

Aus der  
Klinik für Allgemeine-, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. Wolfgang Böcker

„Funktionelle Therapie von Frakturen des Processus anterior  
calcanei - Eine retrospektive Evaluation der klinischen  
Ergebnisse“

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München



vorgelegt von  
Viktoria Herterich

aus  
Kronach

2020

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter:	PD Dr. Hans Polzer
Mitberichterstatter:	PD Dr. Jochen Hubertus PD Dr. Stefan Grote Prof. Dr. Andreas Fottner
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. Sebastian Baumbach
Dekan:	Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel
Tag der mündlichen Prüfung:	23.07.2020

# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>1</b>
<b>EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG</b>	<b>1</b>
<b>DANKSAGUNG</b>	<b>2</b>
<b>PUBLIKATIONEN</b>	<b>3</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>1</b>
<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>3</b>
1.1. ANATOMIE	3
1.2. EPIDEMIOLOGIE	6
1.3. ÄTIOLOGIE	7
1.4. DIAGNOSTIK	8
1.4.1. ANAMNESE UND KLINISCHE UNTERSUCHUNG	8
1.4.2. RADIOLOGISCHE DIAGNOSTIK	9
1.5. BEGLEITVERLETZUNGEN	12
1.6. KLASSIFIKATION	12
1.7. THERAPIE	16
1.7.1. KONSERVATIVE THERAPIE	20
1.7.2. OPERATIVE THERAPIE	22
1.7.3. BEHANDLUNGSSTANDARD FUß- UND SPRUNGGELENKCHIRURGIE – LMU	28
<b>2. ZIEL</b>	<b>29</b>
<b>3. MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>30</b>
3.1. STUDIENDESIGN	30
3.2. STUDIENPOPULATION	30
3.3. EIN- UND AUSSCHLUßKRITERIEN	30
3.4. BEHANDLUNGALGORITHMUS DER LMU	31
3.5. DATENERHEBUNG	32
3.5.1. RETROSPEKTIV	33
3.5.2. PROSPEKTIV	34
3.6. ZIELPARAMETER	35
3.7. STATISTIK	36
<b>4. ERGEBNISSE</b>	<b>37</b>
4.1. STUDIENPOPULATION	37
4.2. FRAKTURKLASSIFIKATION UND -CHARAKTERISTIKA	38
4.3. BEGLEITVERLETZUNGEN	39
4.4. WIEDERERLANGEN DER ARBEITS- / SPORTFÄHIGKEIT UND PROMIS	41
4.5. SUBJEKTIVE PATIENTENZUFRIEDENHEIT ZUM FOLLOW-UP	41
4.6. EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS BEHANDLUNGSERGEBNIS	45
<b>5. DISKUSSION</b>	<b>48</b>
5.1. AKTUELLE STUDIENLAGE	48
5.2. INTERPRETATION DER EIGENEN ERGEBNISSE	50

<b>5.3. VERGLEICH DER ERGEBNISSE ZUR LITERATUR</b>	<b>53</b>
<b>5.4. INDIKATIONEN ZUR OPERATIVEN THERAPIE</b>	<b>54</b>
<b>5.5. BEGLEITVERLETZUNGEN</b>	<b>55</b>
<b>5.6. LIMITATIONEN DER STUDIE</b>	<b>56</b>
<b>5.7. STÄRKEN DER STUDIE</b>	<b>58</b>
<b>5.8. AUSBLICK</b>	<b>60</b>
<b>REFERENZEN</b>	<b>62</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>66</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>67</b>
<b>ANHANG</b>	<b>69</b>
<b>GENEHMIGUNG OCHMAN</b>	<b>69</b>
<b>GENEHMIGUNG MELAO</b>	<b>70</b>
<b>GENEHMIGUNG ZWIPP</b>	<b>71</b>
<b>GENEHMIGUNG DAFTARY</b>	<b>72</b>
<b>GENEHMIGUNG PILLAI</b>	<b>73</b>
<b>GENEHMIGUNG HALM</b>	<b>74</b>
<b>GENEHMIGUNG MASSEN</b>	<b>75</b>
<b>GENEHMIGUNG VAN DORP</b>	<b>76</b>
<b>VAS-FA</b>	<b>77</b>
<b>KARLSSON SCORE</b>	<b>78</b>
<b>SF-12</b>	<b>79</b>

# **Eidesstattliche Versicherung**

Herterich, Viktoria

Ich erkläre hiermit  
an Eides statt,  
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema:

„Funktionelle Therapie von Frakturen des Processus anterior calcanei - Eine  
retrospektive Evaluation der klinischen Ergebnisse“

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient  
und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen  
sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der  
Fundstelle einzeln nachgewiesen habe. Ich erkläre des Weiteren, dass die hier  
vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen  
Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

26.07.2020

Viktoria Herterich

Ort, Datum

Unterschrift Doktorandin

# **Danksagung**

Meiner Familie

Meinen uneingeschränkten Unterstützern

# **Publikationen**

## **Publikationen peer-reviewed:**

1. Massen FK, Baumbach SF, Herterich V, Böcker W, Waizy H, Polzer H. Fractures to the anterior process of the calcaneus - Clinical results following functional treatment. Injury. 2019 Jun 3. pii: S0020-1383(19)30339-0. doi: 10.1016/j.injury.2019.06.008.
2. Massen FK, Baumbach SF, Böcker W, Kammerlander C, Herterich V, Polzer H. Fractures of the anterior process of the calcaneus-frequently overlooked injuries following ankle sprains. Unfallchirurg. 2018 Sep;121(9):730-738. doi: 10.1007/s00113-018-0514-7.

## **Kongressbeiträge:**

1. Baumbach SF, Maßen F, Herterich V, Braunstein M, Böcker W, Polzer H. WI47-1423 Retrospektive Evaluation der Ergebnisse der konservativen Therapie von Frakturen des Processus anterior calcanei. DKOU 2017, Berlin
2. Baumbach S, Massen F, Böcker W, Braunstein M, Herterich V, Polzer H. Konservative Behandlung von Frakturen des Processus anterior calcanei. Jahreskongress der Deutschen Assoziation Fußchirurgie (D.A.F.) 2017

## **Zusammenfassung**

Frakturen des Processus anterior calcanei (PAC) fanden in der Literatur bisher nur wenig Beachtung. Ein Grund hierfür könnte die bisher angenommene geringe Inzidenz sein. Jüngere Untersuchungen deuten jedoch auf ein deutlich häufigeres Auftreten hin. Das könnte möglicherweise in einer flächendeckenderen Verfügbarkeit der Schnitt-Bildgebung liegen, da PAC Frakturen im konventionellen Röntgen häufig übersehen / nicht identifiziert werden können. Auch wenn die meisten Patienten über ein Supinationstrauma berichten, ist der eigentliche Unfallmechanismus weiterhin ungeklärt.

Aktuell sind nur retrospektive Fallberichte oder -serien mit geringer Fallzahl, inhomogenen Behandlungskonzepten und fehlender suffizienter Spezifizierung der Frakturcharakteristika und -morphologie vorhanden. Allerdings empfehlen die meisten Autoren die konservative Therapie von Degan Typ I und II Frakturen. Bei Degan Typ III Frakturen sehen die meisten Autoren die Indikation zur Operation, wobei für diese Empfehlungen bislang suffizienten Daten fehlen.

Das Ziel dieser Arbeit war, zum einen die Durchsicht und Bewertung der aktuellen Literatur, zum anderen die Evaluation der eigenen Behandlungsergebnisse anhand objektivierbarer Parameter. An der Klinik für Allgemein-, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie führen wir bei allen Frakturen des PAC, unabhängig ihrer Degan Klassifikation, Dislokation oder möglichen intraartikulären Beteiligung eine frühfunktionelle konservative Therapie durch. Patienten, die zwischen dem 03/2011 und dem 03/2016 eine Fraktur des PAC erlitten wurden über die klinischen und radiologischen Datenbanken identifiziert. Eingeschlossen wurde nur funktionell behandelte Patienten mit einer akuten, isolierten, einseitigen Fraktur des PAC ohne Chopart-Gelenkversetzung, mit Röntgen- und CT-Bildgebung und einer Nachbeobachtung von mindestens 12 Monaten. Retrospektiv wurden Demographie, Rauchen und Rückkehr zur Arbeit / Sport, Klassifikation und Charakterisierung der Fraktur erhoben. Prospektiv wurden zwei validierte Fuß-spezifische patientenbezogene Outcome-Parameter (VAS-FA, Karlsson Score) und ein Quality of Life Score (SF-12) erhoben.

Von 64 Patienten, die die Einschluss-Kriterien erfüllten, konnten 27 nach 24 Monaten (IQR 16-41 Monate) nachuntersucht werden. Hierbei zeigten sich die Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit mit 14 Tagen (IQR 10-42 Tage), die Wiedererlangung der Sportfähigkeit mit 90 Tagen (IQR 30-180 Tage). Die subjektive Patientenzufriedenheit wurde wie folgt bewertet: Im Karlsson-Score lag das Ergebnis mit Median 90 Punkten (IQR 82-100) im oberen Bereich eines guten Ergebnisses, beim VAS-FA lagen 85% der Patienten, im SF-12 PCS 78% und im SF-12 MCS 67% im Bereich Fußgesunder. Die Fraktur Klassifikation, -Morphologie, Alter und Geschlecht hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Behandlungsergebnis. Bei 78% der Patienten zeigten sich ligamentäre und ossäre Begleitverletzungen die Chopart-Linie betreffend. Auch diese hatten keinen Einfluss auf das subjektive Behandlungsergebnis.

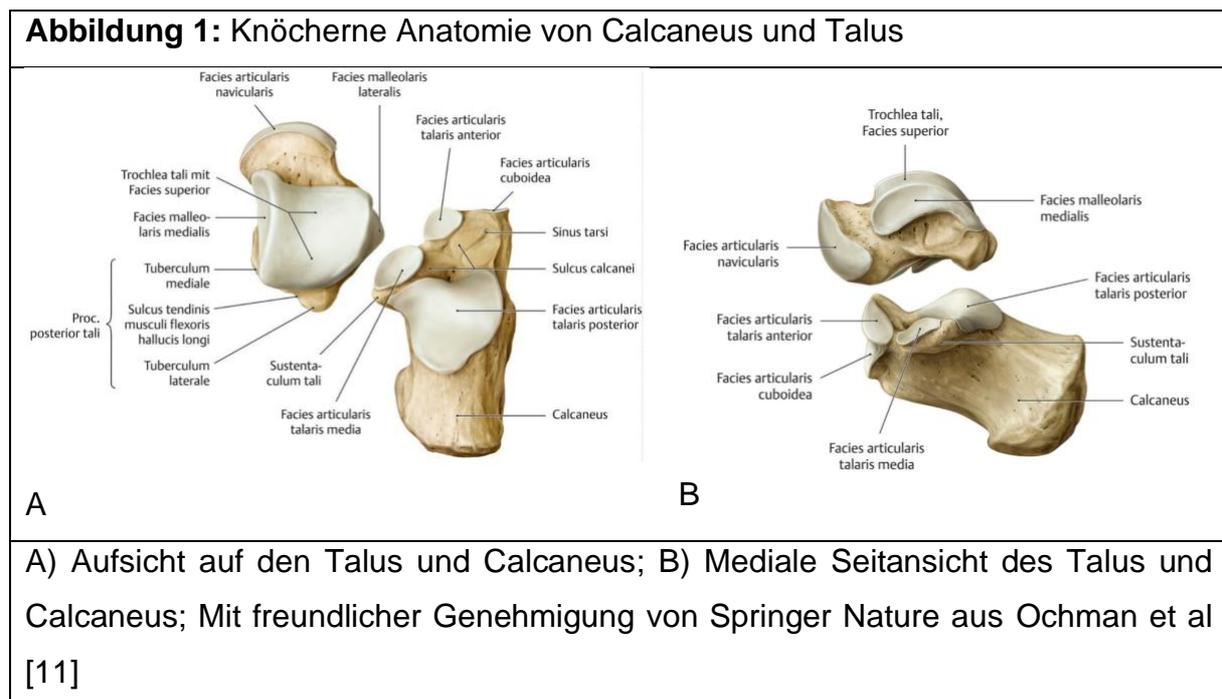
Hierbei handelt es sich um die erste Studie zur funktionellen konservativen Therapie von Frakturen des Processus Anterior Calcanei. Basieren auf den hier gewonnenen Ergebnissen scheint die frühfunktionelle konservative Therapie in guten bis sehr guten subjektiven Behandlungsergebnissen zu resultieren. Lediglich die Sportfähigkeit war mit im Median 3 Monaten verzögert. In Zusammenschau mit der aktuellen Literatur sollten zukünftige Studien, zum einen Verletzungsmuster zu identifizieren, die in einer möglichen Instabilität des Chopart Gelenk resultieren, zum Anderen prospektiv und randomisiert die konservative und operative Therapie, v.a. von dislozierten Degan III Frakturen untersucht werden.

# 1. Einleitung

Frakturen des Processus anterior calcanei (PAC) wurden wissenschaftlich bisher kaum beachtet. Ein Grund könnte die in der Literatur beschriebene geringe Inzidenz sein [1]. Neuere Studien beobachten allerdings eine wesentlich häufigeres Auftreten [2, 3]. Frakturen des PAC treten häufig im Rahmen von Supinationstraumata auf. Klinisch sind sie schwierig von reinen Außenbandverletzungen zu differenzieren und im konventionellen Röntgen werden sie häufig übersehen [4-10]. Mit der zunehmenden Verfügbarkeit von Schnittbildgebung wird diese Verletzung jedoch immer häufiger diagnostiziert.

## 1.1. Anatomie

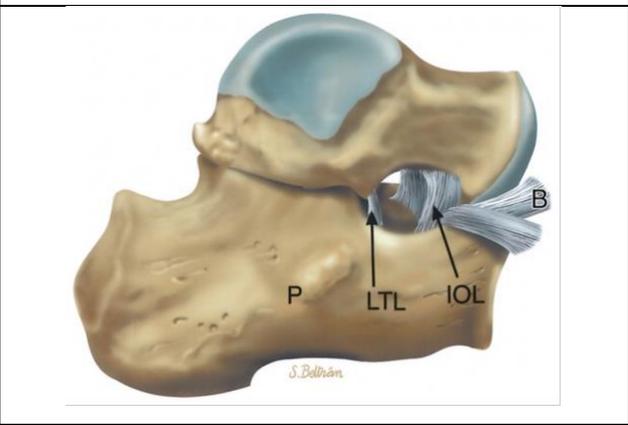
Der PAC bildet den distalen Anteil des Calcaneus. Morphologisch handelt es sich um einen sattelförmigen Vorsprung von variabler Länge und Breite. Zudem stellt er Gelenkpartner für das untere Sprunggelenk und das Chopart-Gelenk. Die Facies articularis talaris anterior ist ein Teil des unteren Sprunggelenks und artikuliert mit dem Taluskopf. Über die Facies articularis cuboidea bildet der PAC mit dem Os cuboideum das Calcaneocuboidalgelenk (CC-Gelenk) (Abb.1 und 4), welches zur Chopart-Gelenkreihe zählt (Abb. 5).



Für die Stabilität der Chopart-Reihe sind komplexe Bandstrukturen verantwortlich. Das Talonavicular-Gelenk (TN-Gelenk) wird maßgeblich von einer im cranialen Anteil der Kapsel stabilisiert. Diese wird superolateral vom Lig. talonaviculare und lateral vom Lig. calcaneonaviculare laterale verstärkt [12] (Abb. 2,3), welches wiederum den medialen Anteil des wichtigsten Stabilisators, des Lig. bifurkatum bildet. Von plantar stützt das Lig. calcaneonaviculare plantare das TN-Gelenk, auch „Spring ligament“ genannt [13-15]. Dieses zieht vom PAC zum dorsolateralen Anteil des Os naviculare. Es hat zwei wesentliche Aufgaben. Zum Einen stützt es den Taluskopf und stabilisiert damit das TN-Gelenk [13]. Zum Anderen stabilisiert es statisch das mediale Längsgewölbe des Fußes [14].

Das CC-Gelenk wird fñhrend durch zwei Bandstrukturen stabilisiert: den dorsalolateralen und den plantaren CC-Bändern [17, 18] (Abb. 3). Das Lig. calcaneocuboidale laterale entspringt dem PAC superolateral, lateral des lateralen Anteils des Lig. bifurkatum, und inseriert anteromedial des Cuboids. Plantar liegt das Lig. calcaneocuboidale plantare, welches dem PAC plantar entspringt und sich in seinem Verlauf in zwei Anteile aufteilt. Der laterale tiefe Anteil inseriert am Cuboid, wñhrend der mediale oberflächliche Anteil zur Basis des Metatarsale IV zieht [12]. Gelenksübergreifend verläuft das Lig. bifurkatum, oder Chopart-Ligament (Abb. 2, 3 und 4). Es entspringt dem

**Abbildung 2:** Knöcherner Anatomie des Calcaneus und des Talus, Ansicht von lateral mit Ligamenten: Tuberculum peroneale (P), Ligamentum talocalcaneare laterale (LTL), Ligamentum interosseus laterale (IOL) und Ligamentum bifurkatum (B)



Mit freundlicher Genehmigung der Radological Society of North America aus Daftary et al [16]

dorsolateralen Drittel des PAC und weist eine V-förmige Konfiguration auf. Der mediale Anteil, das laterale calcaneonaviculare Ligament zieht zum Os naviculare, der laterale Anteil als Ligamentum calcaneocuboidale mediale zum Os Cuboideum [19]. Im Allgemeinen wird angenommen, dass das Lig. bifurkatum ein essentieller Stabilisator der Chopart-Gelenkreihe darstellt [20]. Dorn-Lange et al [21] untersuchten in einer



Auf Höhe des Chopart-Gelenkes befindet sich zudem der Scheitelpunkt des Fußlängsgewölbes, somit ist der PAC in seiner Funktion als Träger des Ligamentum bifurkatum wichtiger Stabilisator des Fußgewölbes.

Die sogenannte 2-Säulen Theorie lässt Verletzungen des PAC und somit der Integrität des Chopart-Gelenks noch mehr Bedeutung zukommen. Hierunter versteht man die Aufteilung des Chopart-Gelenks in seine zwei Gelenke als Säulen. Die laterale Säule bildet das

**Abbildung 5:** Fußskelett, Ansicht von lateral und dorsoplantar, eingezeichnet ist die Chopart-Linie



Mit freundlicher Genehmigung von Elsevier aus van Dorp et al [25]

CC-Gelenk. Sie ist rigider und dient mit dem PAC in erster Linie dem Längenerhalt, bei weniger Bewegungsausmaß. Die mediale, beweglichere Säule entspricht dem Caput Tali mit seinen Artikulationen im TN und dem Articulatio talocalcaneonavicular, auch als Coxa pedis bezeichnet. Sie spielt mit ihrer hohen Gesamtbeweglichkeit die tragende Rolle für die Anpassung des Fußes an unebenen Grund [26].

## 1.2. Epidemiologie

Bisher galten Verletzung des PAC als seltene Verletzung. Einer der Erstbeschreiber war Dachterl im Jahr 1931. Damals beobachtete er 26 solcher Verletzungen über einen Zeitraum von zwei Jahren [27]. Erst 1951 findet sich ein weiterer Bericht über wiederum 26 Fälle in zwei Jahren [7]. In neueren Studien zeigt sich eine deutlich höhere Inzidenz [28-31]. So wird angenommen, dass Frakturen des PAC je nach Studie zwischen 3-23% aller Calcaneusfrakturen, beziehungsweise bis zu 38% der extraartikulären Frakturen des Calcaneus ausmachen [2, 3, 28, 29]. Schepers et al schätzten, dass es in bis zu 3% aller Sprunggelenksdistorsionen zu einer Verletzung des PAC kommt [31]. Es ist somit davon auszugehen, dass Frakturen des PAC nach Brüchen der distalen Fibula und der Metatarsale-V-Basis die häufigsten knöchernen

Verletzungen nach Distorsionstraumata des oberen Sprunggelenks darstellen [9]. Das Distorsionstrauma des oberen Sprunggelenks zählt mit 40% aller Sportverletzungen zu den häufigsten Ursachen für muskuloskeletale Verletzungen [32-34]. Geht man von einer Inzidenz von 1/10.000 Supinationstraumata in den USA pro Tag aus [35], so entspräche das bezogen auf die Einwohnerzahl Münchens etwa 4 Frakturen des PAC pro Tag.

