ____ . ____ . ____ Aufenthalt (in d):

Röntgen in: am: ____ . ____ . ____, in: am: ____ . ____ . ____, in: am: ____ . ____ . ____

CT in: am: ____ . ____ . ____, in: am: ____ . ____ . ____, in: am: ____ . ____ . ____

MRT in: am: ____ . ____ . ____, in: am: ____ . ____ . ____, in: am: ____ . ____ . ____

Frakturklassifikation (durch andere): 1.transligamentär, 2.transkalkaneär, 3.transkuboidal,
4.transnavikular, 5.transtalar, 6.Kombinationen aus 2. bis 5.

Weichteilklassifikation: geschlossen / offen **Grad:** 0 1 2 3 **Reposition:** ja / nein

OP durchgeführt: ja / nein, wenn ja: in: OP-Datum: ____ . ____ . ____

OP-Zugang: _____

Beckenkammknochenentnahme: ja / nein Wenn ja, Seite?: rechts / links Blutsperrzeit: ____ min

Osteosynthesematerial: _____

Komplikationen: ja / nein Wenn ja, welche? _____

Folge-OP durchgeführt: ja / nein, wenn ja: in: OP-Datum: ____ . ____ . ____

Grund: _____

Zugang: _____

Maßnahmen: _____

Nachbehandlung:	Gips:	Dauer oder	Ende
Teilbelastung: __ kp für __ Wochen	Gespalten:	__ Tage /	__ . __ . __
Stufenbelastung: in __ kp-Schritten/Woche	Geschlossen:	__ Tage /	__ . __ . __
Vollbelastung: __ Wochen nach OP	Abnahme:	__ Tage /	__ . __ . __
		Wochen	Wochen

Aktuelle Bewertung:

Subjektive Bewertung des Behandlungsergebnisses: sehr gut / gut / befriedigend / schlecht

Medikamenteneinnahme (unfallbedingt): _____

Treten bei Ihnen aktuell diese Beschwerden auf? (Mehrfachnennung möglich)

Schwellneigung:	Reizzustand der Narbe:	Wetterfähigkeit:
Tendopathien:	muskuläre Probleme:	Taubheit und Kribbeln:
Steifheit:	Gehstreckenminderung:	Abrollschwierigkeiten:
Zehengang	Einbeinstand links	Gang lat. Fußkante
Fersengang	Einbeinstand rechts	Gang med. Fußkante
Springen beide	Springen links	Springen rechts
Tiefe Hocke		

Aktivitätsanamnese nach dem Unfall:

Waren Sie arbeitsunfähig? nein / ja, für

War ein unfallbedingter Tätigkeitswechsel/Umschulung notwendig? nein / ja

Berufstätigkeit nach dem Unfall: nein / ja , als für __ h pro Woche

Hat der Unfall zur Minderung der Erwerbsfähigkeit geführt? nein / ja , %

Kam es zur Minderung der Erwerbsfähigkeit durch die Einzel-/Mehrfachverletzung?

Besteht auf Grund des Unfalls ein Rentenanspruch (EU-Rentner)? ja / nein

Sind Sie nach dem Unfall sportlich aktiv? nein / ja

Wenn ja, welche Sportarten betrieben Sie? In welchem Umfang?
(Sind eventuelle Sportartenwechsel unfallbedingt?)