### 1.3. Ätiologie

Zur Ätiologie werden verschiedene Unfallmechanismen diskutiert. Einerseits kann es durch Dorsalextension und Eversion zu einem Einklemmen des PAC zwischen Os cuboideum und Talus kommen und so eine sogenannte „Nutcracker“-Verletzung verursachen [28]. So beschreiben auch Hunt et al [36] einen solchen Kompressionsmechanismus des Cuboids in die inferiore Gelenkfläche des PAC als zugrundeliegenden Mechanismus. Andererseits kann durch Plantarflexion und Inversion über ligamentären oder Sehnenzug eine Avulsionsfraktur des PAC hervorgerufen werden [3, 11, 18, 28, 30, 37, 38]. Verschiedene Bänder- oder Sehnen finden sich in der Literatur als Ursprung der Krafteinwirkung. So sehen Brijs et al [38] den maßgeblichen Kraftträger in der Insertion des Lig. bifurkatum, Norfray et al [30] im Ursprung des M. extensor digitorum brevis und Andermahr et al [18] im Lig. calcaneocuboidale laterale und dorsale, als auch im Lig. bifurkatum. Auch eine Kombination aus Supination, Innenrotation und Plantarflexion wird diskutiert [39]. Biomechanische Untersuchungen hierzu stehen zum jetzigen Zeitpunkt aber noch aus. Hirschmann et al [10] und Ochman et al [11] haben in neueren Untersuchungen diskutiert, dass eine Fraktur des PAC als Verletzung oder sogar Subluxation der gesamten Chopart-Gelenkreihe darstellen könnte. So konnten MRT Untersuchungen zeigen, dass in 100% der Fälle eine Avulsion im CC-Gelenk und in 76% aller Fälle eine Verletzung des TN-Gelenkes vorlag.

Der wahrscheinlich häufigste zugrunde liegende Verletzungsmechanismus dürfte jedoch das Supinationstrauma darstellen. Hierbei treten sowohl knöcherne als auch ligamentäre Verletzungen auf. W. Hellpap prägte bereits 1963 den Begriff der „Supinationslinie“, auf der die Krafteinwirkung bei Supinationstraumata regelhaft Verletzungen verursacht [40]. Hier finden sich als typische Unfallfolgen neben

Frakturen des PAC, Frakturen des Metatarsale V, des Processus lateralis tali, sowie Rupturen der Syndesmose, des Außenbandapparats und des Deltabandes.

#### 1.4. Diagnostik

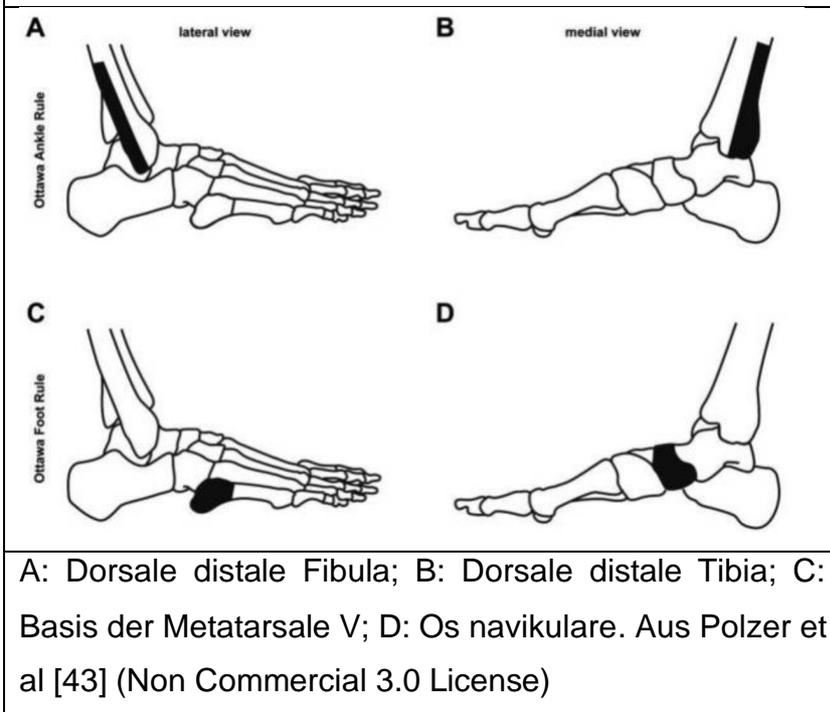
Die Diagnostik sollte in jedem Fall aus einer ausführlichen Anamnese zum Unfallmechanismus und eventuellen vorbestehenden Verletzungen, sowie einer gründlichen körperlichen Untersuchung bestehen. Bildgebende Verfahren sollten, wenn nach klinischem Befund indiziert, immer bei einer konventionellen Röntgenuntersuchung in mindestens zwei Ebenen beginnen. Abhängig vom konventionellen Befund sollte dann weiterführende CT-Diagnostik und in Einzelfällen MRT-Bildgebung angeschlossen werden.

##### *1.4.1. Anamnese und klinische Untersuchung*

Der Patient präsentiert sich meist mit Zustand nach Supinationstrauma, wobei der genaue Unfallmechanismus meist nicht genau wiedergegeben werden kann [28, 39]. Symptome umfassen Schwellung und Schmerzen des oberen Sprunggelenks (OSG) und des lateralen Fußrückens, sowie schmerzbedingt eingeschränkter Beweglichkeit und Belastbarkeit [37, 41]. Plantare Hämatome werden im Gegensatz zu anderen Verletzungen der Supinationslinie häufiger beobachtet [37, 42].

Die klinische Untersuchung sollte strukturiert, entsprechend der „Ottawa Foot- and Ankle Rules“ [43] erfolgen. Die in Abbildung 6 gezeigten Zonen werden hierzu palpiert. Zeigt sich ein Druckschmerz, gibt dies Anlass zu weiterer bildgebender Diagnostik bei Supinationtraumata im Allgemeinen.

**Abbildung 6:** Druckpunkte in der klinischen Untersuchung gemäß Ottawa Foot and Ankle-Rule



Bei Frakturen des PAC zeigt sich ein Druckschmerz über dem PAC, der ca. 1,5cm distal und 2cm ventral der Fibulaspitze liegt [28, 39]. Zudem kann häufig auch ein Druckschmerz über dem dorsomedialen TN-Gelenk ausgelöst werden [9, 19], sowie ein Verwringungsschmerz im Chopart-Gelenk durch Rotation des Vorfußes bei fixiertem Talus und Calcaneus [11, 44]. Häufig werden Verletzungen des PAC als Läsionen des lateralen Kapsel-Band-Komplexes fehlgedeutet. Allerdings kann die oben beschriebene, sorgsame klinische Untersuchung bereits deutliche Hinweise auf eine Verletzung des PAC liefern.

#### 1.4.2. Radiologische Diagnostik

Entsprechend der oben angeführten „Ottawa Foot- and Ankle Rules“ sollte eine weiterführende konventionelle Röntgendiagnostik durchgeführt werden. Je nach Beschwerdelokalisation zwei Ebenen (anterior-posterior/lateral) des OSG und/oder 3 Ebenen (anterior-posterior/streng seitlich/schräg) des Fußes. Allerdings wird auf konventionellen Röntgenbildern eine Fraktur des PAC häufig übersehen. Grund hierfür

sind vor allem Überlagerungen oder Fehlinterpretation als akzessorischer Knochen oder anatomische Normvariante [9, 10, 28].

Zur genauen Charakterisierung der Fraktur oder zum sicheren Frakturausschluss sollte eine Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRT) durchgeführt werden. Die Schnittbildgebung ermöglicht darüber hinaus die Identifikation von Begleitverletzungen [1, 2, 10]. So konnten Hirschmann et al. [10] zeigen, dass im konventionellen Röntgen, im Vergleich zum MRT, in 60% Frakturen des PAC übersehen wurden.

Heutzutage ist das CT aufgrund der schnellen Durchführbarkeit und flächendeckenden Verfügbarkeit das Verfahren der Wahl [1, 10]. Die Indikation zum CT sollte bei Vorliegen eines plantaren Hämatoms, Hinweise auf Verletzungen der Chopart-Gelenklinie wie knöchernere talare Kapselbandausrisse im konventionellen Röntgen oder bei großer Diskrepanz des klinischen Bildes und der konventionellen Bildgebung gestellt werden [9, 10, 41, 42]. In der Primärdiagnostik ist eine MRT-Bildgebung nicht indiziert. Kosten, Dauer und Verfügbarkeit sind hierfür nicht geeignet und die Differenzierung von kleinen knöchernen Avulsionen oder Bandverletzungen bei fokalem Knochenödem und Hämatom gelingt oft nicht [10].

Wie bereits angesprochen, kommt es bei Verletzungen des PAC häufig zu begleitenden Verletzungen im Bereich des TN-Gelenks. Entsprechend liegen Läsionen lateral und medial in der Chopart-Gelenklinie vor, die potentiell mit einer Instabilität dieser Gelenklinie einhergehen können. Bisher besteht kein Konsens wie eine solche Instabilität nachzuweisen ist. In der einzigen, der Doktorandin bekannte Arbeit, haben sich Leland et al. 2001 [17] in einer Kadaverstudie mit der Instabilität des CC-Gelenks beschäftigt. Sie durchtrennten die CC-Bänder und fertigten daraufhin Stressaufnahmen bei Vorfußadduktion an. Hierauf wurde der Abstand zwischen lateralem Rand des Calcaneus und Cuboid, sowie der Winkel einer subchondralen Achse der mit dem CC-Gelenk artikulierenden Anteile des Calcaneus und des Cuboids gemessen. Hier zeigte sich ein signifikanter Unterschied in Winkel als auch Abstand zwischen den Stressaufnahmen bei intakten und iatrogen rupturierten CC-Bändern (5,1mm bzw. 10,7° vs. 7,2mm bzw. 17,6°) gemessen. Schlussendlich fehlen aktuell aber sowohl validierte Untersuchungsmethoden als auch Referenzwerte um eine

Instabilität im Chopart-Gelenk diagnostizieren zu können. In der Abteilung für Fuß- und Sprunggelenkchirurgie fertigen wir bei Frakturen des PAC eine belastete seitliche Röntgenaufnahme im schmerzfreien Intervall an. Hier wird jegliche Subluxation im Chopart-Gelenk im Seitenvergleich als Instabilität gewertet. Für dieses Vorgehen existiert derzeit jedoch keine Evidenz.

## 1.5. Begleitverletzungen

Begleitverletzungen bei Frakturen des PAC, sowohl knöchern als auch ligamentär, sind mannigfaltig und häufig [1, 9, 10]. Exemplarisch konnte die aktuelle Arbeit von Hirschmann et al. [10] anhand von MRT-Untersuchungen an 21 Patienten zeigen, dass in 76% der Fälle Begleitverletzungen am TN- und in 100% der Fälle im CC-Gelenk vorlagen. In 76% der Fälle waren beide Gelenke betroffen. Als Begleitverletzungen wurden Frakturen der Tuberositas des Os naviculare (14%), Impressionsfrakturen des Os cuboideum (5%), Zerrungen des Ligamentum talonaviculare dorsale (5%), talonaviculare Avulsionsfrakturen (5%) und Frakturen des Os naviculare (14%) beschrieben. Schepers et al. [9] beobachteten zusätzlich Rupturen des Lig. bifurcatum sowie des Lig. calcaneocuboideum dorsale. Wie bereits beschrieben, kann nicht ausgeschlossen werden, dass Kombinationsverletzungen des TN- und CC-Gelenks, zu Instabilitäten im Chopart-Gelenk führen. Allerdings fehlen hierzu aktuell die diagnostischen Werkzeuge. Allerdings ist nicht davon auszugehen, dass es bei allen Kombinationsverletzungen (76% der Fälle in der Kohorte von Hirschmann et al. [10]) zu einer relevanten Instabilität kommt. In der Literatur ist lediglich in einem Fallbericht eine persistierende (Sub-)Luxation im Chopart-Gelenk nach Hochrasanztrauma mit Fraktur des PAC unter Beteiligung der medialen Fußsäule und des Taluskopfes beschrieben [11].

## 1.6. Klassifikation

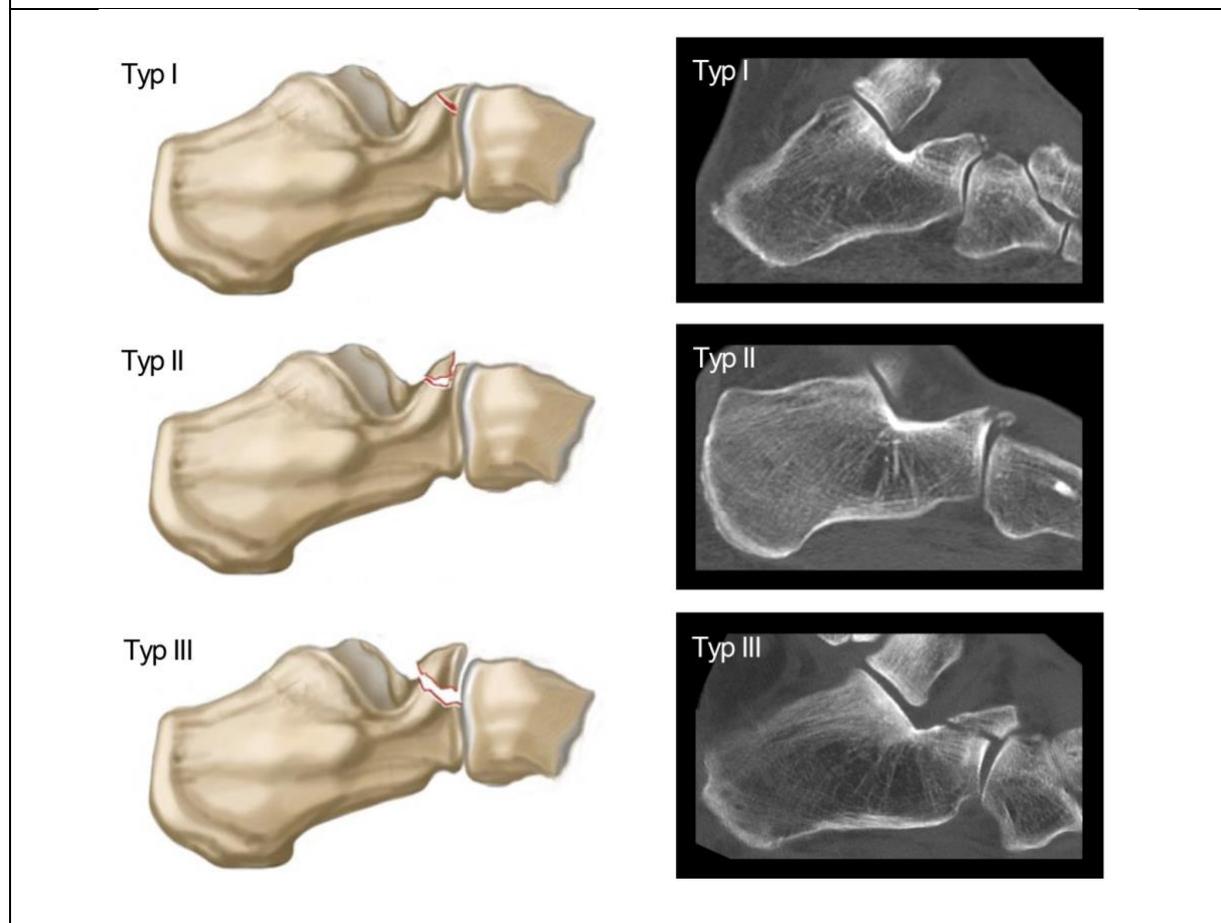
Das Ziel einer modernen, evidenzbasierten Klassifikation ist, neben der eindeutigen Gruppierung der Verletzung, dass eine klare Therapieempfehlung abgeleitet werden kann. Entsprechende Klassifikation fehlen aktuell. Aktuell existiert nur eine explizite Klassifikation für Frakturen des PAC. Diese stammt von Degan et al. [28] aus dem Jahr 1982. Hier werden 3 Frakturtypen unterschieden (Abb. 7). Die Unterscheidung erfolgt anhand der Fragmentgröße, artikulären Beteiligung und Dislokation:

- Typ-I-Frakturen: Kleines Fragment, nicht disloziert und extraartikulär, im Sinne einer nicht dislozierte Avulsionsfraktur.
- Typ-II-Frakturen: Kleines Fragment, dislozierte Fragmente (>2mm) und extraartikulär, im Sinne einer dislozierte Avulsionsfraktur

Typ-III-Frakturen: Großes Fragment, intraartikulär (CC-Gelenk).

Die Grundlage dieser Klassifikation bildeten konventionelle Röntgenbilder von 25 Patienten. Behandlungsrichtlinien lassen sich aus dieser Arbeit nicht ableiten. Eine CT-basierte Klassifikation unter Berücksichtigung der Begleitverletzung fehlt bis heute. Ebenso wurden die anhand der unterschiedlichen Frakturtypen empfohlenen Behandlungsmaßnahmen nie validiert.

**Abbildung 7:** Schematische und CT-morphologische Darstellung der Degan-Klassifikation.



Typ I: nicht-dislozierte Fraktur, welche typischerweise die Spitze des PAC betrifft;  
Typ II: dislozierte Fraktur, welche die Gelenkfläche nicht miteinschließt; Typ III:  
große, dislozierte Fraktur, welche die Gelenkfläche des CC-Gelenks miteinschließt  
[11, 28]

Mit freundlicher Genehmigung der Springer Nature aus Ochman et al [11]

Andere etablierte Klassifikationen der Kalkaneusfrakturen wie z.B. Sanders [45], Essex-Lopresti [46] oder die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO/OTA)

[47, 48] fokussieren sich im Wesentlichen auf das Subtalargelenk und berücksichtigen Frakturen des PAC nur am Rande als extraartikuläre Frakturen.

Die AO-Klassifikation beispielsweise beschreibt Frakturen des PAC als Klasse-A-Frakturen (AO-82-A1.1/AO-82-A1.2) im Sinne extraartikulärer Frakturen des Calcaneus ohne diese weiter zu spezifizieren [47, 48].

Eine etwas genauere Betrachtung finden Frakturen des PAC in der „Integral Classification of Injuries“ (ICI) von Zwipp et al. [49] aus dem Jahr 2004 (Tabelle 1 und 2).

<b>Tabelle 1:</b> ICI-Klassifikation des Kalkaneus, entsprechend der jeweiligen Anteile		
81.2.1	Proximales Segment	Corpus, Tuberositas und posteriore Facette
81.2.2	Mittleres Segment	Sustentaculum tali, mittlere Facette und Sulcus calcanei
81.2.3	Distales Segment	Processus Anterius und anteriore Facette
Mit freundlicher Genehmigung von Elsevier 2018, Zwipp et al [49]		

Hier werden auch Frakturen des distalen Calcaneus als artikuläre Verletzungen betrachtet. Zudem werden begleitende Bandverletzungen und Dislokationen berücksichtigt. Allerdings bleibt auch hier die genaue Frakturmorphologie unberücksichtigt.

<b>Tabelle 2:</b> ICI-Klassifikation des Verletzungsmusters und der Begleitverletzungen		
Untergruppe 1: Gewebe	Untergruppe 2: Verletzungsmuster	Untergruppe 3: Dislokationsgrad
1: Knochen	1: Fissur	1: nicht-disloziert
	2: Avulsion	2: geringe Dislokation
	3: Mehrfragmentär	3: hochgradige Dislokation
2: Knorpel	1: Kontusion	1: nicht disloziert
	2: Osteochondrale Fraktur	2: disloziert
	3: Abscherverletzung	3: "flake"
3: Kapsel und Ligamente	1: Ruptur von Kapsel oder Ligament	1: keine Instabilität
	2: Ruptur von Kapsel und 2 Ligamenten	2: relevante Instabilität
	2: Ruptur von Kapsel und 3 oder mehr Ligamenten	3: hochgradige Instabilität (mit Luxation)
Mit freundlicher Genehmigung von Elsevier 2018, Zwipp et al [49]		

## 1.7. Therapie

Analog zu einer fehlenden, evidenzbasierten Klassifikation, fehlen aktuell auch entsprechende Therapieempfehlungen. Dies ist auf die schwache Studienlage zurückzuführen. Es fehlen sowohl beobachtende Studien die die klinische Ergebnisse anhand objektiver Parameter quantifizieren, Studien mit größeren Patientenkollektiven, vergleichende Studien (selbe Verletzungen vs. unterschiedliche Therapie oder gleiche Therapie vs. unterschiedliche Verletzungen). Keine der aktuell verfügbaren Studien überschreitet das Evidenzniveau IV (The Oxford 2011 Level of Evidence). Den Autoren ist aktuell nur eine Fallserie bekannt, die das Behandlungsergebnis objektivierte. Ochman et al. 2013 [11] objektivierte das Behandlungsergebnis von fünf operativ behandelten Patienten mit dislozierten Degan-Typ-III Frakturen mittels dem AOFA Score. Im Rahmen einer ersten Arbeit, führten wir eine Literaturrecherche zur konservativen bzw. operativen Therapie bei PAC Frakturen durch [50]. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 (konservative Therapie) und Tabelle 4 (operative Therapie) zusammengefasst. Berücksichtigt wurden ausschließlich Studien, die eine detaillierte Beschreibung der eingeschlossenen Frakturen, der Therapie oder Behandlungsverläufen beinhalten.

**Tabelle 3:** Literaturübersicht zur konservativen Behandlung von Frakturen des Processus anterior calcanei

Autor / Jahr	[n]	Studien- design	LOE	Fraktur-Typ	Therapie (einheitlich / variabel)	Obj. Outcome	Subj. Outcome
Bradford et al. 1951 [7]	17	Fallserie	IV	k.A.	Entlastung (4-6 W) + elast. Bandage / Gips (variabel)	k.A.	zufrieden (n=16) Pseudarthrose (n=1)
Gellman et al. 1951 [51]	6	Fallserie	IV	k.A.	Entlastung (4 W) + elast. Bandage / Gips (variabel)	k.A.	zufrieden (kein Patient beschwerdefrei)
Dell et al. 1958 [52]	12	Fallserie	IV	k.A.	Entlastung (4-6 W) + Gips (variabel)	k.A.	verheilt (n=11) Pseudarthrose (n=1)
Hellpap et al. 1962 [53]	47	Fallserie	IV	k.A.	Entlastung (4 W) + Gips (einheitlich)	k.A.	keine Pseudarthrose
Howie et al. 1986 [44]	7	Fallserie	IV	k.A.	Entlastung (4-6 W) + Tapeverband / Gips (variabel)	k.A.	schmerzfrei (n=1) Schmerzen >12M (n=5) k.A. (n=1)
Graham et al. 2016 [54]	1	Fallbericht	IV	Degan Typ III** gering disloziert	Entlastung + Gips (4 W) (einheitlich)	k.A.	zu 85% wiederhergestellt nach 3 Monaten

\*angepasst nach Abzug der operativ therapierten Frakturen; \*\* Klassifikation anhand der vorliegenden Röntgenaufnahmen; LOE = Level of Evidence [55], W = Wochen, k.A. = keine Angaben, n= Anzahl

**Fortsetzung Tabelle 3: Literaturübersicht zur konservativen Behandlung von Frakturen des Processus anterieus calcanei**

Autor / Jahr	[n]	Studien- design	LOE	Fraktur- Typ	Therapie (einheitlich / variabel)	Obj. Outcome	Subj. Outcome
Fadl et al. 2017 [41]	1	Fallbericht	IV	Degan Typ II** gering disloziert	Gips (4 W) (einheitlich)	k.A.	k.A.
Gibbons et al 2016 [56]	1	Fallbericht	IV	Klein, nicht disloziert	Entlastung (4W) + Immobilisierung (6W) (einheitlich)	Heilung	Pers. Schmerzen nach 6 Wochen
Garvin et al. 1957 [57]	12	Fallserie	IV	k.A.	Entlastung (3-10 W) + Gips (variabel)	k.A.	asymptomatisch (n=9) k.A. (n=3)
Carey et al. 1965 [58]	30*	Fallserie	IV	k.A.	Entlastung (1-8 W) + Gips (n=24) / elast. Bandage (n=6) (variabel)	k.A.	exzellent (n=16) gut (n=13) akzeptabel (n=1)
Degan et al. 1982 [28]	18*	Fallserie	IV	k.A.	Entlastung (2-10 W) + Gips (n=18) (variabel)	k.A.	zufrieden (residuelle Schmerzen n=11)
Backman et al. 1953 [59]	20	Fallserie	IV	k.A.	Entlastung + Tapeverband / Gips (variabel)	k.A.	zufrieden (n=18) residuelle Beschwerden (n=2)
Renfrew et al. 1985 [39]	7	Fallserie	IV	k.A.	Entlastung + Tapeverband / Gips (variabel)	k.A.	ereignislose Heilung (n=3) k.A. (n=4)
Robbins et al. 1999 [60]	4*	Fallserie	IV	nicht disloziert (n=3) gering disloziert (n=1)	Immobilisierung (n=4) (k.A. / einheitlich)	k.A.	zufrieden (n=3) nicht zufrieden (n=1)
Norfray et al. 1980 [30]	9*	Fallserie	IV	k.A.	Vollbelastung + elast. Bandage (n=9) (einheitlich)	k.A.	zufrieden

\*angepasst nach Abzug der operativ therapierten Frakturen; \*\* Klassifikation anhand der vorliegenden Röntgenaufnahmen;  
LOE = Level of Evidence [55], W = Wochen, k.A. = keine Angaben, n=Anzahl

**Tabelle 4:** Literaturübersicht zur operativen Behandlung von Frakturen des Processus anterior calcanei

Autor / Jahr	[n]	Studie n-design	LOE	Fraktur-Typ	Indikation	Therapie	Obj. Outcome	Subj. Outcome
Carey et al. 1965 [58]	1*	Fallserie	IV	k.A.	k.A.	ORIF	k.A.	exzellent
Hunt et al. 1970 [36]	1	Fallbericht	IV	k.A.	akute Fraktur	ORIF	k.A.	zufriedenstellende Funktion
Pillai et al. 2005 [61]	1	Fallbericht	IV	Degan Typ III** disloziert	akute Fraktur	ORIF + Gips	k.A.	zufrieden
Ochman et al. 2013 [11]	5	Fallserie	IV	Degan Typ III disloziert	akute Fraktur (n=4) / Pseudarthrose n. 9 M (n=1)	ORIF	AOFAS Ø 91,4	zufrieden
Levine et al. 1954 [62]	1	Fallbericht	IV	Degan Typ III** gering disloziert	Schmerzen n. 5 M kons. Therapie	Exzision	k.A.	ereignislose Heilung
Norfray et al. 1980 [30]	1*	Fallserie	IV	großes Fragment	akute Fraktur	Exzision	k.A.	zufrieden
Degan et al. 1982 [28]	7*	Fallserie	IV	k.A.	Pseudarthrose (n=6) k.A. (n=1)	Exzision	k.A.	zufrieden (n=5) nicht zufrieden (n=2)
Harburn et al. 1987 [63]	1	Fallbericht	IV	disloziert	verz. Heilung n. 7 W kons. Therapie	Exzision	k.A.	zufrieden
Trnka et al. 1998 [3]	1	Fallbericht	IV	Degan Typ III disloziert	Pseudarthrose n. 10 M kons. Therapie	Exzision	k.A.	zufrieden
Robbins et al. 1999 [60]	1*	Fallserie	IV	gering disloziert	verz. Heilung n. 9 M kons. Therapie	Exzision	k.A.	Schmerzen gebessert
Halm et al. 2016 [29]	6	Fallserie	IV	k.A.	Schmerzen n. 11 M kons. Therapie	Exzision	k.A.	zufrieden (n=4) Schmerzen (n=2)
Frey et al. 2005 [64]	1	Fallbericht	IV	k.A.	verz. Heilung n. 10 M kons. Therapie	arthroskopische Exzision	k.A.	Schmerzfrei, gute Stabilität in OSG und USG
Lui et al. 2011 [65]	1	Fallbericht	IV	disloziert	Pseudarthrose n. 2 J kons. Therapie	arthroskopische Exzision	k.A.	zufrieden

\*angepasst nach Abzug der konservativ therapierten Frakturen; \*\* Klassifikation anhand der vorliegenden Röntgenaufnahmen; LOE = Level of Evidence [55], ORIF = Offene Reposition interne Fixierung, J = Jahre, M = Monate, W = Wochen, AOFAS = American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot Score, k.A. = keine Angaben, n= Anzahl

Im Folgenden werden die verschiedenen konservativen und operativen Therapiekonzepte vorgestellt.

### *1.7.1. Konservative Therapie*

Die meisten Studien beschäftigten sich mit der konservativen Therapie. Allerdings fehlen in fast allen Publikationen eine Beschreibung bzw. Klassifikation der eingeschlossenen Frakturen. Darüber hinaus sind die Therapieregime, selbst innerhalb der einzelnen Studien, nicht einheitlich und variierten relevant. Die meisten Autoren führten eine Immobilisation mittels Unterschenkelgips oder Walker und Entlastung an Unterarmgehstützen für zwei bis zehn Wochen durch [28, 29, 54, 56, 57]. Eine Studie untersuchte eine frühfunktionelle Therapie mittels elastischer Bandagierung und schmerzadaptierter Vollbelastung [30]. Im Folgenden werden die entsprechenden Therapieansätze anhand der vorhandenen Studien vorgestellt.

#### 1.7.1.1. Immobilisation und Entlastung

Insgesamt wurden bei 183 Patienten in 14 Studien die Behandlungsergebnisse nach Immobilisation im Unterschenkelgips oder Walker sowie begleitender Entlastung untersucht. Allerdings variierte sowohl der Zeitraum der Immobilisation als auch die Dauer der Entlastung stark zwischen den einzelnen Studien (2-10 Wochen).

In insgesamt acht Studien mit summativ 92 Patienten, wurde eine Entlastung und Immobilisation zwischen vier bis sechs Wochen durchgeführt [7, 41, 44, 51-54, 56]. In diesen Studien wurde das Behandlungsergebnis weder systematisch (Follow-up) noch objektiv (Outcome-Parameter) erhoben. Es wurde lediglich über subjektiv zufriedenstellende Ergebnisse, bzw. radiologisch konsolidierte Frakturen berichtet [7, 28, 44, 51-53]. Zusammengefasst kam es bei zwei Patienten (2%) zu einer Pseudarthrose [7, 52] und zwölf Patienten (13%) klagten über residuale Beschwerden [44, 51, 56]. Zwei Autoren legten ihrer Therapieempfehlung überhaupt kein Behandlungsergebnis zu Grunde [41, 44].

In drei Studien wurde kein einheitliches Therapie-Regime angewendet [28, 57, 58]. So untersuchten Carey et al. [58] 31 Patienten, von denen 10 frühfunktionell und die

Restlichen mittels Immobilisation zwischen ein und acht Wochen, sowie einer Entlastung zwischen drei und zehn Wochen, behandelt wurden. Die Ergebnisse werden therapieunabhängig als exzellent in 16 Fällen, gut in 13 Fällen und akzeptabel in einem Fall beschrieben. Degan et al. [28] untersuchten insgesamt 25 Patienten, von denen 18 konservativ mittels Unterschenkelgips und Entlastung für zwei bis zehn Wochen behandelt wurden. Die anderen sieben Patienten wurden operativ behandelt und werden später in dieser Arbeit diskutiert. Das Ergebnis der konservativen Therapie wird bei 100% als zufriedenstellend bezeichnet. Ein zufriedenstellendes Ergebnis definierten die Autoren als Schmerzfreiheit oder milde residuale Schmerzen ohne Einschränkungen der alltäglichen Aktivität. Nur sieben der 18 Patienten waren zum Zeitpunkt des Follow-Up, nach durchschnittlich neun Jahren, beschwerdefrei. Garvin et al. [57] berichten von 12 Patienten mit Frakturen des PAC. Zehn Patienten wurden initial konservativ therapiert. Bei zwei Patienten erfolgte die Diagnosestellung verspätet (>7 Tage). Bei sechs Patienten erfolgte eine Immobilisation im Unterschenkelweißgips. Vier davon erhielten einen Unterschenkelgehgips und zwei einen Unterschenkelweißgips mit Entlastung. Hierbei variierte der Zeitraum der Immobilisation zwischen 3 und 10 Wochen. Die Ergebnisse werden nicht differenziert betrachtet. Die Autoren beschrieben lediglich eine Schmerzpersistenz über 12 Monate bei mindestens 3 Patienten.

#### 1.7.1.2. Funktionelle Therapie

Die funktionelle Therapie beschreibt die elastische Bandagierung zur Schwellungskontrolle und Stabilisierung, das Verwenden von Schuhen mit harter/steifer Sohle, sowie die schmerzabhängige Vollbelastung an Unterarmgehstützen, wenn notwendig. Lediglich eine Fallserien aus 1979 berichtete [30] über zehn Patienten, von welchen neun mittels frühfunktioneller Therapie und ein Patient, bei initial sehr großem Fragment, mittels offener Exzision behandelt wurden. Das Outcome wurde nicht differenziert betrachtet, jedoch als zufriedenstellend berichtet.

### 1.7.2. Operative Therapie

In der Literatur wird, neben der konservativen Therapie, auch die operative beschrieben. Auch hier existieren derzeit nur retrospektive Fallberichte und kleine Fallserien. Insgesamt können zwei operative Therapieansätze unterschieden werden. Zum einen die offene Reposition und interne Fixierung (ORIF), zum anderen die Resektion der Frakturfragmente. Die ORIF wurde vor allem bei akuten, dislozierten Frakturen mit größeren Fragmenten beschrieben. Die Resektion wurde in den meisten Fällen bei symptomatischen Pseudarthrosen oder bei kleinen Frakturfragmenten mit erheblicher Dislokation beschrieben. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht über die vorhandenen Publikationen zur operativen Therapie. Nur zwei Studien klassifizieren die Frakturen nach Degan [3, 11]. Bei zwei weiteren Fallberichten war es möglich die Klassifikation anhand der vorhandenen Röntgenbilder abzuleiten [61, 62]. Vier Arbeiten unterschieden zwischen dislozierten und nicht dislozierten Frakturen oder basierend auf der Fragmentgröße [28, 30, 60, 63, 65]. In allen weiteren Publikationen wurde keine Aussage zur Frakturmorphologie getroffen.

#### 1.7.2.1. Offene Reposition und interne Fixierung (ORIF)

Vier Studien mit zusammengekommen acht Patienten beschreiben die offene Reposition und interne Fixierung (ORIF) [11, 36, 58, 61]. Zwei Arbeiten klassifizierten die Frakturen nicht [36, 58]. In den anderen beiden Studien handelte es sich um PAC Frakturen des Typs Degan III [11, 61]. Drei Arbeiten bezogen sich auf akute Frakturen [11, 36, 61], Carey et al [58] machten keine Aussage zum Frakturalter.

Ochman et al. [11] berichteten über die Behandlungsergebnisse von fünf Patienten. Bei drei Frakturen handelte es sich um akuten Degan Typ III Frakturen. Bei jeweils einem Patienten lag eine Pseudarthrose (Operation nach 9 Monaten) sowie eine transkalkaneare Chopart-(Sub)luxation vor. Als einzige Studie zur Fraktur des PAC wurden in dieser die Behandlungsergebnisse mittels einer objektivierte Score (American Orthopedic Foot and Ankle Score (AOFAS)) gemessen. Nach einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von zwei Jahren und fünf Monaten, betrug der AOFAS durchschnittlich 91 Punkte (72-100 Punkte). Die breite Streuung könnte durch das heterogene Patientenkollektiv erklärt werden. Betrachtet man hier nur das

Behandlungsergebnis von akuten isolierten Typ-III-Frakturen zeigte sich ein mittlerer AOFAS von 100 Punkten.

Die Autoren der verbleibenden zwei Fallberichte an 2 Patienten berichteten über befriedigenden Ergebnisse [36, 61]. Lediglich Carey et al [58] berichten von einem exzellenten Ergebnis bei einem Patienten. In Abbildung 8 und 9 sind exemplarisch die prä- und postoperativen Röntgenbilder aus Pillai et al [61] dargestellt. In diesem Fallbericht wurde eine 19-jährige Patientin bei verzögerter Diagnosestellung nach 48 Stunden operativ mittels ORIF versorgt. Sie berichten von einer normalen Funktion und unauffälligen Röntgenbildern bei einem Follow-up von 24 Monaten.

**Abbildung 8:** präoperatives Röntgenbild der Fraktur des PAC



Mit freundlicher Genehmigung von Elsevier aus Pillai et al [61]

**Abbildung 9:** postoperative Röntgenaufnahme nach ORIF

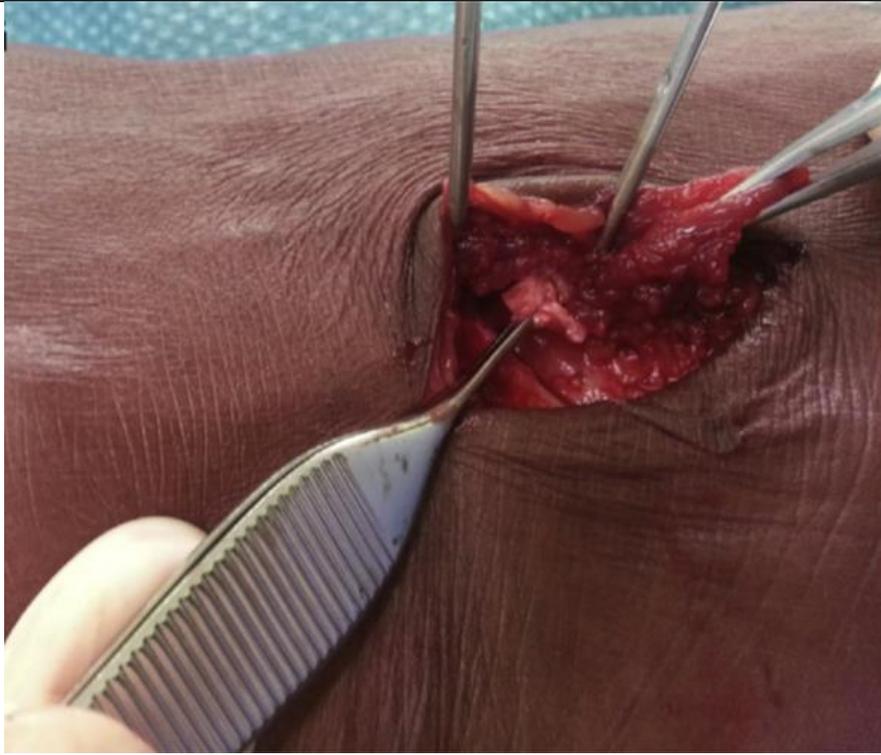


Mit freundlicher Genehmigung von Elsevier aus Pillai et al [61]

### 1.7.2.2. Offene Exzision

Insgesamt führten acht Studien bei 17 Patienten die offene Exzision bei Versagen der konservativen Therapie, i.e. symptomatischen Patienten (11 Wochen – 7 Monate) oder Pseudarthrosen, durch [3, 28, 29, 60, 62, 63]. Bei insgesamt 13 der 17 Patienten, die bei konservativen Therapieversagen mittels offener Exzision behandelt wurden, wurde von zufriedenstellenden Ergebnissen berichtet. Die übrigen 4 Fälle waren weiterhin symptomatisch im Sinne von persistierenden Schmerzen [28, 29]. In keiner der genannten Studien wurden objektivierbare Parameter erhoben. In nur zwei Fallberichten wurden der Frakturtyp als Degan III klassifiziert [3, 62]. Hier wird in einem Fall von einer ereignislosen Heilung, im anderen von einem zufriedenstellenden Ergebnis gesprochen. Eine Fallserie berichtet bei einem Patienten von einer offenen Exzision als Therapie der akuten Fraktur bei großem Fragment mit zufriedenstellendem Ergebnis [30]. Auch hier fehlt die genaue Frakturklassifikation. Halm et al [29] berichten von 6 Patienten, welche bei persistierenden Schmerzen nach konservativer Therapie operativ mittels Exzision des Fragments therapiert wurden. Das Ergebnis wird in 4 Fällen mit kompletter Beschwerdefreiheit und in 2 Fällen mit partieller Beschwerdeverbesserung beschrieben. Der intraoperative Situs ist in Abbildung 10, die postoperativen Röntgenbilder in Abbildung 11 dargestellt.

**Abbildung 10:** intraoperative Darstellung des Fragmentes vor Exzision



Mit freundlicher Genehmigung von Elsevier aus Halm et al [29]

**Abbildung 11:** postoperative Röntgenaufnahmen nach Exzision und Anker-Refixation des Lig. Bifurkatum und des M. extensor digitorum brevis



Mit freundlicher Genehmigung von Elsevier aus Halm et al [29]

### 1.7.2.3. Arthroskopische Exzision

Zwei Fallberichte untersuchen alternativ zur offenen, die arthroskopische Exzision [64, 65]. In beiden Fällen handelte es sich um junge Patienten mit hohem funktionellem Anspruch, die bei primär übersehener Fraktur nach zehn Monaten bzw. zwei Jahren konservativer Therapie über persistierende Schmerzen klagten. Die Ergebnisse werden hier einerseits als zufriedenstellend, andererseits als schmerzfrei bei guter Stabilität angegeben. Auf die Frakturmorphologie wird nicht näher eingegangen.

### *1.7.3. Behandlungsstandard Fuß- und Sprunggelenkchirurgie – LMU*

Aufgrund der fehlenden Daten zur Überlegenheit der operativen, im Vergleich zur konservativen Therapie, werden an der Abteilung für Fuß- und Sprunggelenkchirurgie der LMU alle Patienten mit einer isolierten Fraktur des PAC, unabhängig der Frakturmorphologie, frühfunktionell konservativ behandelt. Die Patienten werden angehalten eine schmerzabhängige Vollbelastung an Unterarmstützen durchzuführen. Es erfolgt keine Ruhigstellung. Allerdings wird empfohlen, in den ersten 14 Tagen eine elastische Bandagierung zur Schwellungskontrolle durchzuführen sowie in den ersten 4-6 Wochen Schuhe mit einer harten / steifen Sohle zu tragen, um Torsionsbewegung im Mittelfuß zu reduzieren.

## **2. Ziel**

Das primäre Ziel dieser Doktorarbeit ist im Rahmen einer retrospektiven Studie, die Behandlungsergebnisse nach frühfunktioneller Therapie von Frakturen des PAC anhand objektivierbarer Ergebnisse zu erheben. Das sekundäre Ziel ist die Identifikation von Faktoren, die einen Einfluss auf das Behandlungsergebnis haben.

## **3. Material und Methoden**

### **3.1. Studiendesign**

Es handelt es sich um eine retrospektive Registerstudie mit einem aktuellen Follow-up. Die Arbeit wurde im Vorfeld durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität genehmigt (# 660-16).