täglich / pro Woche / im Monat _____

täglich / pro Woche / im Monat _____

täglich / pro Woche / im Monat _____

10.2. AOFAS Ankle-Hindfoot Score

AOFAS Ankle Hindfoot Score

Kriterium	Beschreibung	Pkte.
1. Schmerzen	Keine	40
	Wenig, gelegentlich	30
	Mäßig, täglich	20
	Heftig, fast ständig	0
2. Funktion		
Aktivität	Keine Beschränkungen, keine Unterstützung	10
	Keine Beschränkungen des täglichen Lebens, Einschränkungen im Freizeitsport, keine Unterstützung	7
	Geringe Beschränkungen im tgl. Leben und mittlere Einschränkung im Freizeitsport, Bandage	4
	Starke Beschränkungen im tgl. Leben, Gehstock, Rollstuhl, Rollator, UA-Stützen	0
Gehstrecke	Mehr als 6 Häuserblocks (>1,5 km)	5
	4 bis 6 Häuserblocks (>1 km)	4
	1 bis 3 Häuserblocks (> 500m)	2
	Weniger als 1 Häuserblock (>200m)	0
Gelände	Keine Schwierigkeiten auf jeder Oberfläche	5
	Geringe Schwierigkeiten auf unebenen Terrain, Treppen, Abhängen, Leitern	3
	Starke Schwierigkeiten	0
Ganganomalien	Keine, leichte	8
	Unverkennbar	4
	Ausgeprägt	0
Sagittale Bewegung (Extension/Flexion)	Normal, geringe Einschränkung (>30°)	8
	Mäßige Einschränkung (15°-29°)	4
	Starke Einschränkung (<15°)	0
Rückfußbeweglichkeit (Inversion/Eversion)	Normal, geringe Einschränkung (75-100%)	6
	Mäßige Einschränkung (25-74%)	3
	Starke Einschränkung (<24%)	0
Stabilität	Stabil	8
	Instabil	0
3. Ausrichtung		
	Gut	10
	Asymptomatisch, geringe Abweichung	5
	Symptomatisch, schwere Abweichung	0

Erreichte Punktzahl:
(maximal 100 Punkte)

10.3. Foot-Function-Index (FFI-D)

Fuß Funktions Index (FFI-D)

Schmerzskala

Die Skala neben jedem Punkt stellt das Ausmaß an Fußschmerzen dar, die Sie üblicherweise in jeder der beschriebenen Situationen hatten. Ganz links ist „keine Schmerzen“ und ganz rechts ist „schlimmste Schmerzen“. Markieren Sie auf der Skala, wie schlimm Ihre Fußschmerzen in jeder der folgenden Situationen während der letzten Woche waren. Wenn eine oder mehrere Aussagen für Sie nicht zutreffend waren, markieren Sie rechts neben der Skala „NZ“ (nicht zutreffend).

Wie stark waren Ihre Fußschmerzen...

1. ... im schlimmsten Fall?

Keine Schmerzen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 schlimmste Schmerzen „NZ“

2. ... bevor Sie am Morgen aufstanden?

Keine Schmerzen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 schlimmste Schmerzen „NZ“

3. ... beim barfuß Gehen?

Keine Schmerzen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 schlimmste Schmerzen „NZ“

4. ... beim barfuß Stehen?

Keine Schmerzen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 schlimmste Schmerzen „NZ“

5. ... beim Gehen mit Schuhen?

Keine Schmerzen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 schlimmste Schmerzen „NZ“

6. ... beim Stehen mit Schuhen?

Keine Schmerzen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 schlimmste Schmerzen „NZ“

7. ... am Ende des Tages?

Keine Schmerzen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 schlimmste Schmerzen „NZ“

8. ... in der Nacht?

Keine Schmerzen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 schlimmste Schmerzen „NZ“

Funktionsskala

Die Skala neben jedem Punkt stellt das Ausmaß an Schwierigkeiten dar, die Sie wegen Ihrem Fuß hatten, während Sie eine Aktivität ausübten. Ganz links ist „keine Schwierigkeiten“ und ganz rechts ist „unmöglich zu tun“. Markieren Sie auf der Skala, wie groß Ihre Schwierigkeiten waren, jede der Aktivitäten während der letzten Woche auszuüben. Wenn Sie eine Aktivität in der letzten Woche nicht ausgeübt haben, markieren Sie rechts neben der Skala „NZ“ (nicht zutreffend).

Wie groß waren wegen Ihrem Fuß Ihre Schwierigkeiten...

1. ... im Haus zu gehen?

Keine Schwierigkeiten 1 2 3 4 5 6 7 8 9 unmöglich „NZ“

2. ... auf unebenem Boden zu gehen?

Keine Schwierigkeiten 1 2 3 4 5 6 7 8 9 unmöglich „NZ“

3. ... 1 km oder mehr zu gehen?

Keine Schwierigkeiten 1 2 3 4 5 6 7 8 9 unmöglich „NZ“

4. ... Treppen hinauf zu steigen?

Keine Schwierigkeiten 1 2 3 4 5 6 7 8 9 unmöglich „NZ“

5. ... Treppen herunter zu steigen?