### **3.2. Studienpopulation**

Die hier präsentierte Studie wurde durch die Fuß- und Sprunggelenkchirurgie der Klinik für Allgemeine-, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der LMU München durchgeführt. Patienten, die eine akute Fraktur des PAC im Zeitraum vom 1. März 2011 bis zum 01. März 2016 erlitten hatten, wurden über die hausinternen radiologischen und klinischen Datenbanken identifiziert. Die radiologische Datenbank wurde nach den folgenden Schlagwörtern durchsucht: „Proc\* UND ant\* UND Fraktur“. Die Identifikation der Patienten über die klinische Datenbank erfolgte mittels dem ICD-10 Code „S92.0“ (International Classification of Diseases, Version 2013). Die so identifizierten Patienten wurden in einem ersten Schritt gepoolt, anschließend Doppelnennungen eliminiert und schließlich von zwei unabhängigen Untersuchern hinsichtlich der im Folgenden beschriebenen Ein- und Ausschluss-Kriterien selektiert.

### **3.3. Ein- und Ausschlusskriterien**

Eingeschlossen wurden alle Patienten ab 18 Jahren, die eine akute unilaterale Fraktur des PAC erlitten hatten und konservativ mittels schmerzabhängiger Vollbelastung behandelt wurden. Begleitverletzungen in der Chopart-Linie ohne Instabilitätszeichen wurden toleriert. Außerdem mussten sowohl konventionelle Röntgenbilder, als auch Computertomographien (CT) und ein Follow-up von mindestens zwölf Monaten vorliegen. Einen Überblick über alle Ein- und Ausschluss-Kriterien gibt Tabelle 5.

<b>Tabelle 5:</b> Darstellung der Ein- und Ausschlußkriterien.	
Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alter &gt; 18 Jahre</li> <li>- Unilaterale Fraktur des PAC</li> <li>- Begleitverletzung entlang der Chopart-Linie oder keine Begleitverletzungen</li> <li>- Follow-up &gt; 6 Monate</li> <li>- Röntgenbilder vorhanden</li> <li>- CT vorhanden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alter &lt; 18 Jahre</li> <li>- Bilaterale Frakturen des PAC</li> <li>- Begleitverletzung außerhalb der Chopart-Linie</li> <li>- Pathologische oder nicht-traumatische Frakturen</li> <li>- Keine Röntgenbilder vorhanden</li> <li>- Kein CT vorhanden</li> <li>- Offene Wachstumsfugen</li> <li>- Therapieregime nicht durchführbar</li> <li>- Verspätete Diagnosestellung</li> <li>- Keine Einverständniserklärung</li> <li>- Wohnsitz im Ausland</li> <li>- Operative Therapie</li> </ul>

### 3.4. Behandlungsalgorithmus der LMU

Alle Patienten, die in diese Studie eingeschlossen wurden, wurden, wie oben beschrieben, frühfunktionell behandelt. Dies beinhalten die schmerzabhängige Vollbelastung in Schuhen mit einer harten Sohle und Unterarmgehstützen sowie die initiale Bandagierung. Begleitend wurde intensive Physiotherapie zur Gangschule verschrieben. Die Patienten wurden dazu angehalten, schnellst möglich in die schmerzabhängige Vollbelastung ohne Unterarmgehstützen überzugehen. Die Dauer der Teilbelastung an Unterarmstützen wurde auf maximal zwei Wochen beschränkt. Eine Rückkehr zu Arbeit und Sport erfolgte sobald dies schmerzbedingt toleriert wurde. Geplante radiologische Verlaufskontrollen wurden nicht durchgeführt. Eine radiologische Kontrolle wurde nur dann durchgeführt, wenn die Patienten länger als

sechs Wochen über Beschwerden klagten oder über diesen Zeitraum hinaus eine funktionelle Einschränkung im alltäglichen Leben bestand.

### 3.5. Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte retrospektiv anhand der Patientenakte und der vorhandenen Bildgebung, sowie mittels eines aktuellen Follow-ups anhand standardisierter und validierter Fragebögen zur Patientenzufriedenheit und Funktion (Patient Rated Outcome Measures (PROMs)). Alle Patienten erhielten mindestens zwölf Monate nach dem Frakturereignis einen Fragebogen. Bei Unstimmigkeiten innerhalb eines Fragebogens oder unvollständig ausgefülltem Fragebogen wurden die Patienten zur Klärung telefonisch kontaktiert. Tabelle 6 gibt einen Überblick über die erhobenen Daten. Diese werden im Folgenden im Detail dargestellt.

<b>Tabelle 6: Erhobene Daten und Outcome Parameter</b>	
Vorhandene Daten	Outcome Parameter
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alter, Geschlecht, Begleiterkrankungen, Risikofaktoren</li> <li>- Degan-Klassifikation</li> <li>- Frakturcharakteristika</li> <li>- Begleitverletzungen der Chopart-Linie</li> <li>- Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VAS-FA (Funktion, Schmerz, Andere Beschwerden, Gesamt)</li> <li>- SF-12 (MCS, PCS)</li> <li>- Karlsson-Score</li> <li>- Wiedererlangung der Sportfähigkeit</li> </ul>
VAS-FA = Visual Analogue Scale Foot and Ankle[66]; SF-12 PCS = SF-12 Physischer Summenscore [67]; SF-12 MCS = SF-12 Mentaler Summenscore [67]	

### *3.5.1. Retrospektiv*

#### *3.5.1.1. Demographie*

Neben den allgemein demographischen Daten im Sinne von Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht, wurden die medizinische Vorgeschichte, sowie Begleiterkrankungen und individuelle Risikofaktoren wie Nikotinabusus anhand der Patientenakte erfasst. Zudem wurde anhand der Dokumentation der Zeitpunkt der Rückkehr zur Arbeit und der Wiedererlangung der vollen körperlichen Leistungsfähigkeit (Sportfähigkeit) nachvollzogen.

#### *3.5.1.2 Frakturcharakteristika*

Die Erhebung der Frakturcharakteristika erfolgte durch zwei unabhängige Untersucher anhand der vorliegenden CT Bilder. Die Klassifikation erfolgte anhand der Degan Klassifikation [28] (Abb. 8). Darüber hinaus wurden der Grad der Dislokation (<2mm; >2mm), die Lokalisation (medial; medial-intermediate; intermediate; lateral-intermediate; lateral; komplett) sowie die Morphologie (einfach; multifragmentär) erfasst. Eventuelle Unstimmigkeiten wurden in anschließenden Diskussionen gelöst.

#### *3.5.1.3 Begleitverletzungen*

Anhand der CT-Bilder wurden, analog zu dem oben beschriebenen Procedere, die Begleitverletzungen innerhalb der Chopart-Linie erfasst. Diese umfassten:

- Avulsionsverletzungen des TN-Gelenks
- Avulsionen, sowie knöcherne Bandverletzungen des CC-Gelenks
- Frakturen des Cuboid
- Frakturen des Os Naviculare

Patienten mit einer Chopart-Luxationsfraktur wurden ausgeschlossen. Partielle Instabilitäten in der Chopart-Gelenklinie konnten nicht erfasst werden, da hierfür aktuell validierte klinische oder radiologische Methoden zum objektiven Nachweis einer Instabilität fehlen [42]. Bei Verdacht auf eine persistierende Instabilität wurden die oben beschriebenen, Röntgenbilder unter Belastung durchgeführt.

### *3.5.1.4 Behandlungsdetails*

Basierend auf der vorhandenen Dokumentation wurde die Dauer einer möglichen Immobilisation sowie der durchgeführten Teilbelastung an Unterarmstützen erhoben.

### *3.5.2. Prospektiv*

#### *3.5.2.1 PROMs*

Die aktuelle Patientenzufriedenheit und Funktion wurden anhand von standardisierten und validierten Fragebögen erhoben. Diese umfassten zwei Fragebögen zur Funktionalität des Fußes (VAS-FA, Karlsson Score) sowie eine Testbatterie zur Lebensqualität (SF-12). Diese werden im Folgenden vorgestellt und finden sich im Vollversion im Anhang.

#### *Visuelle Analogskala Fuß und Sprunggelenk (VAS FA)*

Die Visuelle Analogskala Fuß und Sprunggelenk (VAS FA) ist ein Score zur Objektivierung von Beschwerden des Fußes und Sprunggelenks. Dieser Score ist weltweit für Fuß und Sprunggelenk bei gesunden Personen [68] als auch für Pathologien im Bereich des Fuß und Sprunggelenks validiert [66]. Der VAS FA besteht aus 20 subjektiven Fragen bezüglich Schmerzen (4 Fragen), Funktionsstörung (13 Fragen) und sonstige Beschwerden (3 Fragen). Zur Beurteilung der Beschwerden wird eine Visuelle Analogskala verwendet. Dabei variieren die individuellen Skalen zwischen 0-100 Punkte und es wird ein summativer Score mit einer maximalen Punktzahl von 100 Punkten berechnet. Insgesamt wird dieser Score als unkompliziert gewertet mit leicht verständlicher Datenakquirierung und schneller Auswertung. Die Auswertung kann digital oder manuell mittels Messgitter erfolgen. Die hier erhobenen Daten wurden manuell ausgewertet. In einer Studie an 121 Fuß-Gesunden-Patienten lagen die Ergebnisse zwischen 82-100 beim Schmerz, 87-100 in der Funktion, 68-83 in sonstigen Beschwerden und 86-100 insgesamt [66]. Der VAS-FA Fragebogen ist im Anhang dargestellt.

#### *Karlsson Score*

Der Karlsson Score [69] ist eine validiertes Messinstrument zur Erhebung von Beschwerden am Sprunggelenk. Initial wurde er zur Evaluation der

Sprunggelenksfunktion entwickelt [69]. Er umfasst Fragen zu Schmerzen, Schwellneigung, Funktion, Steifigkeit, Instabilität, Funktionalität im Alltag, sowie Unterstützung durch Hilfsmittel. Hier wird ein Gesamtsummenwert ermittelt. Die Werte liegen zwischen 0 und 100, wobei 95-100 exzellente, 80-94 gute und 79-0 ungenügende Ergebnisse widerspiegeln [69]. Der Karlsson Score Fragebogen ist im Anhang angefügt.

### *SF-12*

Der Short Form Health Survey SF-12 Fragebogen ist die Kurzform des Short Form SF-36 Health Survey. Er ist ein krankheitsübergreifendes Messinstrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Die 12 Fragen des SF-12 erlauben die Bildung eines körperlichen (Physical Component Summary, PCS) und eines psychischen (Mental Component Summary, MCS) Summenwertes. Beide zeigen Werte zwischen 0 und 100, wobei 50 das Ergebnis einer Standardpopulation widerspiegelt. Er wurde in großen Studienpopulationen für viele Länder und Sprachen validiert [67]. Die Auswertung erfolgte computergestützt mithilfe der Analysesoftware (Version 2, Lizenz QM038796). Der SF-12 Fragebogen ist im Anhang ersichtlich.

### 3.6. Zielparameter

Als Primärer Zielparameter dieser Arbeit wurde die Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit definiert. Sekundäre Zielparameter waren die Wiedererlangung der Sportfähigkeit, der VAS-FA, der SF-12, sowie der der Karlsson Score. Von weiterem Interesse war die Frage, ob Faktoren identifiziert werden konnten, die einen Einfluss auf das subjektive Behandlungsergebnis hatten.

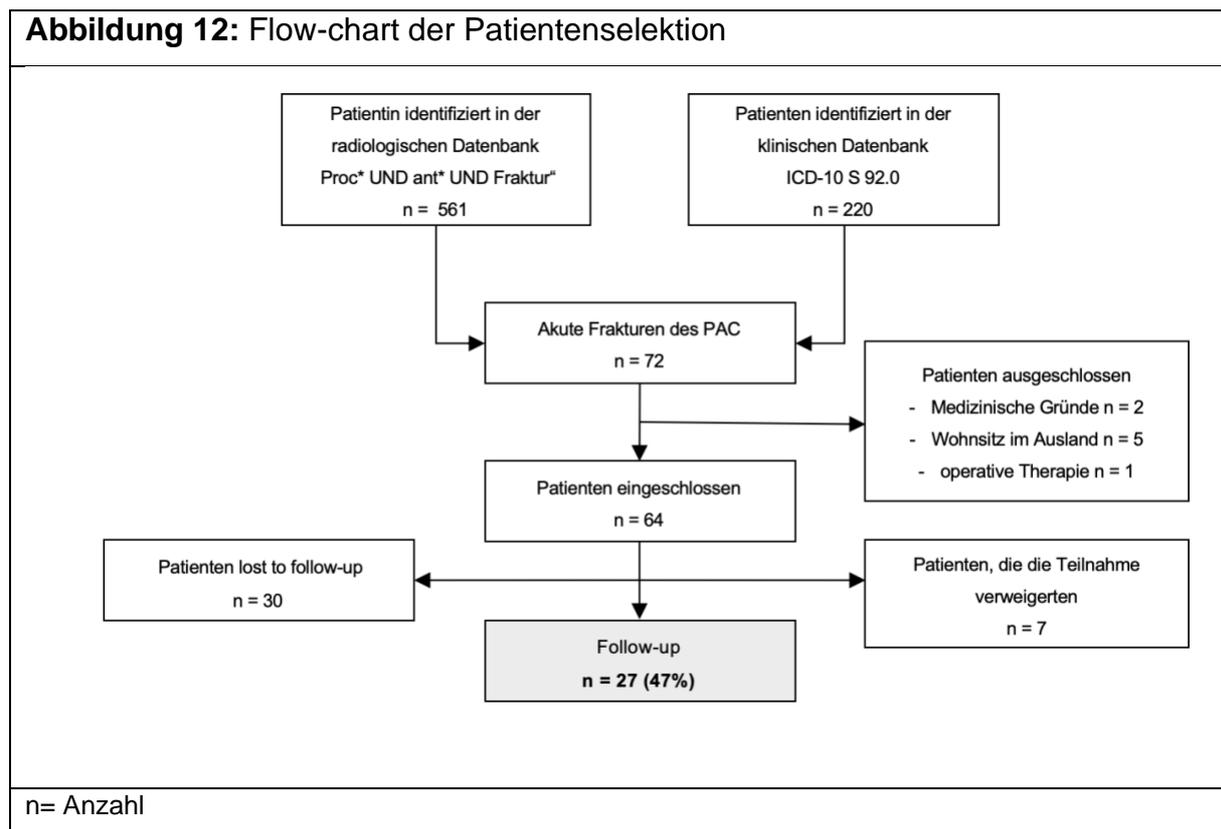
### 3.7. Statistik

Der D'Agostino & Pearson Test zeigte für die Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit als primärem Zielparameter keine Normalverteilung ( $p=0.007$ ). Die nicht-parametrische statistische Analyse umfasste die deskriptive Statistik, Mann-Whitney-Test, Spearman-Korrelation, Kruskal-Wallis Test und die Varianzanalyse (analysis of variance, ANOVA). Falls nicht anders angegeben, werden die Werte als Median (Interquartilbereich (IQR)) angegeben. Für den primären Zielparameter, die Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit, wurde das Signifikanzniveau als  $p \leq 0.05$  definiert. Aufgrund der multiplen Testungen wurde für die sekundären Zielparameter eine Alpha-Level-Korrektur nach Bonferroni durchgeführt, und so das Signifikanzniveau auf  $p \leq 0.007$  gesenkt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels SPSS (Version 22, IBM, Armonk, United States).

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Studienpopulation

Basierend auf dem oben beschriebenen Algorithmus, wurden 781 Patienten identifiziert. Nach Selektion entsprechend den Ein- und Ausschlusskriterien verblieben 72 Patienten mit einer isolierten Fraktur des PAC, wobei acht Patienten aufgrund der Einschluss-Kriterien ausgeschlossen wurden. Bei 30 dieser Patienten konnten die aktuellen Kontaktdaten nicht ermittelt werden. Die verbliebenen 34 Patienten wurden telefonisch kontaktiert, wobei 27 Patienten der Studienteilnahme schriftlich zustimmten und die Fragebögen vollständig ausfüllten. Dies entspricht einem Follow-up von 48%. Die detaillierte Patientenselektion ist als Flow-chart Abbildung 12 dargestellt.



Das Durchschnittsalter der eingeschlossenen Patienten lag bei  $44 \pm 19$  Jahre (IQR 29-58 Jahre), 74% waren weiblich. Bei zehn Patienten (37%) lagen Begleiterkrankungen vor und sechs Patienten (22%) einen aktiven Nikotinabusus angaben. Die Begleiterkrankungen umfassten das Conn-Syndrom, Osteoporose, chronische

Niereninsuffizienz, substitutionsbedürftige Hypothyreose, Lumboischialgie, Hashimoto-Thyreoiditis, Glaukom und Sarkoidose.

#### 4.2. Frakturklassifikation und -charakteristika

Innerhalb des betrachteten Kollektivs wurden Frakturen des PAC in 48% am rechten Fuß beobachtet. Entsprechend der Degan Klassifikation [28] wurden 48% (n=13) als Typ I, 33% (n=9) als Typ II und 19% (n=5) als Typ III Frakturen klassifiziert. Eine Dislokation >2mm wurde bei 44% der Frakturen beobachtet. 82% der Frakturen waren mehrfragmentär, 74% extraartikulär. Die Fraktur betraf den gesamten PAC in 52%, den lateralen Anteil in 15%, den lateralen und intermediären Teil in 29% und den intermediären und medialen Anteil in 4% der Fälle. Eine isolierte Beteiligung des medialen Anteils wurde nicht beobachtet. Die Frakturcharakteristika entsprechend der Degan Klassifikation [28] sind in Tabelle 7 aufgeführt. Bezüglich der Anzahl der Fragmente sowie der Lokalisation zeigten sich keine Gruppenunterschiede. Entsprechend der Klassifikation, zeigten sich signifikante Gruppenunterschiede zwischen den Degan Typen für die artikuläre Beteiligung sowie die Dislokation.

<b>Tabelle 7:</b> Frakturcharakteristika entsprechend der Degan Klassifikation					
		Degan Klassifikation			p-Wert
		Typ 1 n=13	Typ 2 n=9	Typ 3 n=5	
Extraartikulär [%]		85%	100%	0%	<0,001
Disloziert [%]		0%	100%	60%	<0,001
Mehrfragmentär [%]		77%	100%	60%	0,153
Lokalisation	Gesamt	39%	44%	100%	0,081
	Lateral	31%	0%	0%	
	Medial + Intermed.	0%	11%	0%	
	Lateral + Intermed.	31%	44%	0%	
Intermed.: Intermediär; n= Anzahl					

### 4.3. Begleitverletzungen

Bei 78% der Patienten lagen Begleitverletzungen vor. Avulsionen des TN-Gelenks in 52%, des CC-Gelenks in 59% und knöcherner Ausriss des Ligamentum bifurkatum in 15% der Fälle. Ebenso wurde bei 7% der Patienten Frakturen des Os naviculare und bei einem Patienten (4%) eine Impressionsfraktur des Os cuboideum beobachtet. Kombinationsverletzungen traten ebenfalls auf. 30% der Patienten zogen sich eine Begleitverletzung zu, 33% zwei und 7% (zwei Patienten) eine Kombination aus drei der oben genannten Begleitverletzungen. Die Begleitverletzungen entsprechend der Degan Klassifikation [28] sind in Tabelle 8 aufgeführt. Hier zeigten sich zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede. Die verschiedenen Begleitverletzungen sind exemplarisch in Abbildung 13 dargestellt.

<b>Tabelle 8:</b> Frakturcharakteristika entsprechend der Degan Klassifikation				
	Degan Klassifikation			p-Wert
	Typ 1 n=13	Typ 2 n=9	Typ 3 n=5	
Avulsionen TN [%]	46%	56%	60%	0,839
Avulsionen CC [%]	77%	56%	20%	0,085
Knöcherner Ausriss Lig. bifurkatum	8%	30%	0%	0,147
Frakturen Os naviculare [%]	0%	11%	20%	0,305
Impression Os cuboideum [%]	0%	11%	0%	0,354

TN: Talonavicular-Gelenk; CC: Calcaneocuboidal-Gelenk; n= Anzahl

**Abbildung 13:** CT-morphologische Darstellung häufiger Begleitverletzungen bei Frakturen des PAC A: Avulsion Os cuboideum; B: Avulsion talonavicular; C: Avulsion Os naviculare dorsal; D: knöcherner Ausriss des Lig. bifurkatum navicularseitig



Mit freundlicher Genehmigung von Springer Nature aus Massen et al [50]

#### 4.4. Wiedererlangen der Arbeits- / Sportfähigkeit und PROMs

Die eingeschlossenen Patienten erlangten ihre Arbeitsfähigkeit im Median nach 14 Tagen (IQR: 10-42 Tage) wieder. Die volle Sportfähigkeit war nach 90 Tagen (IQR: 30-180 Tage) gegeben. Die klinischen Ergebnisse entsprechend der Degan Klassifikation sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Hier ergaben sich keine signifikanten Gruppenunterschiede.

<b>Tabelle 9:</b> Frakturcharakteristika entsprechend der Degan Klassifikation				
	Degan Klassifikation			p-Wert
	Typ 1 n=13	Typ 2 n=9	Typ 3 n=5	
Wiedererlangen Arbeitsfähigkeit [d]	14 (12-41)	14 (5-49)	14 (7-54)	0,922
Wiedererlangen Sportfähigkeit [d]	40 (28-180)	90 (49-180)	79 (42-455)	0,759
d= Tage; n=Anzahl				

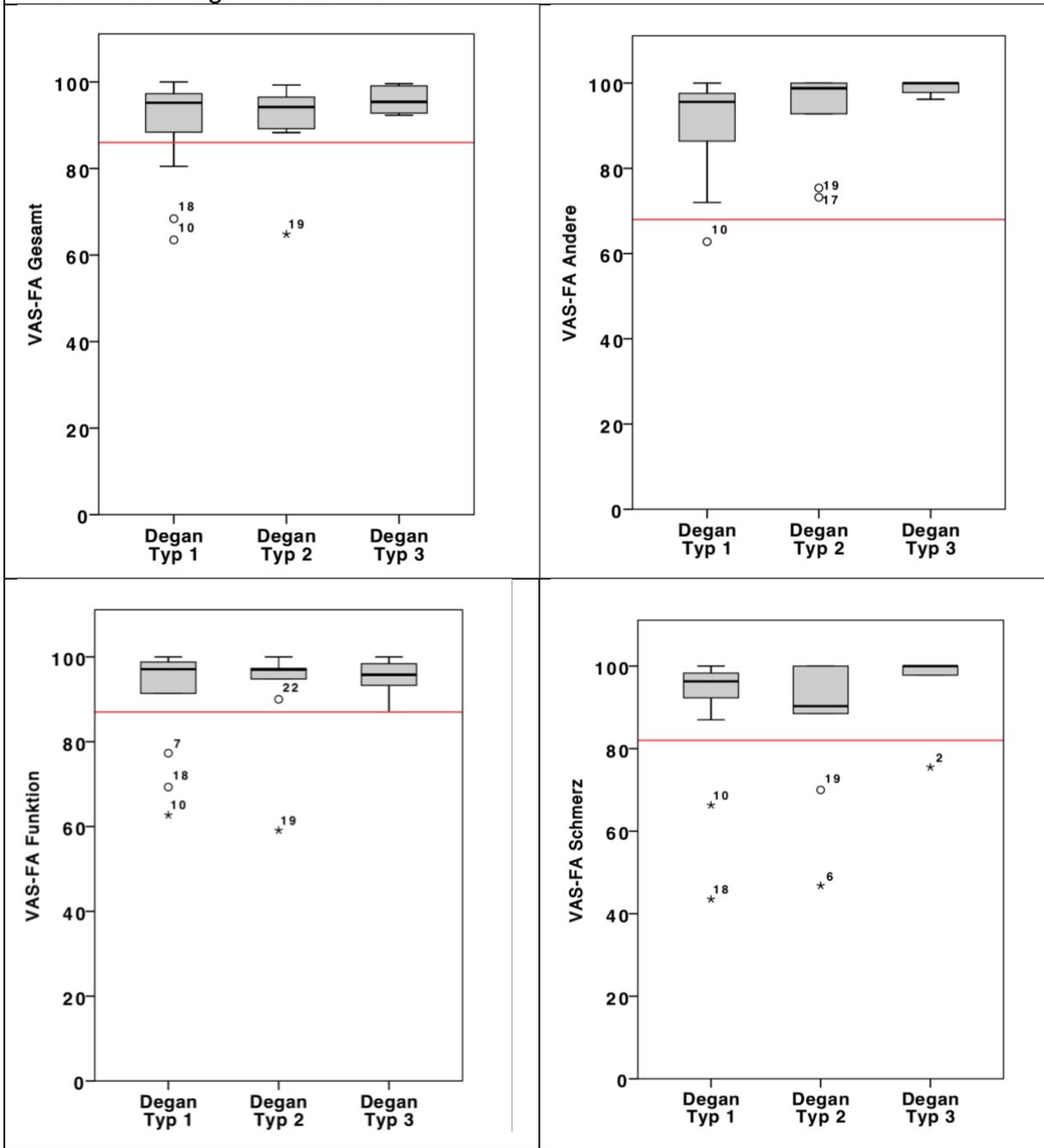
#### 4.5. Subjektive Patientenzufriedenheit zum Follow-up

Das Follow-up betrug im Median 24 Monate (IQR 16-41 Monate). Der VAS-FA Gesamt betrug zu diesem Zeitpunkt im Median 95 Punkte (IQR 89-98 Punkte), dieser liegt bei Fußgesunden zwischen 86 und 100 Punkten [66]. In der Kategorie Schmerz erreichten die Patienten 96 Punkte (IQR 89-100 Punkte), welche bei Fußgesunden zwischen 82 und 100 Punkten liegt. Das Ergebnis für die Funktion lag im Median bei 97 Punkten (IQR 91-98 Punkte), verglichen mit 87-100 Punkte in der Normalpopulation. Andere Beschwerden wurde mit 97 Punkten bewertet (IQR 88-100 Punkte), hierzu 68-83 Punkte in der publizierten Gruppe der Gesunden. 85% der Patienten erreichten damit gleiche Ergebnisse wie Fußgesunde [66].

Im Karlsson Score erreichten die Patienten im Median 90 Punkte (IQR 82-100 Punkte). Damit lag der Median knapp unter dem Cut-off für ein exzellentes Ergebnis von 91 Punkten. Im Einzelnen erreichten 48% ein exzellentes (>91 Punkte), 29% ein gutes (81-90 Punkte), 19% ein befriedigendes (61-80 Punkte) und ein Patient (4%) ein schlechtes Ergebnis (<60 Punkte).

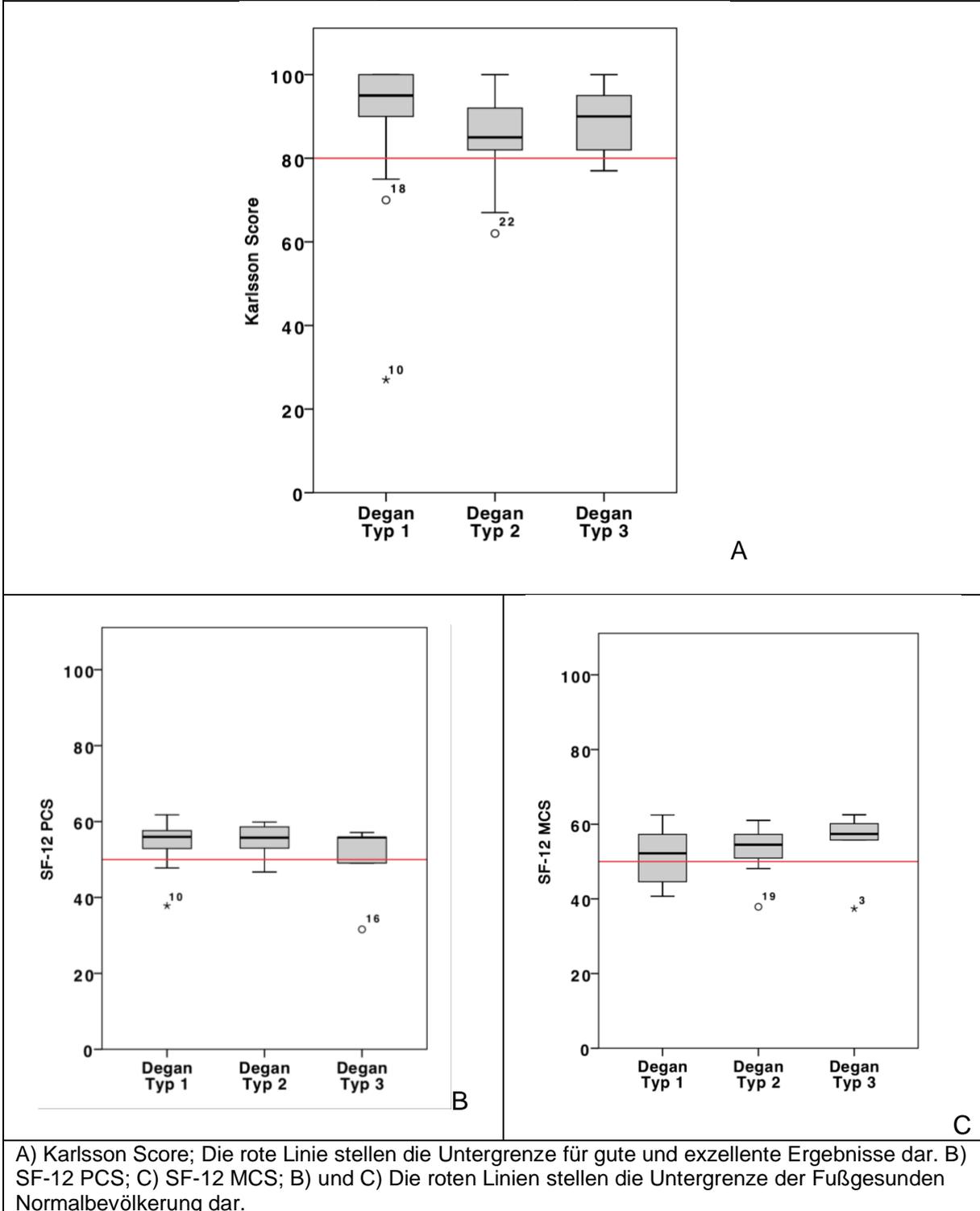
Die gesundheitsbezogene Lebensqualität, gemessen am SF-12, zeigte ein Ergebnis im PCS von 56 (IQR 53-58) und im MCS von 55 (IQR 48-58). Dabei lag das Ergebnis bei 78% der Patienten im PCS und 67% der Patienten im MCS innerhalb der Ergebnis der Kontrollgruppe der Gesunden [67]. In Abbildung 14 und 15 sind die PROMs entsprechend der Degan Klassifikation illustriert. Die roten Linien stellen die Untergrenze der fußgesunden Normalbevölkerung dar, beziehungsweise den Cut-off für gute und exzellente Ergebnisse im Karlsson-Score.

**Abbildung 14:** Darstellung der subjektiven Patientenzufriedenheit anhand des VAS-FA der Degan Klassifikation.



Die roten Linien stellen die Untergrenze der Fußgesunden Normalbevölkerung dar.

**Abbildung 15:** Darstellung der subjektiven Patientenzufriedenheit anhand des Karlsson Score und SF-12 entsprechend der Degan Klassifikation.



#### 4.6. Einflussfaktoren auf das Behandlungsergebnis

Im Folgenden sollte untersucht werden, ob Einflussfaktoren identifiziert werden konnten, die einen Einfluss auf das Behandlungsergebnis hatten. Die gesamte Auswertung ist in Tabelle 10 dargestellt. Die Auswertung zeigte, dass weder Alter, Geschlecht oder aktiver Nikotinabusus einen Einfluss auf die Zielparameter haben ( $p > 0,007$ ). Der primäre (die Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit) und sekundären (Wiedererlangung der Sportfähigkeit; VA-FA; SF-12; Karlsson-Score) Zielparameter wurden bezüglich eines möglichen Einflusses des Frakturtyps (Degan I, II und III) und der Frakturmorphologie (Lokalisation, Fragmentanzahl, Dislokation und Begleitverletzungen) getestet. Auch hier war kein signifikanter Einfluss der Frakturklassifikation oder -morphologie auf die Zielparameter nachweisbar ( $p > 0,007$ ).

Tabelle 10 Teil 1: Analyse möglicher Einflussfaktoren auf das Behandlungsergebnis											
	n	RTW [d]	RTS [d]	VAS-FA Gesamt	VAS-FA Schmerz	VAS-FA Funktion	VAS-FA Andere	Karlsson Score	SF-12 PCS	SF-12 MCS	
Alter	27	r=0,153 0,445	r=-0,054 0,790	r=-0,170 0,396	r=0,162 0,420	r=-0,332 0,091	r=-0,390 0,044	r=-0,246 0,217	r=-0,463 0,015	r=-0,271 0,171	
Geschlecht	20	14 (11-53)	150 (33-180)	95 (89-98)	98 (87-100)	97 (90-98)	97 (88-100)	91 (78-100)	56 (50-57)	54 (46-58)	
	7	14 (4-42)	42 (28-90)	97 (89-99)	94 (90-100)	97 (95-100)	97 (75-100)	85 (82-100)	58 (53-59)	55 (52-62)	
		0,288	0,145	0,646	0,850	0,808	0,850	0,935	0,145	0,725	
Degan Klassifikation	13	14 (12-41)	40 (28-180)	95 (84-98)	96 (90-99)	97 (84-99)	96 (81-98)	95 (83-100)	56 (51-58)	52 (44-59)	
	9	14 (5-49)	90 (49-180)	97 (89-97)	90 (79-100)	97 (92-98)	99 (84-100)	85 (75-95)	56 (53-59)	55 (50-58)	
	5	14 (7-54)	79 (42-455)	95 (93-99)	100 (87-100)	96 (90-99)	100 (97-100)	90 (78-98)	56 (40-56)	57 (47-61)	
		0,922	0,759	0,737	0,384	0,928	0,039	0,369	0,546	0,555	
Gelenkbeteiligung	20	14 (8-42)	90 (30-180)	95 (89-97)	93 (87-98)	97 (92-98)	96 (89-97)	91 (83-100)	56 (53-59)	53 (48-58)	
	7	14 (10-17)	79 (28-365)	95 (92-99)	100 (98-100)	96 (87-99)	98 (92-99)	90 (77-100)	53 (48-59)	56 (41-60)	
		0,725	0,607	0,570	0,048	1,000	0,263	0,893	0,063	1,000	

Tabelle 10 Teil 2: Analyse möglicher Einflussfaktoren auf das Behandlungsergebnis													
		n	RTW [d]	RTS [d]	VAS-FA Gesamt	VAS-FA Schmerz	VAS-FA Funktion	VAS-FA Andere	Karlsson Score	SF-12 PCS	SF-12 MCS		
Dislokation	Nicht disloziert	15	14 (10-40)	56 (28-180)	95 (88-97)	96 (87-100)	97 (91-99)	96 (86-98)	92 (82-100)	56 (49-58)	52 (45-60)		
	Disloziert	12	14 (6-53)	90 (46-180)	95 (89-99)	96 (89-100)	97 (91-98)	99 (94-100)	88 (78-97)	56 (53-58)	55 (48-58)		
	p-Wert		1.000	0.829	0.755	0.719	0.905	0.059	0.373	1.000	0.905		
Lokalisation	Total	14	23 (13-46)	165 (53-195)	95 (92-98)	97 (88-100)	96 (93-99)	97 (85-100)	90 (84-96)	56 (52-57)	57 (47-60)		
	Lateral	4	27 (9-27)	110 (21-319)	96 (71-98)	95 (73-98)	98 (71-99)	92 (69-97)	98 (44-100)	55 (42-57)	50 (44-60)		
	Lateral + Inter.	8	14 (6-14)	43 (28-135)	94 (83-97)	95 (58-100)	96 (81-98)	98 (88-100)< 100)	84 (71-100)	57 (50-59)	53 (48-58)		
	Medial + Inter.	1	4 -	14 -	99 -	100 -	100 -	97 -	100 -	57 -	52 -		
	p-Wert		0.202	0.113	0.495	0.569	0.395	0.617	0.474	0.766	0.936		

Aufgrund des Mehrfachtestens wurde eine Bonferroni Alpha-Level Korrektur mit einer adaptierten p-Wertkorrektur durchgeführt.

## **5. Diskussion**

Frakturen des PAC wurden bisher als seltene Verletzung angesehen und fanden daher wenig Beachtung in der Literatur [28, 31, 37, 50]. Neuere Studien lassen allerdings auf eine weit höhere Prävalenz schließen [8, 10, 11, 37, 41]. Allerdings fehlen bisher evidenzbasierte Therapieempfehlungen. Im Rahmen dieser Studie wurden retrospektiv die subjektiven Behandlungsergebnisse der frühfunktionellen, konservativen Therapie aller PAC Frakturen untersucht. Dabei zeigte sich, dass unter frühfunktioneller Therapie zumeist sehr gute klinische Ergebnisse erzielt werden konnten. Der Großteil der Patienten erreichte in den Erhebungen zur subjektiven Funktionalität exzellente und gute Ergebnisse. Lediglich die Dauer bis zur Wiedererlangung der Sportfähigkeit zeigte sich im untersuchten Patientenkollektiv als verlängert.

### **5.1. Aktuelle Studienlage**

Die vorhandene Literatur wurde einleitend dargestellt und in Tabelle 1 zusammengefasst. Dabei zeigt sich, dass seit 1987 nur retrospektive Fallberichte oder Studien mit kleinen Fallserien publiziert wurden. Weitere systematische Limitationen der vorliegenden Arbeiten sind, deren fehlenden Objektivierbarkeit der Ergebnisse, uneinheitliche Therapieregime, sowie fehlende detaillierte Diagnostik und Frakturklassifikation.

Von allen identifizierten Arbeiten, wurde nur in einer Studie der AOFAS als objektivierbarer Zielparameter verwendet [11]. In den restlichen Studien [3, 7, 28-30, 36, 44, 51, 52, 58-61, 63, 65] wurden die Behandlungsergebnisse meist mit „zufriedenstellend“, „Schmerzfreiheit“, „ereignislose Heilung“ oder „keine Einschränkungen im Alltag“ angegeben. Um sowohl eine objektivierbare Aussage zu den subjektiven Behandlungsergebnissen, als auch eine Vergleichbarkeit zwischen den Studien gewährleisten zu können, sollten validiert Fragebögen zu der subjektiven Patientenzufriedenheit (PROMs) verwendet werden [66-69]. Neben der fehlenden Verwendung von PROMs, variierten die Therapieregime innerhalb einzelner Studien teilweise erheblich. Lediglich fünf von 23 Studien verwenden ein einheitliches

Therapieregime [30, 41, 53, 54, 56]. In den restlichen Studien variiert vor allem das Vorgehen bei der konservativen Therapie. Dies reichte von der 6-wöchigen Entlastung im Unterschenkelweißgips bis zur frühfunktionellen Therapie ohne Ruhigstellung oder Entlastung. Darüber hinaus unterschied der Großteil der Studien nicht zwischen akuten Frakturen und alten Brüchen mit persistierenden Beschwerden. Beides limitiert nicht nur die Aussagekraft jeder einzelnen Studie, aber v.a. auch deren Vergleich untereinander. Eine weitere erhebliche Limitation der vorhandenen Studien ist das in verwendete Diagnostik und unzureichende Klassifikation der Frakturmorphologie. Die überwiegende Mehrzahl der Studien führte keine CT-Diagnostik durch. Eine Frakturklassifikation nach Degan wurde nur in zwei Fallberichten durchgeführt [41, 54]. Allerdings muss angemerkt werden, dass knöcherne Avulsionen des Lig. bifurcatum oder des CC-Kapselbandapparates, die Dislokation und Gelenkbeteiligung der Fraktur nur suffizient im CT beurteilt werden können. Entsprechend subklassifizierte keine Arbeit die PAC Frakturen im Detail und nur zwei Studien erfassen den Grad der Dislokation [56, 60]. Die exakte Beschreibung der Frakturmorphologie ist jedoch die Voraussetzung, um, basierend auf den erhobenen PROMs, Frakturtypen zu identifizieren, die von einer konservativen oder operativen Therapie im Besonderen profitieren. Trotz dieser Limitationen zeigt die vorhandene Literatur größtenteils gute Ergebnisse nach der konservativen Therapie von Frakturen des PAC [7, 28, 30, 39, 41, 44, 51-54, 57-60]. Die meisten Autoren empfehlen die operative Therapie daher nur bei persistierenden Schmerzen und Pseudarthrosen [3, 28, 29, 60, 62-65].

Im Folgenden sollen exemplarisch die Ergebnisse und Limitationen von zwei repräsentativen Studien vorgestellt werden. Hellpap et al [53] konnten 1962 bei 47 Patienten über zufriedenstellende Ergebnisse ohne Pseudarthrosebildung unter konservativer Therapie berichten. Die Therapie bestand einheitlich aus Entlastung für 4 Wochen im Unterschenkelgips. Allerdings wurde hier die Fraktur weder klassifiziert noch die Frakturmorphologie näher beschrieben. Zudem wurden keine objektiven Zielparameter erhoben. Degan et al [28] untersuchten 1982 25 Patienten und beobachteten zufriedenstellende Ergebnisse unter konservativer Therapie, wobei elf Patienten über residuale Schmerzen klagten und bei sieben Patienten bei Pseudarthrosebildung Fragmente sekundär exzidiert wurden. Allerdings wurde keine einheitliche konservative Therapie durchgeführt. So entlasteten die Patienten zwischen zwei und zehn Wochen im Unterschenkelgips. Ebenso fehlten

objektivierbare Zielparameter. Die Autoren unterschieden lediglich zwischen zufrieden- und nicht zufriedenstellenden Behandlungsergebnissen. Basierend auf den Röntgenbildern erarbeiteten die Autoren die Degan-Klassifikation, jedoch ohne aus den unterschiedlichen Frakturtypen eine Behandlungsempfehlung abzuleiten.