Keine Schwierigkeiten 1 2 3 4 5 6 7 8 9 unmöglich „NZ“

6. ... auf den Zehenspitzen zu stehen?

Keine Schwierigkeiten 1 2 3 4 5 6 7 8 9 unmöglich „NZ“

7. ... aus einem Stuhl aufzustehen?

Keine Schwierigkeiten 1 2 3 4 5 6 7 8 9 unmöglich „NZ“

8. ... schnell zu gehen oder zu rennen?

Keine Schwierigkeiten 1 2 3 4 5 6 7 8 9 unmöglich „NZ“

9. ... Freizeitaktivitäten oder Sport auszuüben?

Keine Schwierigkeiten 1 2 3 4 5 6 7 8 9 unmöglich „NZ“

10. ... bestimmte Schuhe zu tragen? (z.B. hohe Schuhe, Sandalen, u.s.w.)

Keine Schwierigkeiten 1 2 3 4 5 6 7 8 9 unmöglich „NZ“

10.4. SF-36 Score

Fragebogen zum Gesundheitszustand (SF-36)

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

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

	Ausgezeichnet	Sehr gut	Gut	Weniger Gut	Schlecht
1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?	1	2	3	4	5

	Derzeit viel besser	Derzeit etwas besser	Etwa wie vor einem Jahr	Derzeit etwas schlechter	Derzeit viel schlechter
2. <i>Im Vergleich zum vergangenen Jahr</i> , wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?	1	2	3	4	5

Im Folgenden sind Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben.				
3. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark ?	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt	
a. anstrengende Tätigkeiten , z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3	
a. mittelschwere Tätigkeiten , z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3	
a. Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3	
a. mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3	
a. einen Treppenabsatz steigen	1	2	3	
a. sich beugen, knien, bücken	1	2	3	
a. mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3	
a. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3	
a. eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3	
a. sich baden oder anziehen	1	2	3	

4. Hatten Sie in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause	Ja	Nein
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen)	1	2

1. Hatten Sie in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> 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)?	Ja	Nein
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

	Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

	Keine Schmerzen	Sehr leicht	Leicht	Mäßig	Stark	Sehr stark
Wie stark waren Ihre Schmerzen in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> ?	1	2	3	4	5	6

	Überhaupt nicht	Ein bisschen	Mäßig	Ziemlich	Sehr
Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?	1	2	3	4	5

Bei diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht.)	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
9. Wie oft waren Sie in den <i>vergangenen 4 Wochen</i>						
a. ... voller Schwung?	1	2	3	4	5	6
... sehr nervös?	1	2	3	4	5	6
a. ... so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	1	2	3	4	5	6
... ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
... voller Energie?	1	2	3	4	5	6
... entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
... erschöpft?	1	2	3	4	5	6
... glücklich?	1	2	3	4	5	6
... müde?	1	2	3	4	5	6

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?	trifft ganz zu	trifft weitgehend zu	weiß nicht	trifft weitgehend nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
a. Ich schein etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	1	2	3	4	5
Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

Vielen Dank.

10.5. Probandeninformation

Patienteninformation

Retrospektive Studie zu den klinischen und funktionellen Ergebnisse nach Chopart-Luxationsfrakturen

Sehr geehrte, liebe Patienten,

Sie wurden an unserer Klinik wegen einer schweren Verletzung der Fußwurzel (Chopart-Luxationsfraktur) operativ behandelt. Die Fraktur des Chopart-Gelenkes zählt zu den selteneren Fußverletzungen und tritt meist im Rahmen von hoher Gewalteinwirkung, zum Beispiel Verkehrsunfällen, auf. Die klinischen Ergebnisse der Chopart-Luxationsfrakturen werden entscheidend durch die Qualität der Wiederherstellung der anatomischen Strukturen im Rahmen einer operativen Frakturversorgung beeinflusst. Es ist bekannt, dass es auch nach zeitnaher operativer Frakturversorgung zu Funktionsbeeinträchtigungen im Bereich des Chopart-Gelenkes kommen kann. Um die Versorgungsqualität dieser schweren Verletzungen weiter zu verbessern, möchten wir die funktionellen Ergebnisse der an unserer Klinik operierten Patienten kritisch analysieren. Dazu möchten wir Sie bezüglich der verbliebenen Beschwerden und Einschränkungen befragen und untersuchen. Wir bedanken uns für Ihre Bereitschaft, an der Nachuntersuchung teilzunehmen.