Zusammengefasst muss geschlussfolgert werden, dass die vorhandene Literatur lediglich einen schwachen Evidenzgrad hat und deren Aussagekraft deutlich limitiert ist. Welchen Stellenwert die differenzierte Betrachtung der vorhandenen Literatur hat, zeigt die rezente systematische Literaturrecherche von Dhinsa et al. [37]. Basierend auf 23 eingeschlossenen Studien postulierten die Autoren ein Behandlungsregime. Sie empfehlen ein primär konservatives Verfahren bestehend aus einer 6-wöchigen Immobilisation und Entlastung an Unterarmgehstützen für akute nicht-dislozierte Frakturen entsprechend Typ Degan I und II, sowie ein primär operatives Vorgehen bei dislozierten Frakturen des Typs Degan III und Frakturen des Typs I und II bei Beschwerdepersistenz über zwölf Monate. Wie oben bereits ausgeführt handelt sich um Fallserien oder -berichte von einem Evidenzlevel IV nach „The Oxford 2011 Level of Evidence“, mit größtenteils uneinheitlichen Therapieregimen, fehlenden objektiven Outcome-Parameter, oder suffizienter Diagnostik und Beschreibung der Frakturmorphologie. Entsprechend erscheint die vorhandene Studienlage nicht ausreichend, um solche Therapieempfehlungen aussprechen zu können.

## 5.2. Interpretation der eigenen Ergebnisse

Ausgehend von der unterschätzten Prävalenz von Frakturen des PAC und der deutlich eingeschränkten Studienlage, rückt die Frage der Therapieempfehlung in den Mittelpunkt. Somit war es Ziel dieser Arbeit, anhand eines vergleichsweise größeren Patientenkollektiv und klar definierter Zielparameter, die Ergebnisse der frühfunktionellen konservativen Therapie aller PAC Frakturen, mittels standardisierten Fragebögen zu objektivieren. Zudem wurde untersucht ob verschiedene Frakturcharakteristika Auswirkungen auf das Outcome unter dieser Therapie haben. Zum jetzigen Zeitpunkt ist es unseres Wissens nach die erste Studie, die auf Basis von CT-Untersuchungen ein homogenes Patientenkollektiv mit akuten Frakturen des PAC unter standardisierten einheitlichen Therapiebedingungen auf validierte Zielparameter hin untersucht.

Die verwendeten PROMS der hier betrachteten Patienten zeigten insgesamt ein gutes subjektives Behandlungsergebnis für die frühfunktionelle konservative Therapie. Die Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit war mit im Median 14 Tagen (IQR 10-42 Tage) kurz. Auch die subjektiven funktionellen Ergebnisse, i.e. der VAS-FA mit im Median 95 Punkten (IQR 89-98 Punkten), der Karlsson Score mit 90 Punkten (IQR 82-100 Punkten) und der SF-12 mit einem PCS von 56 Punkten (IQR 53-58 Punkten) und dem MCS mit im Durchschnitt 55 Punkten (IQR 48-58 Punkten) zeigten im Median gute bis exzellente Ergebnisse. Lediglich der Return-to-sport kann mit 90 Tagen (IQR 30-180 Tage) als verlängert betrachtet werden.

Analysiert man nun die unterdurchschnittliche Ergebnisse zeigt sich, dass sieben Patienten in mindestens einem der erhobenen Scores schlecht abschnitten (Tabelle 11), aber nur zwei Patienten durchgehend unbefriedigende Ergebnisse in allen Scores erreichten (Patienten Nummer 10 und 19), Patient 10 erreichte hierbei gute Werte in der Wiedererlangung von Arbeit und Sport (je 14 Tage), Patient 19 war auch hier mit 42 beziehungsweise 90 Tagen unterdurchschnittlich. Im Einzelnen, erzielten sechs Patienten ungenügende Ergebnisse (< 79 Punkte) im Karlsson Score (Patienten Nummer 3, 7, 10, 18,19 und 22). Patient 10 und 19 wurden zuvor schon diskutiert. Patient 7 zeigte zudem ein unterdurchschnittliches Ergebnis im VAS-Gesamt, bei einem Wert von 100 Punkten in der Kategorie Schmerz, und einer Wiedererlangung der Arbeits- beziehungsweise Sportfähigkeit von 14 beziehungsweise 28 Tagen. Auch Patient 18 erzielte ein unterdurchschnittliches Ergebnis im VAS-Gesamt, was vor allem auf ein schlechtes Ergebnis beim VAS-Schmerz zurückzuführen ist. Auch hier ist die Wiedererlangung von Arbeits- und Sportfähigkeit mit je 14 Tagen als gut zu werten. Patient 3 zeigte bei einem Karlsson-Score von 77 Punkten gute Werte im VAS-FA und eine gute Wiedererlangung der Arbeits- beziehungsweise Sportfähigkeit von 10 beziehungsweise 28 Tagen. Patient 22 erreichte isoliert ein schlechtes Ergebnis im Karlsson-Score, bei einer sehr guten Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit von 5 Tagen und einer deutlich verlängerten Wiedererlangung der Sportfähigkeit von 150 Tagen. Ein Patient erzielte ein unterdurchschnittliches Ergebnis im SF-12 PCS, zeigte aber exzellente Ergebnisse im Karlsson-Score, VAS-FA und SF-12 MCS bei einer Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit von 17 Tagen (Patient Nummer 16).

**Tabelle 11:** Follow Up und Ergebnisse der Patienten mit unterdurchschnittlichen Ergebnissen in VAS-FA, SF-12 und Karlsson-Score

Pat. Nr	Geschlecht, Alter	FU [m]	RTW [d]	RTS [d]	VAS-FA Schmerz	VAS-FA Funktion	VAS-FA Andere	VAS-FA Gesamt	Karlsson Score	SF-12 PCS	SF-12 MCS
3	F, 51	24	10	28	100,0	87,0	97,8	92,3	77	49,06	37,36
7	F 66	44	14	28	100,0	77,3	72,0	80,5	75	47,78	40,70
10	F, 75	17	14	14	66,3	62,7	62,8	63,5	27	37,80	44,58
16	F, 55	27	17	60	100,0	93,3	96,2	95,4	82	31,59	62,54
18	F, 53	12	14	14	43,5	69,3	86,4	68,4	70	48,92	48,10
19	M, 58	14	42	90	70,0	59,1	73,2	64,8	67	46,71	37,87
22	F, 29	18	5	150	100,0	90,0	98,8	94,2	62	54,88	48,12

d = Tage, m = Monate, n= Anzahl, FU = Follow up, RTW = Return to work/ Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit, RTS = Return to sport/ Wiedererlangung der Sportfähigkeit, VAS-FA = Visual Analogue Scale Foot and Ankle, SF-12 PCS = SF-12 Physical Health Composite Scores, SF-12 MCS = SF-12 Mental Health Composite Scores

Bei zwölf Patienten war die Wiedererlangung der Sportfähigkeit mit über 100 Tagen deutlich verlängert. Allerdings lag bei nur einem dieser Patient ein unterdurchschnittliches Ergebnis im Karlsson Score bei einer sehr kurzen Dauer zur Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit von 5 Tagen vor (Patient Nummer 22). Die restlichen elf Patienten erreichten trotz des verlängerten RTS durchweg exzellente PROMs. Die längste Wiedererlangung der Sportfähigkeit lag bei 730 Tagen (Patient Nummer 2), dieser erreichte in allen anderen Scores jedoch exzellente Ergebnisse bei einer Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit von 10 Tagen. Zusammengefasst zeigten sich also widersprüchliche Ergebnisse der unterschiedlichen PROMs bei vier Patienten, trotz der Verwendung gut validierter Fragebögen.

Neben der Erhebung der subjektiven Patientenzufriedenheit nach frühfunktioneller konservativen Therapie aller PAC Frakturen, war die CT-basierte Analyse der verschiedenen Frakturmorphologien sowie deren Einfluss auf die PROMs das zweite Ziel dieser Arbeit. Innerhalb des in dieser Studie untersuchten Patientenkollektives fanden sich 13 Frakturen des Typs Degan I, neun des Typs Degan II und fünf des Typs Degan III. Unter frühfunktioneller Therapie mit schmerzabhängiger Vollbelastung erreichten alle vergleichbar guten Ergebnisse ohne signifikante Unterschiede zwischen den Frakturtypen. Auch bei den sieben Patienten mit in mindestens einem der erhobenen Zielparameter unbefriedigenden Ergebnisse, zeigte sich kein relevanter Unterschied hinsichtlich der Frakturklassifikation: Drei Degan Typ I, zwei Degan Typ II und zwei Degan Typ III Frakturen. Einzig bezüglich der Dauer bis zur Wiedererlangung der Sportfähigkeit zeigten sich tendenzielle, aber nicht statistische signifikante Unterschiede. Bei Patienten mit einer Typ III Fraktur nach Degan war die

Sportfähigkeit im Median erst nach 200 Tage wiedererlangt, während Patienten mit einer Typ I Frakturen 123 Tage und mit einer Typ II Frakturen nur 116 Tage im Median benötigten. Analysiert man nun wieder die Subgruppe an Patienten, die mehr als 100 Tage bis zum Wiedererlangen ihrer Sportfähigkeit benötigten, zeigten sich wiederum keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Verteilung der Frakturtypen innerhalb dieses Kollektivs.

### 5.3. Vergleich der Ergebnisse zur Literatur

Wie bereits oben ausführlich ausgeführt, ist der Vergleich der subjektiven Behandlungsergebnisse zu der vorhandenen Literatur aufgrund der limitierten Studienlage nur eingeschränkt möglich. Ochman et al [11] publizierte die einzige weitere Arbeit, die ebenso die subjektive Patientenzufriedenheit anhand von standardisierten Fragebögen untersuchte. Dabei werden die Ergebnisse von fünf Patienten mit Degan Typ III Frakturen, die operative versorgt wurden, mittels des AOFAS objektiviert. Eine der fünf Patienten erlitt die Fraktur des PAC im Rahmen einer Chopart-Luxationsfraktur. Bei drei Patienten wurde die Diagnose verzögert gestellt, so dass die Versorgung bei zwei Patienten verzögert und in einem Fall erst nach 9 Monaten erfolgte. Der durchschnittlichen AOFAS war in dieser Studie 91,4 Punkten (Ergebnisse variierten zwischen 72 und 100 Punkten) und entspricht somit einem guten subjektiven und funktionellen Ergebnis. Der AOFAS („Ankle Hindfoot-Scale“ der American Orthopaedic Foot and Ankle Society) enthält der funktionelle Subdomänen, bestehend aus Schmerz, Funktion und Ausrichtung, welche in insgesamt neun Items bewertet werden. Dabei kann eine maximale Punktzahl von 100 Punkten erreicht werden, 40 in der Sektion Schmerz, 50 in der Sektion Funktion und 10 in der Sektion Ausrichtung. Einschränkend muss erwähnt werden, dass der AOFAS nur eingeschränkt validiert ist [70]. Alle anderen verfügbaren Studien beschreiben ihre Ergebnisse lediglich als „zufriedenstellend“ [7, 28, 59], als „komplikationslos“ oder nur anhand der radiologischen Befunde [28, 39, 52, 71].

Obwohl die meisten Studien den Frakturtyp nicht klassifizieren oder die Frakturmorphologie näher beschreiben, scheinen die meisten Autoren bei nicht dislozierten Frakturen des Typs Degan I und II ein konservatives Vorgehen zu

empfehlen [28, 30, 37, 53, 57, 58]. Allerdings variiert das Therapieregime bei konservativem Vorgehen erheblich innerhalb der Studien. Hellpap et al [53] behandelten alle Frakturen des PAC mittels Ruhigstellung im Unterschenkelgips und Entlastung für 4 Wochen. Laut der Autoren resultierte dies in der röntgenologischen Nachuntersuchung in der knöchernen Konsolidierung ohne Pseudarthrosebildung. Über das subjektive Behandlungsergebnis der Patienten wurde keine Aussage gemacht. Vergleichbare Regime werden in weiteren Studien durchgeführt, mit wiederum zufriedenstellenden Ergebnissen [7, 52, 57, 58]. In weiteren Fallserien von Renfrew et al [39] sowie Backman et al [59] resultierte jegliche konservative Therapie, sowohl Immobilisation als auch elastische Bandagierung, in der komplikationslosen Heilung. Norfray et al [30] führten als einzige weitere Arbeitsgruppe ein, entsprechend der hier vorgestellten Arbeit, vergleichbares einheitliches frühfunktionelles Behandlungsregime bei neuen Patienten durch. Drei Patienten konnten nicht nachuntersucht werden (lost to follow-up). Bei den verbleibenden sechs Fällen berichteten die Autoren über zufriedenstellende Ergebnisse. Zusammengefasst gibt die sehr eingeschränkte Literatur also keinen Hinweis darauf, dass eine restriktivere konservative Therapie zu einem besseren subjektiven oder radiologischen Behandlungsergebnis führt, als die frühfunktionelle konservative Therapie.

#### 5.4. Indikationen zur operativen Therapie

Eine operative Therapie mittels ORIF wurde in der vorhandenen Literatur primär bei Patienten mit großen Fragmenten (Degan III) und Dislokation über 2mm, durchgeführt [3, 11, 61, 62]. Pillai et al [61] berichten in einem Fallbericht von einer 19-jährigen Patientin die bei verzögerter Diagnosestellung nach einem Supinationstrauma eine Fraktur des PAC erlitt. Bei großem Fragment und intraartikulärer Beteiligung wurde hier die offene Reposition und Schraubenosteosynthese durchgeführt. Nach 24 Monate berichteten die Autoren über die uneingeschränkte Rückkehr zur prätraumatischen Aktivität ohne Anzeichen von posttraumatischer Arthrose. Basierend auf diesem Fallbericht empfehlen die Autoren die operative Therapie für alle dislozierten Frakturen des Typs Degan III. Weitere Studien berichteten vor allem über die operative Exzision von symptomatischen Pseudarthrosen nach frustraner konservativer Therapie [3, 28, 29]. Halm et al [29] berichten von 6 Patientin, die in einem Zeitraum von 6-14 Monaten nach Trauma und konservativer Therapie bei persistierenden Schmerzen operativ mittels Exzision des Fragments therapiert wurden. Eine Instabilität im CC-Gelenk

wurde präoperativ ausgeschlossen. In zwei Fällen wurde das Ligamentum bifurkatum, sowie der M. extensor digitorum brevis nach Resektion des Fragments mittels Fadenankern refixiert. In vier Fällen resultierte dies in der kompletten Beschwerdefreiheit und in 2 Fällen kam es zu einer partiellen Beschwerdebesserung. Die Autoren beschreiben hier nicht, um welche Frakturtypen es sich dabei gehandelt hat. Pillai et al [61] stellen in einem Fallbericht von 2005 die Indikation zur operativen Therapie als Primärversorgung bei einer 19-jährigen Patientin. Die Fraktur wird als intraartikulär und disloziert und das Fragment als groß beschrieben, entsprechend einer Degan Typ III Fraktur. Die Diagnosestellung erfolgt verzögert (48 Stunden) und die Patientin wird initial mittels offener Reposition und Schraubenosteosynthese versorgt. Das Ergebnis wird als zufriedenstellend bezeichnet. Die Autoren geben auch für akute intraartikuläre Frakturen die Empfehlung zur Osteosynthese bei großem disloziertem Fragment, beziehungsweise zur Exzision bei kleinem Fragment, zur Vermeidung von Schädigungen des Gelenkknorpels.

Schlussendlich zeigt sich auch hier eine sehr eingeschränkte Studienlage. Auch wenn die sekundäre Resektion bei persistierender Symptomatik nach frustraner konservativer Therapie über 6 Monate in guten Ergebnissen zu resultieren scheint, fehlen aktuell sowohl prospektive als auch vergleichende Daten welche die Überlegenheit der operativen im Vergleich zu der konservativen Therapie bei (dislozierten) Degan Typ III PAC Frakturen zeigen. Entsprechend kann aktuell, basieren auf der vorhandenen Literatur und den hier vorgestellten guten klinischen Ergebnissen nach frühfunktioneller konservativer Therapie aller Degan III Frakturen, keine Empfehlung für die primäre operative Therapie der Frakturen des PAC ausgesprochen werden.

## 5.5. Begleitverletzungen

Wie oben bereits ausgeführt, sind Frakturen des PAC häufig mit Begleitverletzungen in der Chopart-Gelenklinie vergesellschaftet. In dem hier untersuchten Patientenkollektives zeigte sich ein Auftreten von Begleitverletzungen in diesem Bereich bei 78% der Patienten. Von vergleichbaren Ergebnissen berichteten Hirschman et al [10] in ihrer MRT-basierten Studie. Dabei zeigten sich in 76% der Fälle

Begleitverletzungen des TN-Gelenks und in 100% der Fälle Begleitverletzungen des CC-Gelenks.

Entsprechend der kombinierten Verletzung des CC- und TN-Gelenks, sowie der Beteiligung des Lig. bifurcatum, werden immer wieder Bedenken bezüglich der Stabilität des Chopart-Gelenks geäußert. Aus diesen Überlegungen resultieren die teilweise sehr restriktiven konservativen Nachbehandlungskonzepte sowie die operative Therapieempfehlung bei akuten (dislozierten) Degan Typ III Frakturen. Allerdings fehlen bis dato sowohl valide klinische als auch radiologische Untersuchungen, welche die Kompromittierung der Stabilität der Chopart-Reihe im Rahmen von PAC Frakturen untersuchen [42]. Die einzige, den Autoren bekannte, radiologisch-funktionelle Untersuchung ist die CC-Stressaufnahme [72]. Allerdings fehlen auch hier valide physiologische Referenzwerte. Des Weiteren gibt diese Untersuchung keine Auskunft über eine mögliche sagittale Instabilität im Bereich des TN-Gelenks. Ob eine residuale Instabilität der Chopart-Gelenklinie die wenigen nicht zufriedenstellenden Behandlungsergebnisse erklärt, oder diese auf eine traumabedingte Arthrose zurückzuführen sind, ist unbekannt [73]. Allerdings ergab sich im Rahmen der in dieser Studie nachuntersuchten Patienten neben den guten bis sehr guten subjektiven Behandlungsergebnissen, kein Hinweis auf eine sekundäre Fußdeformität.

Trotzdem erscheint es den Autoren essentiell in zukünftigen Studien eine mögliche Kompromittierung der Stabilität des Chopart-Gelenks in Abhängigkeit verschiedener Verletzungskombinationen zu untersuchen. Nur so lassen sich Verletzungsmuster definieren, die möglicherweise von einer restriktiveren konservativen oder operativen Therapie, i.S. der Chopart-Gelenk Stabilisierung, profitieren würden.

## 5.6. Limitationen der Studie

Als wahrscheinlich größte Limitationen der vorgelegten Studie sind das retrospektive Studiendesign, sowie das loss to follow-up von 53% der Patienten zu nennen. Auch wenn der Grund des loss to follow-up die fehlende Erreichbarkeit der Patienten und nicht der Ablehnung an der Studienteilnahme war, bleibt es unklar, ob die hier gewonnenen Ergebnisse repräsentativ für die nicht eingeschlossenen Patienten sind. Auch wenn andere Studien ein besseres Follow-up zeigen konnten (Degan et al [28]:

100%) ist die hier erreichte Follow-up Rate von fast 50% vergleichbar mit anderen retrospektiven Arbeiten (Carey et al [58]: 65%)

Eine weitere Einschränkung dieser Arbeit könnte die fehlende radiologische Verlaufskontrolle aller Patienten sein. Allerdings führen wir im klinischen Alltag nur eine radiologische Kontrolle bei Patienten mit Beschwerdepersistenz über sechs Wochen durch. Bei den Patienten (n=3) bei denen eine Verlaufskontrolle durchgeführt wurde, zeigten sich jedoch keine radiologischen Zeichen der posttraumatischen Arthrose oder Pseudarthrosebildung. Auch wenn ein klinisch beschwerdefreier Patient eine Pseudarthrose nicht ausschließt, die wir entsprechend übersehen hätten, sehen wir bei Patienten ohne Fußdeformität und asymptomatischer Pseudarthrose einer PAC Fraktur keine Therapiekonsequenz. Entsprechend sehen die Autoren auch nach dieser Studie keinen Grund, von diesem Nachuntersuchungskonzept abzuweichen. Als weitere Limitation ist das Patientenkollektiv mit 27 Patienten zu nennen. Auch wenn es sich dabei um eine relativ kleine Patientenzahl handelt, variieren die Patientenpopulationen in den anderen Arbeiten zwischen ein und 47 Patienten [53], wobei ein Großteil Fallberichte [3, 36, 41, 54, 61-65] oder -serien [7, 11, 28-30, 39, 44, 51, 52, 57, 59, 60] sind, lediglich Carey et al [58] und Hellpap et al [53] untersuchten ein größeres Kollektiv. Entsprechend handelt es sich bei dem hier publizierten Kollektiv um eines der größten publizierten, bzw. dem größten homogen nachbehandelten Patientenkollektiv. Als letzte und vielleicht führende Studieneinschränkung ist die fehlende Kontrollgruppe zu nennen. Im Rahmen dieser Studie wurden verschiedene Verletzungsmuster gleich therapiert. Was nicht untersucht wurde ist, ob die gleiche Verletzung (z.B. dislozierte Degan Typ III PAC Frakturen) unterschiedlich behandelt (konservativ vs. operativ) zu unterschiedlichen Ergebnissen führt. Allerdings gilt zu diskutieren, ob die hier beobachteten guten bis sehr guten subjektiven Behandlungsergebnisse durch ein anderes Behandlungsregime noch verbessert werden können.

## 5.7. Stärken der Studie

Schlussendlich handelt es sich, trotz der relativ geringen Patientenzahl aktuell um eine der größten publizierten Kollektive zur Ergebnisevaluation bei Frakturen des PAC [3, 7, 11, 28-30, 36, 39, 41, 44, 51, 52, 54, 57, 59-65]. Auch der hier präsentierte mediane Nachuntersuchungszeitraum von 24 Monaten (IQR 16-41 Monaten) ist eine Stärke dieser Arbeit. Die meisten früheren Studien trafen keine Aussage über den Nachuntersuchungszeitraum [7, 30, 39, 53, 57]. Bei den Arbeiten, in welchen der Nachuntersuchungszeitraum definiert wurde, variierte dieser zwischen sechs und 108 Monaten [11, 28, 29, 44, 58]. Ob das Follow-up ausreicht, um v.a. posttraumatische Veränderungen suffizient diagnostizieren / ausschließen zu können, ist allerdings fraglich.

Neben der relativ großen Fallzahl ist die CT-basierte, detaillierte Frakturklassifikation sowie Analyse der Frakturmorphologie und -charakteristika eine der zentralen Stärken dieser Arbeit. Keine der vorangegangenen Studien hat eine entsprechen detaillierte Analyse durchgeführt (vergleiche Tabelle 3 und 4). Darüberhinaus wurden lediglich akute Frakturen des PAC eingeschlossen. Wie zuvor ausgeführt, werden in den meisten publizierten Arbeiten akute und subakute / alte Frakturen kumulativ ausgewertet [3, 11, 28, 29, 58, 60, 62-65].

Neben dieser klaren Definition des zu untersuchenden Kollektives, handelt es sich bei der hier präsentierten Arbeit um die erste Studie, in welcher die subjektive Patientenzufrieden (VAS-FA, Karlsson) und Lebensqualität (SF-12) anhand von validierten Fragebögen in einem größeren Kollektiv evaluiert wurde. Lediglich Ochmann et al. [11] verwendeten zuvor einen objektiven funktionellen und subjektiven Fragebogen (AOFAS). Nur die konsequente Verwendung von validierten PROMs ermöglicht die suffiziente Bewertung der Behandlungsergebnisse und bildet darüber hinaus die Grundlage, um die Behandlungsergebnisse zu zukünftigen Studien vergleichen zu können.

Eine weitere Stärke dieser Arbeit ist die konsequente Anwendung eines einheitlichen Therapiekonzeptes. Alle Patienten wurden mittels eines standardisierten, frühfunktionellen konservativen Therapieregimes behandelt. Wie schon weiter oben

ausgeführt müssen weitere Studien nun, v.a. bei Patienten mit dislozierten Degan III Frakturen, verschiedene Therapiekonzepte (konservativ vs. operativ) vergleichen. Nur so lässt sich im Rahmen einer systematischen Literaturübersicht abschließend ein evidenz-basiertes Behandlungskonzept für die verschiedenen PAC Frakturen erstellen.

## 5.8. Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass die frühfunktionelle konservative Therapie bei akuten Frakturen des PAC unabhängig von Frakturtyp oder Begleitverletzungen innerhalb der Chopart-Linie zu guten bis sehr guten subjektiven Behandlungsergebnissen führte. Lediglich die Dauer, bis zum Wiedererlangen der Sportfähigkeit, war bei einigen Patienten verlängert.

Basierend auf der hier durchgeführten Literaturrecherche erscheinen die Quantifizierung einer möglichen Chopart-Instabilität sowie vergleichende Studien zu unterschiedlichen Therapieansätzen bei gleicher Frakturmorphologie dringend notwendig. Im Rahmen von pathoanatomischen und biomechanischen Studien sollte zum einen die Schrittweise Dissektion der relevanten ossären (PAC) und ligamentären Stabilisatoren (u.a. dorsale CC-Bänder, Lig. bifurkatum, TN-Bänder) mit sequentieller Stabilitätstestung (CC-Gelenk, sagittal TN Stabilität) durchgeführt werden, um Verletzungsmuster zu identifizieren, die zu einer Instabilität im Chopart-Gelenk führen. Des Weiteren könnten biomechanische Fraktur-Studien zum einen den Unfallmechanismus näher identifizieren, zum anderen die so generierten Verletzungskombinationen wieder mittels radiologischer Stabilitätstestung untersucht werden.

Daneben wäre es sehr interessant, die frühfunktionelle konservative Therapie mit der operativen Therapie von nicht- und dislozierten Degan III Frakturen prospektive randomisiert zu untersuchen. In diesem Kollektiv erscheint die größte therapeutische Unsicherheit zu bestehen.



## Referenzen

1. Ouellette, H., et al., *Incidence and MR imaging features of fractures of the anterior process of calcaneus in a consecutive patient population with ankle and foot symptoms*. Skeletal radiology, 2006. **35**(11): p. 833-837.
2. Boutry, N., A. Vanderhofstadt, and P. Peetrons, *Ultrasonography of Anterosuperior Calcaneal Process Fracture*. Journal of ultrasound in medicine, 2006. **25**(3): p. 381-385.
3. Trnka, H.-J., R. Zettl, and P. Ritschl, *Fracture of the anterior superior process of the calcaneus: an often misdiagnosed fracture*. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 1998. **117**(4-5): p. 300-302.
4. Tafur, M., Z.S. Rosenberg, and J.T. Bencardino, *MR imaging of the midfoot including Chopart and Lisfranc joint complexes*. Magnetic Resonance Imaging Clinics, 2017. **25**(1): p. 95-125.
5. Gorbachova, T., et al., *Plantar talar head contusions and osteochondral fractures: associated findings on ankle MRI and proposed mechanism of injury*. Skeletal radiology, 2016. **45**(6): p. 795-803.
6. Jahss, M.H. and B.S. Kay, *An anatomic study of the anterior superior process of the os calcis and its clinical application*. Foot & ankle, 1983. **3**(5): p. 268-281.
7. Bradford, C.H. and I. Larsen, *Sprain-fractures of the anterior lip of the os calcis*. New England Journal of Medicine, 1951. **244**(26): p. 970-972.
8. Petrover, D., M.E. Schweitzer, and J. Laredo, *Anterior process calcaneal fractures: a systematic evaluation of associated conditions*. Skeletal radiology, 2007. **36**(7): p. 627-632.
9. Schepers, T., M.R. de Vries, and M. van der Elst, *Foot and ankle fractures at the supination line*. The Foot, 2011. **21**(3): p. 124-128.
10. Hirschmann, A., et al., *Acute Fracture of the Anterior Process of Calcaneus: Does It Herald a More Advanced Injury to Chopart Joint?* American Journal of Roentgenology, 2018. **210**(5): p. 1123-1130.
11. Ochman, S., J. Evers, and M. Raschke, *Fractures of the anterior process of the calcaneus*. Operative Orthopadie und Traumatologie, 2013. **25**(6): p. 579-591.
12. Melão, L., et al., *Ligaments of the transverse tarsal joint complex: MRI–anatomic correlation in cadavers*. American Journal of Roentgenology, 2009. **193**(3): p. 662-671.
13. Davis, W.H., et al., *Gross, histological, and microvascular anatomy and biomechanical testing of the spring ligament complex*. Foot & ankle international, 1996. **17**(2): p. 95-102.
14. Taniguchi, A., et al., *Anatomy of the spring ligament*. JBJS, 2003. **85**(11): p. 2174-2178.
15. Mengiardi, B., et al., *Spring ligament complex: MR imaging–anatomic correlation and findings in asymptomatic subjects*. Radiology, 2005. **237**(1): p. 242-249.
16. Daftary, A., A.H. Haims, and M.R. Baumgaertner, *Fractures of the calcaneus: a review with emphasis on CT*. Radiographics, 2005. **25**(5): p. 1215-1226.
17. Leland, R.H., et al., *Calcaneocuboid stability: a clinical and anatomic study*. Foot & ankle international, 2001. **22**(11): p. 880-884.
18. Andermahr, J., et al., *The injury of the calcaneocuboid ligaments*. Foot & ankle international, 2000. **21**(5): p. 379-384.

19. Agnholt, J., S. Nielsen, and H. Christensen, *Lesion of the ligamentum bifurcatum in ankle sprain*. Archives of orthopaedic and traumatic surgery, 1988. **107**(5): p. 326-328.
20. Weindel, S., et al., *Subtalar instability: a biomechanical cadaver study*. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 2010. **130**(3): p. 313-319.
21. Dorn-Lange, N.V., et al., *Morphology of the dorsal and lateral calcaneocuboid ligaments*. Foot & ankle international, 2008. **29**(9): p. 942-949.
22. Resnick, D., H.S. Kang, and M.L. Pretterklieber, *Internal derangements of joints*. 2007: Saunders/Elsevier Philadelphia.
23. Sammarco, V.J., *The talonavicular and calcaneocuboid joints: anatomy, biomechanics, and clinical management of the transverse tarsal joint*. Foot and ankle clinics, 2004. **9**(1): p. 127-145.
24. Manter, J.T., *Movements of the subtalar and transverse tarsal joints*. The Anatomical Record, 1941. **80**(4): p. 397-410.
25. van Dorp, K.B., et al., *Chopart joint injury: a study of outcome and morbidity*. The Journal of Foot and Ankle Surgery, 2010. **49**(6): p. 541-545.
26. Jones, F.W., *Structure and Function as Seen in the Foot*. 1944: Baillière, Tindall and Cox.
27. Dachtler, H., *Fractures of the anterior superior portion of the os calcis due to indirect violence*. Am. J. Roentgenol., 1931. **25**: p. 629-631.
28. Degan, T., B. Morrey, and D. Braun, *Surgical excision for anterior-process fractures of the calcaneus*. The Journal of bone and joint surgery. American volume, 1982. **64**(4): p. 519-524.
29. Halm, J.A. and T. Schepers, *Resection of Small Avulsion Fractures of the Anterior Process of the Calcaneus for Refractory Complaints*. The Journal of Foot and Ankle Surgery, 2017. **56**(1): p. 135-141.
30. Norfray, J.F., et al., *Common calcaneal avulsion fracture*. American Journal of Roentgenology, 1980. **134**(1): p. 119-123.
31. Schepers, T., et al., *Demographics of extra-articular calcaneal fractures: including a review of the literature on treatment and outcome*. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 2008. **128**(10): p. 1099-1106.
32. Becker, H. and D. Rosenbaum, *Functional disorders of the foot after tenodeses: is the method still currently acceptable?* Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin, 1996. **10**(4): p. 94-99.
33. Glasgow, M., A. Jackson, and A.M. Jamieson, *Instability of the ankle after injury to the lateral ligament*. Bone & Joint Journal, 1980. **62**(2): p. 196-200.
34. Zenni JR, E.J., et al., *Lateral ligamentous instability of the ankle: a method of surgical reconstruction by a modified Watson-Jones technique*. The American journal of sports medicine, 1977. **5**(2): p. 78-83.
35. Waterman, B.R., et al., *The epidemiology of ankle sprains in the United States*. JBJS, 2010. **92**(13): p. 2279-2284.
36. Hunt, D.D., *Compression fracture of the anterior articular surface of the calcaneus*. J Bone Joint Surg Am, 1970. **52**(8): p. 1637-42.
37. Dhinsa, B.S., et al., *Fractures of the anterior process of the calcaneum; a review and proposed treatment algorithm*. Foot and Ankle Surgery, 2018.
38. Brijs, S. and A. Brijs. *Calcaneal avulsion: a frequent traumatic foot lesion*. in *RöFo-Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren*. 1992. © Georg Thieme Verlag Stuttgart· New York.
39. Renfrew, D.L. and G.Y. El-Khoury, *Anterior process fractures of the calcaneus*. Skeletal radiology, 1985. **14**(2): p. 121-125.

40. Hellpap, W., *the Neglected Lower Ankle. The " Fracture" Line of Supination.* Archiv fur orthopadische und Unfall-Chirurgie, 1963. **55**: p. 289.
41. Fadl, S.A., M.M. Ramzan, and C.K. Sandstrom, *Core curriculum illustration: anterior process fracture of the calcaneus.* Emergency radiology, 2018. **25**(2): p. 205-207.
42. Kutaish, H., et al., *Injuries to the Chopart joint complex: a current review.* European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology, 2017. **27**(4): p. 425-431.
43. Polzer, H., et al., *Diagnosis and treatment of acute ankle injuries: development of an evidence-based algorithm.* Orthopedic reviews, 2012. **4**(1).
44. Howie, C.R., G. Hooper, and S. Hughes, *Occult midtarsal subluxation.* Clinical orthopaedics and related research, 1986(209): p. 206-209.
45. Sanders, R., et al., *Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification.* Clinical orthopaedics and related research, 1993(290): p. 87-95.
46. Essex-Lopresti, P., *The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis.* British Journal of Surgery, 1952. **39**(157): p. 395-419.
47. Kellam, J.F., et al., *Introduction: Fracture and Dislocation Classification Compendium—2018 International Comprehensive Classification of Fractures and Dislocations Committee.* Journal of orthopaedic trauma, 2018. **32**: p. S1-S10.
48. Marsh, J., et al., *Fracture and dislocation classification compendium-2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee.* Journal of orthopaedic trauma, 2007. **21**(10 Suppl): p. S1-133.
49. Zwipp, H., et al., *Integral classification of injuries (ICI) to the bones, joints, and ligaments--application to injuries of the foot.* Injury, 2004. **35**: p. SB3-9.
50. Massen, F., et al., *Fractures of the anterior process of the calcaneus--frequently overlooked injuries following ankle sprains.* Der Unfallchirurg, 2018.
51. Gellman, M., *Fractures of the anterior process of the calcaneus.* JBJS, 1951. **33**(2): p. 382-386.
52. Dell, J.M., Jr., *Fractures of the anterior superior process of the Os calcis.* South Med J, 1958. **51**(9): p. 1161-4.
53. Hellpap, W., *Bone injuries of the anterior calcaneus process.* Archiv fur orthopadische und Unfall-Chirurgie, 1962. **54**: p. 329-338.
54. Graham, P., *Anterior Process Fracture of the Calcaneus: A Case Report and Discussion.* Orthopaedic Nursing, 2016. **35**(1): p. 45-47.
55. Marx, R.G., S.M. Wilson, and M.F. Swiontkowski, *Updating the Assignment of Levels of Evidence.* JBJS, 2015. **97**(1): p. 1-2.
56. Gibbons, L. and P. Cunningham, *Anterior process of the Calcaneum--Not to be missed.* International emergency nursing, 2017. **30**: p. 36-40.
57. Garvin, E.J. and C.J. Rominger, *Fractures of the anterior process of the calcaneus.* The American Journal of Surgery, 1957. **94**(3): p. 468-471.
58. Carey, D.J., E.M. Lance, and P.A. Wade, *Extra-Articular Fractures of the Os Calcis--a Follow-up Study.* J Trauma, 1965. **5**: p. 362-72.
59. Backman, S. and S.R. Johnson, *Torsion of the foot causing fracture of the anterior calcaneal process.* Acta Chir Scand, 1953. **105**(6): p. 460-6.
60. Robbins, M., M. Wilson, and E. Sella, *MR imaging of anterosuperior calcaneal process fractures.* AJR. American journal of roentgenology, 1999. **172**(2): p. 475-479.

61. Pillai, A., et al., *The sprain fracture of the calcaneus revisited*. The Foot, 2005. **15**(4): p. 198-201.
62. Levine, J., A. Kenin, and M. Spinner, *Nonunion of a fracture of the anterior superior process of the calcaneus; case report*. J Bone Joint Surg Am, 1959. **41-A**(1): p. 178-80.
63. Harburn, T.E. and H.E. Ross, *Avulsion fracture of the anterior calcaneal process*. The Physician and sportsmedicine, 1987. **15**(4): p. 73-80.
64. Frey, C., et al., *Arthroscopic resection of an anterior calcaneal fracture: a case report*. Foot Ankle Int, 2005. **26**(5): p. 409-11.
65. Lui, T.H., *Endoscopic excision of symptomatic nonunion of anterior calcaneal process*. The Journal of Foot and Ankle Surgery, 2011. **50**(4): p. 476-479.
66. Stüber, J., et al., *Normative data of the Visual Analogue Scale Foot and Ankle (VAS FA) for pathological conditions*. Foot and Ankle Surgery, 2011. **17**(3): p. 166-172.
67. Gandek, B., et al., *Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: results from the IQOLA Project*. Journal of clinical epidemiology, 1998. **51**(11): p. 1171-1178.
68. Richter, M., et al., *A new foot and ankle outcome score: questionnaire based, subjective, visual-analogue-scale, validated and computerized*. Foot and Ankle Surgery, 2006. **12**(4): p. 191-199.
69. Karlsson, J. and L. Peterson, *Evaluation of ankle joint function: the use of a scoring scale*. The Foot, 1991. **1**(1): p. 15-19.
70. SooHoo, N.F., M. Shuler, and L.L. Fleming, *Evaluation of the validity of the AOFAS Clinical Rating Systems by correlation to the SF-36*. Foot & ankle international, 2003. **24**(1): p. 50-55.
71. Hermel, M. and J. Gershon-Cohen, *The nutcracker fracture of the cuboid by indirect violence*. Radiology, 1953. **60**(6): p. 850-854.
72. Zwipp, H. and C. Krettek, *Diagnostik und Therapie der akuten und chronischen Bandinstabilität des unteren Sprunggelenkes*. Der Orthopäde, 1986. **15**(6): p. 472-478.
73. Rammelt, S. and T. Schepers, *Chopart injuries: when to fix and when to fuse?* Foot and ankle clinics, 2017. **22**(1): p. 163-180.

## Abkürzungsverzeichnis

PAC: Processus Anterior Calcanei

TN: Talonavikulargelenk

CC: Calcaneocuboidalgelenk

OSG: oberes Sprunggelenk

CT: Computertomographie

MRT: Magnetresonanztomographie

AO/OTA: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

AOFAS: American Orthopedic Foot and Ankle Score

PCS: Physical Component Summary

MCS: Mental Component Summary

RTW: Return-to-work/ Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit

RTS: Return-to-sport/ Wiedererlangung der Sportfähigkeit

IQR: Interquartilsabstand

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ochman, S., Evers, J., & Raschke, M. (2013). Fractures of the anterior process of the calcaneus. *Operative Orthopadie und Traumatologie*, 25(6), 579-591.

Abbildung 2: Daftary, A., A.H. Haims, and M.R. Baumgaertner, Fractures of the calcaneus: a review with emphasis on CT. *Radiographics*, 2005.[

Abbildung 3: Melão, L., Canella, C., Weber, M., Negrão, P., Trudell, D., & Resnick, D. (2009). Ligaments of the transverse tarsal joint complex: MRI–anatomic correlation in cadavers. *American Journal of Roentgenology*, 193(3), 662-671.

Abbildung 4: Ochman, S., Evers, J., & Raschke, M. (2013). Fractures of the anterior process of the calcaneus. *Operative Orthopadie und Traumatologie*, 25(6), 579-591.

Abbildung 5: van Dorp, K.B., et al., Chopart joint injury: a study of outcome and morbidity. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 2010. 49(6): p. 541-545.

Abbildung 6: Polzer, H., et al., Diagnosis and treatment of acute ankle injuries: development of an evidence-based algorithm. *Orthopedic reviews*, 2012. 4(1).

Abbildung 7: Ochman, S., J. Evers, and M. Raschke, Fractures of the anterior process of the calcaneus. *Operative Orthopadie und Traumatologie*, 2013. 25(6): p. 579-591.

Abbildung 8: Pillai, A., et al., The sprain fracture of the calcaneus revisited. *The Foot*, 2005. 15(4): p. 198-201.

Abbildung 9: Pillai, A., et al., The sprain fracture of the calcaneus revisited. *The Foot*, 2005. 15(4): p. 198-201.

Abbildung 10: Halm, J.A. and T. Schepers, Resection of Small Avulsion Fractures of the Anterior Process of the Calcaneus for Refractory Complaints. The Journal of Foot and Ankle Surgery, 2017. 56(1): p. 135-141.

Abbildung 11: Halm, J.A. and T. Schepers, Resection of Small Avulsion Fractures of the Anterior Process of the Calcaneus for Refractory Complaints. The Journal of Foot and Ankle Surgery, 2017. 56(1): p. 135-141.

Abbildung 13: Massen, F., et al., Fractures of the anterior process of the calcaneus- frequently overlooked injuries following ankle sprains. Der Unfallchirurg, 2018.

# Anhang

## Genehmigung Ochman

24/05/2018

RightsLink Printable License

### SPRINGER NATURE LICENSE TERMS AND CONDITIONS

May 24, 2018

---

This Agreement between Viktoria Herterich ("You") and Springer Nature ("Springer Nature") consists of your license details and the terms and conditions provided by Springer Nature and Copyright Clearance Center.