Untersuchungsablauf

Die etwa einstündige Untersuchung findet in den Räumlichkeiten der Klinik und Poliklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie im Universitätsklinikum Carl Gustav Carus in Dresden statt.

Zuerst erfassen wir Ihre Krankheitsgeschichte. Daran anschließend wird eine klinische Untersuchung beider Füße vorgenommen. Diese Tests sind leicht durchzuführen und lassen uns objektive und vergleichbare Rückschlüsse auf Ihre Alltagssituation und Funktionalität ziehen. Je nach Einschätzung des Arztes und Ihren momentanen Beschwerden besteht die Möglichkeit aktuelle Röntgenbilder anfertigen zu lassen. Abschließend bitten wir Sie, zwei Fragebögen zur Fußfunktion und zur Lebensqualität auszufüllen.

Im Anschluss an die Untersuchung erfolgt eine gemeinsame Auswertung der Ergebnisse. Es besteht Ihrerseits die Möglichkeit offen gebliebene Fragen zu klären und eventuell notwendige weitere Behandlungsschritte abzustimmen.

Datenschutz

Während der Studie werden medizinische Befunde und persönliche Informationen von Ihnen erhoben und niedergeschrieben, wie Alter, Vorerkrankungen, vorherige Operationen, klinische Untersuchungsergebnisse sowie die Ergebnisse aus den Fragebögen. Die Aufzeichnungen der im Rahmen der Studie erhobenen Daten erfolgt nur für den internen Gebrauch in Originalunterlagen. Die für die Studie wichtigen Daten werden mit einer Fallnummer versehen in einen gesonderten Dokumentationsbogen eingetragen.

Die Durchführung dieser Studie ist nur zulässig, wenn Sie mit der Aufzeichnung und der Weitergabe Ihrer Daten in pseudonymisierter Form, d. h. ohne Nennung Ihres Namens, einverstanden sind.

In Ausnahmefällen können Vertreter staatlicher Gesundheitsbehörden oder der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät Einsicht in die pseudonymisierten Daten der Studie zu Prüfzwecken nehmen. Alle Einsichtsberechtigten unterliegen der Verschwiegenheit. Im Falle einer Veröffentlichung der Studienergebnisse bleibt die Vertraulichkeit Ihrer persönlichen Daten ebenfalls gewährleistet.

Die Beachtung des Bundesdatenschutzgesetzes ist in vollem Umfang sichergestellt. Ihre Studienteilnahme ist freiwillig. Sie haben selbstverständlich jederzeit das Recht, auch nach Ihrer vorherigen Einwilligung zur Teilnahme an dieser Studie, die Untersuchung vorzeitig zu beenden. Sollten Sie Ihr Einverständnis zurückziehen, so entstehen Ihnen daraus keine Nachteile.

10.6. Einverständniserklärung der Patienten

Universitätsklinikum Carl Gustav Carus

Klinik und Poliklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie

Einverständniserklärung

für die Teilnahme an einer Studie über die klinischen und funktionellen Ergebnisse von Chopart-Luxationsfrakturen

Hiermit erkläre ich,

Name, Vorname: _____

Geburtsdatum: _____

Anschrift: _____

meine freiwillige Teilnahme an der o.g. Studie und mein damit verbundenes Einverständnis, dass die durch die Klinik und Poliklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie gewonnenen medizinischen Daten für Forschungszwecke genutzt werden dürfen.

Mir wurden die Ziele der Studie und der Ablauf ausführlich geschildert sowie eine Probandeninformation schriftlich ausgehändigt.

Ich stimme der Verwendung und Auswertung meiner bisher am Universitätsklinikum Dresden aufgenommenen Röntgenbilder zu, sofern diese für die Studie von Interesse sind.

Die erhobenen Daten werden zur weiteren Bearbeitung und eventuellen Veröffentlichung der Studienergebnisse pseudonymisiert und unterliegen den auf der Rückseite vermerkten Datenschutzvereinbarungen.

Ich kann dieses Einverständnis verweigern bzw. jederzeit widerrufen.

Insgesamt wurden meine Fragen vollständig und verständlich beantwortet.

Ort, Datum

Unterschrift

10.7. Datenschutzerklärung der Patienten

Universitätsklinikum Carl Gustav Carus

Klinik und Poliklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie

Einwilligungserklärung zum Datenschutz

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten/Krankheitsdaten auf Fragebögen und elektronischen Datenträgern aufgezeichnet und in verschlüsselter Form (ohne Namens- und Initialennennung) weitergegeben werden an

- die Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Technischen Universität Dresden,

soweit dies zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Studie erforderlich ist.

Außerdem erkläre ich mich damit einverstanden, dass ein autorisierter und zur Verschwiegenheit verpflichteter Beauftragter der Ethik-Kommission in meine beim Prüfarzt vorhandenen, personenbezogenen Daten Einsicht nimmt, soweit dies für die Überprüfung der Studie notwendig ist. Für diese Maßnahme entbinde ich den Prüfarzt von der ärztlichen Schweigepflicht.

Ort, Datum

Unterschrift

10.8. Erklärungen zur Eröffnung des Promotionsverfahrens

1. Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.
2. Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

Prof. Dr. med. Stefan Rammelt (OUC Uniklinikum Dresden)

Dr. med. Sebastian Rehberg (OUC Uniklinikum Dresden)

Prof. Dr. med. Hans Zwipp (OUC Uniklinikum Dresden)

Ursula Range (Institut für Medizinische Informatik und Biometrie TU Dresden)

Thomas Zerjatke (Institut für Medizinische Informatik und Biometrie TU Dresden)

3. Weitere Personen waren an der geistigen Herstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe eines kommerziellen Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.
4. Die Arbeit wurde bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.
5. Die Inhalte dieser Dissertation wurden in folgender Form veröffentlicht: keine
6. Ich bestätige, dass es keine zurückliegenden erfolglosen Promotionsverfahren gab.
7. Ich bestätige, dass ich die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Technischen Universität Dresden anerkenne.
8. Ich habe die Zitierrichtlinien für Dissertationen an der Medizinischen Fakultät der Technischen Universität Dresden zur Kenntnis genommen und befolgt.

Ort, Datum

Unterschrift des Doktoranden

Hiermit bestätige ich die Einhaltung der folgenden aktuellen gesetzlichen Vorgaben im Rahmen meiner Dissertation

- das zustimmende Votum der Ethikkommission bei Klinischen Studien, epidemiologischen Untersuchungen mit Personenbezug oder Sachverhalten, die das Medizinproduktegesetz betreffen

*Aktenzeichen der zuständigen Ethikkommission: **EK 402112011***

- die Einhaltung der Bestimmungen des Tierschutzgesetzes

*Aktenzeichen der Genehmigungsbehörde zum Vorhaben/zur Mitwirkung: **entfällt***

- die Einhaltung des Gentechnikgesetzes

*Projektnummer: **entfällt***

- die Einhaltung von Datenschutzbestimmungen der Medizinischen Fakultät und des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus.

Ort, Datum

Unterschrift des Doktoranden

10.9. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Stefan Rammelt für die freundliche Überlassung des Themas, der unermüdlich währenden Unterstützung im Zeitraum der Nachuntersuchung und der Periode des Niederschreibens. Ich möchte mich weiterhin für die zahlreichen fachlichen und didaktischen Hinweise bedanken, die es ermöglichten, die Arbeit in dieser Form anzufertigen.

Desweiteren danke ich Herrn Dr. med. Sebastian Rehberg für die Unterstützung während der ersten Nachuntersuchungen, ebenso den OUC-Ambulanzschwestern und -pflegern für die immerwährende Organisation eines freien Untersuchungszimmers und den reibungslosen Ablauf der Sprechstunde. Ein herzlicher Dank gilt den Damen aus dem Zentralarchiv der Chirurgie für die mühevollen und zeitintensive Aktenrecherche sowie Frau Range und Herrn Zerjatke, Institut für Medizinische Informatik und Biometrie, für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Besonders möchte ich meinen Eltern danken, die mir dieses Studium in dieser Art und Weise ermöglicht haben und mich in jeder Hinsicht unterstützten. Ebenso danke ich meiner Frau Marie Mißbach für ihre Geduld und Rücksicht, die für die Erstellung dieser Arbeit notwendig waren.

Dresden, den 06.10.2015

Tobias Mißbach