License Number	4355490581276
License date	May 24, 2018
Licensed Content Publisher	Springer Nature
Licensed Content Publication	Operative Orthopädie und Traumatologie
Licensed Content Title	Frakturen des Processus anterior calcanei
Licensed Content Author	S. Ochman, J. Evers, M.J. Raschke
Licensed Content Date	Jan 1, 2013
Licensed Content Volume	25
Licensed Content Issue	6
Type of Use	Thesis/Dissertation
Requestor type	academic/university or research institute
Format	print
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	4
Will you be translating?	no
Circulation/distribution	<501
Author of this Springer Nature content	no
Title	Therapie von Frakturen des Processus Anterior Calcanei - Untersuchung an 72 Patienten
Instructor name	Hans Polzer MD
Institution name	LMU Munich
Expected presentation date	Jan 2019
Portions	Abbildung 1a/b, Abbildung 3
Requestor Location	Viktoria Herterich Odeonsplatz 2  München, Bavaria 80539 Germany Attn: Viktoria Herterich
Billing Type	Invoice
Billing Address	Viktoria Herterich Odeonsplatz 2  München, Germany 80539 Attn: Viktoria Herterich
Total	0.00 EUR
Terms and Conditions	

# Genehmigung Melao

## American Roentgen Ray Society

Viktor a Herlrich  
Ludwig-Maximilian-Universität München  
Odeonsplatz  
2  
München 80539  
Germany

07/24/18

Invoice No: C 09494

Thank you for your request for permission to reproduce the following material from the  
*American Journal of Roentgenology*.

0

AJR Melao et al. Ligaments of the transverse tarsal joint complex Fig 1 1 0

108;193;662

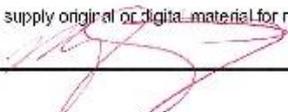
Order Total \$0.00

**Permission is effective when signed below by ARRS authorized representative. Payment if applicable, may be made by check or credit card. Tax is not included in the price, if your country requires a tax, you will have to calculate the tax separately. Permission will not be granted until invoice is paid in full. Please return this form with payment.**

The following conditions apply:

1. Use of the following credit line: Reprinted with permission from the American Journal of Roentgenology.
2. One-time, non-exclusive use only to include on line versions and/or CD-ROMS. This permission does not include revisions or future editions.
3. Translations of copyrighted text is prohibited.

We regret that ARRS cannot supply original or digital material for reproduction.

ARRS authorized signature:  Date 7/24/18

Payment Options

Check (made out to ARRS in U.S. funds drawn on a U.S. bank)

\_\_\_\_ Visa \_\_\_\_ American Express \_\_\_\_ Master Card

Card # \_\_\_\_\_ Exp. Date \_\_\_\_\_

Signature: \_\_\_\_\_ Phone # \_\_\_\_\_

Send remittance to: 44211 Slatestone Court Leesburg, VA 20176-5109  
Or fax Credit Card # to 703-729-5913

# Genehmigung Zwipp

24/05/2018

RightsLink Printable License

## ELSEVIER LICENSE TERMS AND CONDITIONS

May 24, 2018

This Agreement between Viktoria Herterich ("You") and Elsevier ("Elsevier") consists of your license details and the terms and conditions provided by Elsevier and Copyright Clearance Center.

License Number	4355491021891
License date	May 24, 2018
Licensed Content Publisher	Elsevier
Licensed Content Publication	Injury
Licensed Content Title	Integral classification of injuries (ICI) to the bones, joints, and ligaments—application to injuries of the foot
Licensed Content Author	Hans Zwipp, Frank Baumgart, Patrick Cronier, Eduardo Jorda, Kaj Klaue, Andrew K Sands, Shing Wai Yung
Licensed Content Date	Sep 1, 2004
Licensed Content Volume	35
Licensed Content Issue	2
Licensed Content Pages	7
Start Page	3
End Page	9
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Intended publisher of new work	other
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	2
Format	print
Are you the author of this Elsevier article?	No
Will you be translating?	No
Original figure numbers	Table 1 and 2
Title of your thesis/dissertation	Therapie von Frakturen des Processus Anterior Calcanei - Untersuchung an 72 Patienten
Publisher of new work	LMU Munich
Author of new work	Hans Polzer MD
Expected completion date	Jan 2019
Estimated size (number of pages)	1
Requestor Location	Viktoria Herterich Odeonsplatz 2  München, Bavaria 80539 Germany Attn: Viktoria Herterich
Publisher Tax ID	GB 494 6272 12
Total	0.00 EUR

<https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet>

1/5

# Genehmigung Daftary

RADIOLOGICAL SOCIETY OF NORTH AMERICA  
820 JORIE BLVD, OAK BROOK, IL 60523  
TEL 1-630-571-2670 FAX 1-630-571-7837  
RSNA.ORG



May 14, 2018

Viktoria Herterich  
Heideckstr., 27  
Munich 80637  
Germany

Dear Viktoria Herterich:

The Radiological Society of North America (RSNA<sup>®</sup>) is pleased to grant you permission to reproduce the following figures in print format for educational, non-profit use in your dissertation, provided you give full credit to the authors of the original publication.

Figures 2, 3  
Daftary A, Haims A H, Baumgaertner M R. Fractures of the calcaneus: A review with emphasis on CT. *RadioGraphics* 2005;25:1215-1226.

This permission is a one-time, non-exclusive grant for English-language use and is exclusively limited to the usage stated and underlined above. The requestor guarantees to reproduce the material as originally published. Permission is granted under the condition that a full credit line is prominently placed (i.e. author name(s), journal name, copyright year, volume #, inclusive pages and copyright holder).

This permission becomes effective upon receipt of this signed contract. Please sign a copy of this agreement, return a signed copy to me and retain a copy for your files. Thank you for your interest in our publication.

[Print Name]: \_\_\_\_\_

SIGNATURE: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Sincerely,

Ashley E. Daly  
Senior Manager, Journal Rights & Communications  
Publications

Phone: 630-590-7771  
Fax: 630-590-7724  
E-mail: [permissions@rsna.org](mailto:permissions@rsna.org)

## Genehmigung Pillai

### ELSEVIER LICENSE TERMS AND CONDITIONS

Nov 27, 2018

This Agreement between Viktoria Herterich ("You") and Elsevier ("Elsevier") consists of your license details and the terms and conditions provided by Elsevier and Copyright Clearance Center.

License Number	4477020133298
License date	Nov 27, 2018
Licensed Content Publisher	Elsevier
Licensed Content Publication	The Foot
Licensed Content Title	The sprain fracture of the calcaneus revisited
Licensed Content Author	A. Pillai,J. Arora,C. Williams,R.D. Ferdinand
Licensed Content Date	Dec 1, 2005
Licensed Content Volume	15
Licensed Content Issue	4
Licensed Content Pages	4
Start Page	198
End Page	201
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	2
Format	print
Are you the author of this Elsevier article?	No
Will you be translating?	No
Original figure numbers	figures 4 and 5
Title of your thesis/dissertation	Therapie von Frakturen des Processus Anterior Calcanei - Untersuchung an 72 Patienten
Publisher of new work	LMU Munich
Author of new work	Hans Polzer MD
Expected completion date	Jan 2019
Estimated size (number of pages)	1
Requestor Location	Viktoria Herterich Odeonsplatz 2  München, Bavaria 80539 Germany Attn: Viktoria Herterich
Publisher Tax ID	GB 494 6272 12
Total	0.00 EUR
Terms and Conditions	

## Genehmigung Halm

### ELSEVIER LICENSE TERMS AND CONDITIONS

Nov 27, 2018

This Agreement between Viktoria Herterich ("You") and Elsevier ("Elsevier") consists of your license details and the terms and conditions provided by Elsevier and Copyright Clearance Center.

License Number	4477040328544
License date	Nov 27, 2018
Licensed Content Publisher	Elsevier
Licensed Content Publication	The Journal of Foot and Ankle Surgery
Licensed Content Title	Resection of Small Avulsion Fractures of the Anterior Process of the Calcaneus for Refractory Complaints
Licensed Content Author	Jens A. Halm, Tim Schepers
Licensed Content Date	January–February 2017
Licensed Content Volume	56
Licensed Content Issue	1
Licensed Content Pages	7
Start Page	135
End Page	141
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Intended publisher of new work	other
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	2
Format	print
Are you the author of this Elsevier article?	No
Will you be translating?	No
Original figure numbers	figures E and G
Title of your thesis/dissertation	Therapie von Frakturen des Processus Anterior Calcanei - Untersuchung an 72 Patienten
Publisher of new work	LMU Munich
Author of new work	Hans Polzer MD
Expected completion date	Jan 2019
Estimated size (number of pages)	1
Requestor Location	Viktoria Herterich Odeonsplatz 2  München, Bavaria 80539 Germany Attn: Viktoria Herterich
Publisher Tax ID	GB 494 6272 12
Total	0.00 EUR

## Genehmigung Massen

### SPRINGER NATURE LICENSE TERMS AND CONDITIONS

Dec 16, 2018

This Agreement between Viktoria Herterich ("You") and Springer Nature ("Springer Nature") consists of your license details and the terms and conditions provided by Springer Nature and Copyright Clearance Center.

License Number	4490880160586
License date	Dec 16, 2018
Licensed Content Publisher	Springer Nature
Licensed Content Publication	Der Unfallchirurg
Licensed Content Title	Frakturen des Processus anterior calcanei – häufig übersehene Verletzungen nach Sprunggelenkdistorsion
Licensed Content Author	F. K. Massen, S. F. Baumbach, W. Böcker et al
Licensed Content Date	Jan 1, 2018
Licensed Content Volume	121
Licensed Content Issue	9
Type of Use	Thesis/Dissertation
Requestor type	non-commercial (non-profit)
Format	print
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	3
Will you be translating?	no
Circulation/distribution	<501
Author of this Springer Nature content	yes
Title	Therapie von Frakturen des Processus Anterior Calcanei - Untersuchung an 72 Patienten
Institution name	LMU Munich
Expected presentation date	Jan 2019
Portions	Fig 1, 2, 3
Requestor Location	Viktoria Herterich Odeonsplatz 2  München, Bavaria 80539 Germany Attn: Viktoria Herterich
Billing Type	Invoice
Billing Address	Viktoria Herterich Odeonsplatz 2  München, Germany 80539 Attn: Viktoria Herterich
Total	0.00 EUR

## Genehmigung van Dorp

### ELSEVIER LICENSE TERMS AND CONDITIONS

Dec 25, 2018

This Agreement between Viktoria Herterich ("You") and Elsevier ("Elsevier") consists of your license details and the terms and conditions provided by Elsevier and Copyright Clearance Center.

License Number	4495860303218
License date	Dec 25, 2018
Licensed Content Publisher	Elsevier
Licensed Content Publication	The Journal of Foot and Ankle Surgery
Licensed Content Title	Chopart Joint Injury: A Study of Outcome and Morbidity
Licensed Content Author	Karin B. van Dorp,Mark R. de Vries,Maarten van der Elst,Tim Schepers
Licensed Content Date	November–December 2010
Licensed Content Volume	49
Licensed Content Issue	6
Licensed Content Pages	5
Start Page	541
End Page	545
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	1
Format	print
Are you the author of this Elsevier article?	No
Will you be translating?	Yes, including English rights
Number of languages	1
Languages	german
Original figure numbers	2
Title of your thesis/dissertation	Therapie von Frakturen des Processus Anterior Calcanei - Untersuchung an 72 Patienten
Publisher of new work	LMU Munich
Author of new work	Hans Polzer MD
Expected completion date	Jan 2019
Estimated size (number of pages)	1
Requestor Location	Viktoria Herterich Odeonsplatz 2  München, Bavaria 80539 Germany Attn: Viktoria Herterich
Publisher Tax ID	GB 494 6272 12
Total	0.00 EUR



## Visuell-analoge Skala Fuß und Sprunggelenk

nach Richter

Datum

	<b>Wie stark veränderten Fußprobleme Ihr Gangbild?</b>	
starkes Hinken	-----	keine Veränderung
ständig	<b>Wie oft haben Sie in körperlicher Ruhe Fußschmerzen?</b>	nie bzw. sehr selten
unerträglich	<b>Wie stark sind dann in körperlicher Ruhe die Schmerzen?</b>	keine Schmerzen
ständig	<b>Wie oft haben Sie bei körperlicher Belastung Fußschmerzen?</b>	nie bzw. sehr selten
unerträglich	<b>Wie stark sind dann bei körperlicher Belastung die Schmerzen?</b>	keine Schmerzen
die Schwäche behindert mich erheblich	<b>Haben Sie den Eindruck, dass ein Bein schwächer ist als das andere?</b>	gleiche Kraft wie im gesunden Bein
ausgedehnte, schmerzhafte Schwielen	<b>Haben Sie Fußschwielen?</b>	keinerlei Schwielenbildung
mein Fuß/Sprunggelenk ist ständig völlig steif	<b>Haben Sie ein Steifigkeitsgefühl im Bereich Sprunggelenk oder Fuß?</b>	keinerlei Steifigkeit zu keinem Zeitpunkt
Treppensteigen ist unmöglich	<b>Wie stark schränken Fußprobleme Sie beim Treppensteigen ein?</b>	Treppensteigen ist ohne Einschränkung möglich
ich kann meinen alten Beruf nicht mehr ausüben	<b>Wie stark schränken Fußprobleme Ihre Berufsausübung ein?</b>	keine Einschränkung im Beruf
Autofahren ist unmöglich	<b>Wie stark schränken Fußprobleme Sie beim Autofahren ein (Kupplung, Gas, Bremse)?</b>	Autofahren ist ohne Einschränkung möglich
gar nicht bzw. nur kurz oder nur mit Hilfsmitteln	<b>Wie lange können Sie ohne Fußprobleme stehen?</b>	stundenlang, ohne Einschränkung
auf einem Bein stehen ist unmöglich	<b>Wie stark schränken Fußprobleme Sie beim Stehen auf einem Bein ein?</b>	keine Einschränkung
gar nicht bzw. nur kurz oder nur mit Hilfsmitteln	<b>Wie lange können Sie ohne Fußprobleme gehen?</b>	stundenlang, ohne Einschränkung
auch kurzes Laufen ist unmöglich	<b>Wie stark schränken Fußprobleme Sie beim Laufen ein (Jogging, Waldlauf...)?</b>	längeres Laufen ist ohne Einschränkung möglich
allein unmöglich, ich brauche immer Hilfe	<b>Wie stark schränken Fußprobleme Ihre alltäglichen Aktivitäten ein (Anziehen, Essen, Waschen...)?</b>	keine Einschränkung
Reisen ist unmöglich	<b>Wie stark schränken Fußprobleme Sie beim Reisen ein (Zugfahren, Busfahren, Fliegen...)?</b>	keine Einschränkung
ich kann nur orthopädische Schuhe tragen	<b>Haben Sie Probleme, passende Schuhe zu finden?</b>	ich kann jeden Schuh tragen
Gehen auf unebenem Gelände ist unmöglich	<b>Wie stark schränken Fußprobleme Sie beim Gehen auf unebenem Gelände ein?</b>	keinerlei Einschränkung auf unebenem Gelände
komplett gefühllos	<b>Wie stark sind Gefühlsstörungen an Ihrem Fuß/Ihren Füßen?</b>	normales Gefühl

# Karlsso Score

<b>LMU</b>	<b>KLINIKUM</b> DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN	KLINIK FÜR ALLGEMEINE, UNFALL- UND WIEDERHERSTELLUNGSSCHIRURGIE FUSS- UND SPRUNGGELENKCHIRURGIE	
<b>Score nach Karlsso</b>			Patientenetikett
Datum <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>			

Vom Patienten auszufüllen:		Punkte
<b>Schmerzen</b>	keine.....	○ 20
	bei sportlicher Belastung.....	○ 15
	bei Gehen auf unebenem Untergrund.....	○ 10
	bei Gehen auf ebenem Untergrund.....	○ 5
	(starke) Dauerschmerzen.....	○ 0
<b>Schwellung</b>	keine.....	○ 10
	nach sportlicher Belastung.....	○ 5
	immer.....	○ 0
<b>Subjektiv empfundene Instabilität</b>	keine.....	○ 25
	1-2x/Jahr bei sportlicher Belastung.....	○ 20
	1-2x/Monat bei sportlicher Belastung.....	○ 15
	bei Gehen auf unebenem Untergrund.....	○ 10
	bei Gehen auf ebenem Untergrund.....	○ 5
	immer, deshalb ständig auf Bandage angewiesen.....	○ 0
<b>Steifigkeit</b>	keine.....	○ 5
	mäßig (morgens, nach sportlicher Belastung).....	○ 2
	ausgeprägt (konstant, hochgradig).....	○ 0
<b>Treppensteigen</b>	problemlos möglich.....	○ 10
	mit Einschränkungen.....	○ 5
	unmöglich.....	○ 0
<b>Joggen / Rennen</b>	problemlos möglich.....	○ 10
	mit Einschränkungen.....	○ 5
	unmöglich.....	○ 0
<b>Arbeit, Freizeitaktivitäten</b>	wie vor der Verletzung.....	○ 15
	Freizeitaktivitäten und Arbeit unverändert, weniger Sport.....	○ 10
	Freizeitaktivitäten unverändert, leichtere Arbeit, kein Sport.....	○ 5
	deutlich eingeschränkte Freizeitaktivitäten und Arbeitsfähigkeit.....	○ 0
<b>Sprunggelenksorthese / -bandage</b>	keine.....	○ 5
	beim Sport.....	○ 2
	bei Alltagsaktivität.....	○ 0
<b>Summe:</b>		<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>



Proximal MTV-Fraktur: Retrospektive Validation Polzer Klassifikation

## SF 12 Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand

Patientendaten Datum

Vorname \_\_\_\_\_ Nachname \_\_\_\_\_ Geburtsdatum

Straße \_\_\_\_\_ PLZ  Ort \_\_\_\_\_

**Vom Patienten auszufüllen – pro Frage bitte nur eine Antwort ankreuzen** **Punkte**

In diesem Fragebogen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes.  
 Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.  
 Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen, indem Sie die Antwort ankreuzen, die am ehesten auf Sie zutrifft.  
 Bitte kreuzen Sie bei jeder Frage nur **eine Antwort** an.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?
- ausgezeichnet.....  1
  - sehr gut.....  2
  - gut.....  3
  - weniger gut.....  4
  - schlecht.....  5

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

2. Mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen ...
- ja, stark eingeschränkt.....  1
  - ja, etwas eingeschränkt.....  2
  - nein, überhaupt nicht eingeschränkt.....  3
3. mehrere Treppenabsätze steigen
- ja, stark eingeschränkt.....  1
  - ja, etwas eingeschränkt.....  2
  - nein, überhaupt nicht eingeschränkt.....  3

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

4. Ich habe weniger geschafft als ich wollte
- ja.....  1
  - nein.....  2
5. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun
- ja.....  1
  - nein.....  2

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

6. Ich habe weniger geschafft als ich wollte
- ja.....  1
  - nein.....  2
7. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten
- ja.....  1
  - nein.....  2

## SF 12 Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand

---

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen vier Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?
- |                      |                       |   |
|----------------------|-----------------------|---|
| überhaupt nicht..... | <input type="radio"/> | 1 |
| ein bisschen.....    | <input type="radio"/> | 2 |
| mäßig.....           | <input type="radio"/> | 3 |
| ziemlich.....        | <input type="radio"/> | 4 |
| sehr.....            | <input type="radio"/> | 5 |

---

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

Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...

9. ... ruhig und gelassen?
- |                   |                       |   |
|-------------------|-----------------------|---|
| immer.....        | <input type="radio"/> | 1 |
| meistens.....     | <input type="radio"/> | 2 |
| ziemlich oft..... | <input type="radio"/> | 3 |
| manchmal.....     | <input type="radio"/> | 4 |
| selten.....       | <input type="radio"/> | 5 |
| nie.....          | <input type="radio"/> | 6 |

10. ... voller Energie?
- |                   |                       |   |
|-------------------|-----------------------|---|
| immer.....        | <input type="radio"/> | 1 |
| meistens.....     | <input type="radio"/> | 2 |
| ziemlich oft..... | <input type="radio"/> | 3 |
| manchmal.....     | <input type="radio"/> | 4 |
| selten.....       | <input type="radio"/> | 5 |
| nie.....          | <input type="radio"/> | 6 |

11. ... entmutigt und traurig?
- |                   |                       |   |
|-------------------|-----------------------|---|
| immer.....        | <input type="radio"/> | 1 |
| meistens.....     | <input type="radio"/> | 2 |
| ziemlich oft..... | <input type="radio"/> | 3 |
| manchmal.....     | <input type="radio"/> | 4 |
| selten.....       | <input type="radio"/> | 5 |
| nie.....          | <input type="radio"/> | 6 |

- 
12. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme *in den vergangenen 4 Wochen* Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?
- |               |                       |   |
|---------------|-----------------------|---|
| immer.....    | <input type="radio"/> | 1 |
| meistens..... | <input type="radio"/> | 2 |
| manchmal..... | <input type="radio"/> | 3 |
| selten.....   | <input type="radio"/> | 4 |
| nie.....      | <input type="radio"/> | 5 |

---

Summe: