

Evaluation des arthroskopischen Broström-Gould Verfahrens  
zur Therapie der  
chronischen Instabilität des oberen Sprunggelenkes

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Dr. med.

an der Medizinischen Fakultät  
der Universität Leipzig

eingereicht von:

Robert Bär

Geburtsdatum / Geburtsort:

18.06.1987 in Leipzig

angefertigt an / in:

Medizinische Fakultät der Universität Leipzig

Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie Universitätsklinikum Leipzig

St. Elisabeth Krankenhaus Leipzig Abteilung Chirurgie II – Unfallchirurgie und Orthopädie

Betreuer:

Prof. Dr. med. Pierre Hepp

Dr. med. Thomas Engel

Beschluss über die Verleihung des Doktorgrades vom: 19.10.2021

# Inhaltsverzeichnis

I.	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	
II.	Abkürzungsverzeichnis	
1.	Einführung	1
1.1.	Grundlagen	1
1.2.	Biomechanik	4
1.2.1	Extension/Flexion	4
1.2.2.	Adduktion/Abduktion	4
1.2.3.	Pronation/Supination	4
1.3.	Die akute Außenbandverletzung	5
1.3.1.	Diagnostik	5
1.3.2.	Behandlung	6
1.4.	Chronische Sprunggelenksinstabilität	8
1.4.1.	Formen der Instabilität	8
1.4.2.	Begleitpathologien	10
1.4.3.	Diagnostik	12
1.4.4.	Behandlung	13
1.4.4.1.	Konservative Behandlung	13
1.4.4.2.	Operative Behandlung	13
2.	Aufgabenstellung	20
3.	Material und Methoden	21
3.1.	Patientenkollektiv	21
3.1.1.	Einschlusskriterien	24
3.1.2.	Ausschlusskriterien	24
3.1.3.	Ausschlusskriterien für die statistische Auswertung	24
3.2.	Kontrollgruppe	24
3.3.	Operationsverfahren	26
3.3.1.	Operationstechnik	26
3.3.2.	Nachbehandlung	30
3.4.	Scores	31
3.4.1.	AOFAS – Hindfoot Score	31
3.4.2.	FAAM	31
3.4.3.	Karlsson&Peterson Score	31
3.5.	Nachuntersuchung	32
3.5.1.	Klinisch-funktionelle Untersuchung	32
3.5.2.	Fragebogen	33
3.5.3.	Bildgebung	33

3.6. Propriozeptive Messungen	33
3.6.1. Untersuchungsprotokoll	33
3.6.2. Festlegung der Zielgrößen	34
3.7. Datenanalyse	36
4. Ergebnisse	37
4.1. Allgemeine Operationsdaten	37
4.2. Subjektive Entwicklung und Einschätzung	38
4.3. Scores	41
4.4. Klinische Untersuchung und Beschwerden	44
4.5. Sport	45
4.6. Begleitpathologien und deren Einfluss	48
4.7. Vergleich MRT und Arthroskopie	50
4.8. Epidemiologische Faktoren und deren Einfluss	53
4.9. Propriozeptive Messungen	56
5. Diskussion	63
5.1. Überprüfung der Hypothesen	63
5.1.1. Hypothese I	63
5.1.2. Hypothese II	67
5.1.3. Hypothese III	68
5.1.4. Hypothese IV	69
5.2. Limitation	71
6. Zusammenfassung	72
III Literaturverzeichnis	74
IV Anlagen	87
The Karlsson&Peterson Scoring System	87
American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Score – Hindfoot Section	88
Foot and Ankle Ability Measure	89
Untersuchungsbogen	90
Übersicht propriozeptive Messungen I	100
Übersicht propriozeptive Messungen II	101
Übersicht propriozeptive Messungen III	102
Lebenslauf	103
Danksagung	104
V. Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit	105

## Abkürzungsverzeichnis

AGKK – Messdurchgang “Augen geschlossen, kein Kissen“

AOFAS – American Orthopaedic Foot & Ankle Society

AOKK – Messdurchgang “Augen offen, kein Kissen“

AOMK – Messdurchgang “Augen offen, mit Kissen“

ASK – Arthroskopie

BP – Bandplastik

CAI – Chronic Ankle Instability / Chronische Instabilität des oberen Sprunggelenkes

EMG – Elektromyographie

FAAM - Foot and Ankle Ability Measure

fGK – freie(r) Gelenkkörper

IER – inferior extensor retinaculum

OCL – Osteochondrale Läsionen

OCL-T – Osteochondrale Läsionen des Talus

OD – Osteochondrosis dissecans

onA – ohne nähere Angabe

OSG – Oberes Sprunggelenk

REI – Retinaculum extensorum inferius

USG – Unteres Sprunggelenk

TVO – Tibiavorderkantenosteophyt

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Oberes Sprunggelenk seitlich	Seite 2
Abbildung 2 – Oberes Sprunggelenk seitlich; Ligamentäre Strukturen	Seite 2
Abbildung 3 – VBG-Report „Return to Competition“	Seite 5
Abbildung 4 – Verletzungsklassifikation nach Valderrabano	Seite 6
Abbildung 5 – Therapiealgorithmus nach Lohrer	Seite 7
Abbildung 6 – Gehaltene Sprunggelenksaufnahme	Seite 12
Abbildung 7 – Röntgengerät Telos GA-III/E	Seite 12
Abbildung 8 – Evans – Tenodese	Seite 14
Abbildung 9 – Tenodese nach Watson-Jones	Seite 14
Abbildung 10 – Tenodese nach Elmslie / Chrisman-Snook	Seite 14
Abbildung 11 – Anatonmische Tenodese (Markgröninger Technik)	Seite 15
Abbildung 12 – Periostlappenplastik	Seite 16
Abbildung 13 – REI-Raffung	Seite 16
Abbildung 14 – Zeitraum der chronischen Beschwerden	Seite 21
Abbildung 15 – Aufschlüsselung des Patientenalters	Seite 22
Abbildung 16 – Fließschema zur Erstellung der Untersuchungsgruppen	Seite 23
Abbildung 17 - 31 – Intraoperative Aufnahmen	Seite 26 - 30
Abbildung 32 – Anterior-Drawer-Test	Seite 32
Abbildung 33 – Talar-Tilt-Test	Seite 32
Abbildung 34 – Untersuchungsaufbau der propriozeptiven Messungen	Seite 34
Abbildung 35 – Bedienoberfläche BalanceBoard	Seite 35
Abbildung 36 – Radiologisch gemessene Aufklappbarkeit	Seite 38
Abbildung 37 – Gruppierung AOFAS-Hindfoot Score	Seite 41
Abbildung 38 – Karlsson&Peterson Score prä- und postoperativ	Seite 42
Abbildung 39 – FAAM-Score prä- und postoperativ	Seite 43
Abbildung 40 – FAAM Alltags- und Sparteinschätzung prä-&postoperativ	Seite 43
Abbildung 41 – Anzahl der Begleitpathologien pro Zeitgruppe	Seite 49
Abbildung 42 – Reduktion der Wegstrecke	Seite 57
Abbildung 43 – Reduktion des DSR	Seite 58
Abbildung 44 – Reduktion des MSR	Seite 58
Abbildung 45 – Medianwerte Wegstrecke pro Gruppe	Seite 59
Abbildung 46 – Medianwerte DSR pro Gruppe	Seite 60
Abbildung 47 – Medianwerte MSR pro Gruppe	Seite 61

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Begleitpathologien in der Literatur	Seite 11
Tabelle 2 – Komplikationen in der Literatur	Seite 18
Tabelle 3 – postoperatives Outcome in der Literatur	Seite 19
Tabelle 4 – Charakterisierung der Studienpopulationen	Seite 25
Tabelle 5 – Arthroskopische Begleitbefunde	Seite 37
Tabelle 6 – Outcome Vergleich erhöhte Aufklappbarkeit mit physiologischen Werten	Seite 39
Tabelle 7 – Outcome Vergleich positiver AD-T mit negativem AD-T	Seite 39
Tabelle 8 – Outcome Vergleich subjektiv stabile mit subjektiv instabilen Patienten	Seite 40
Tabelle 9 – Subjektive Einschätzung des Gelenkes	Seite 40
Tabelle 10 – Scores prä- und postoperativ	Seite 41
Tabelle 11 – Auflistung der durchgeführten Sportarten	Seite 45
Tabelle 12 – Sportlevel „Rückkehrer“	Seite 45
Tabelle 13 – Sportlevel „Nicht“ – Rückkehrer	Seite 46
Tabelle 14 – Auflistung der Sportarten/Level	Seite 47
Tabelle 15 – Einfluss von Begleitpathologien	Seite 48
Tabelle 16 – Einfluss Anzahl der Begleitpathologien	Seite 48
Tabelle 17 – Einfluss osteochondraler Läsionen	Seite 49
Tabelle 18a&b – Vergleich MRT mit ASK-Befunden	Seiten 51 - 52
Tabelle 19 – Ergebnisse nach Altersgruppen	Seite 53
Tabelle 20 – Postoperative Entwicklung nach Altersgruppen	Seite 53
Tabelle 21 – Ergebnisse nach Geschlecht	Seite 54
Tabelle 22 – Postoperative Entwicklung nach Geschlecht	Seite 54
Tabelle 23 – Ergebnisse nach BMI	Seite 55
Tabelle 24 – Postoperative Entwicklung nach BMI	Seite 55
Tabelle 25 – Ausgleichsbewegungen	Seite 56
Tabelle 26 – Veränderung der Messwerte während der Kontrolluntersuchung	Seite 57

# 1. Einführung

Das Sprunggelenk stellt die Verbindung zwischen Unterschenkel und Fuß her. Dabei überträgt es das Gewicht und die axial wirkenden Kräfte der oberen Körperhälfte über den Talus auf Rück-, Mittel- und Vorfuß.

Die Stabilität und Funktionalität wird durch ein komplexes Zusammenspiel von Knochen, Muskeln und Kapsel-/ Bandapparat gewährleistet. Eine besondere Bedeutung hierbei kommt dem lateralen Kapsel-/ Bandapparat im Zusammenspiel mit der Peronealmuskulatur zu. Diese Strukturen weisen daher ein hohes Verletzungsrisiko auf.

Die akute Außenbandverletzung stellt eine der häufigsten Verletzungen und somit eine tägliche Herausforderung für jeden Chirurgen dar. Trotz der guten bis sehr guten Heilungsraten besteht die Gefahr der Chronifizierung bei 20-40% der Patienten.

Die konsequente Weiterentwicklung und Etablierung neuer Behandlungspfade ist daher zwingend erforderlich. Dabei muss die Anwendung frühfunktioneller Konzepte mit physiotherapeutischer Beübung zur Wiederherstellung von Stabilität und Funktionalität weiter etabliert werden, um erneute Verletzungen oder eine Chronifizierung zu vermeiden.

Bei klinisch und durch sinnvolle Bildgebung gesichertem Vorliegen einer symptomatischen chronischen Instabilität des oberen Sprunggelenkes schließt sich nach dem Ausschöpfen aller konservativer Maßnahmen eine patientenindividuelle operative Versorgung an. Hierfür existiert eine Vielzahl offener und zunehmend auch arthroskopischer Operationsverfahren.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit einer arthroskopischen Modifikation der Operationsmethode nach Broström-Gould.

## 1.1. Grundlagen

### Knöcherne Stabilisierung

Sie entsteht durch die intrinsische Stabilität der artikulierenden Flächen aller beteiligten Gelenkpartner [129].

Durch die Keilform des Talus und die Inkongruenz der artikulierenden Flächen variiert der Anteil der knöchernen Führung in Abhängigkeit der Gelenkstellung und sinkt mit zunehmender Plantarflexion [129], [140], [147], [180], [187], [193], [209], [215], [245], [247], [251], [290].

Durch die gangzyklusabhängig zunehmende Belastung steigt die Kontaktfläche und Stabilität, wobei gleichzeitig lokale Druckmaxima verhindert werden [180], [193], [255].

### Muskuläre Stabilisierung

Besondere Bedeutung kommt der Peronealmuskulatur (M. Peroneus longus & brevis) zu, welche in einer knöchernen Rinne am Malleolus lateralis verläuft, den Hauptanteil der Pronation leistet und (zusammen mit dem M. extensor digitorum longus) den wichtigsten aktiv-dynamischen und passiven Stabilisator des Gelenkes darstellt [16], [42], [52], [65], [66], [82], [102], [143], [146], [152], [174], [195], [204], [209], [275], [283], [288].

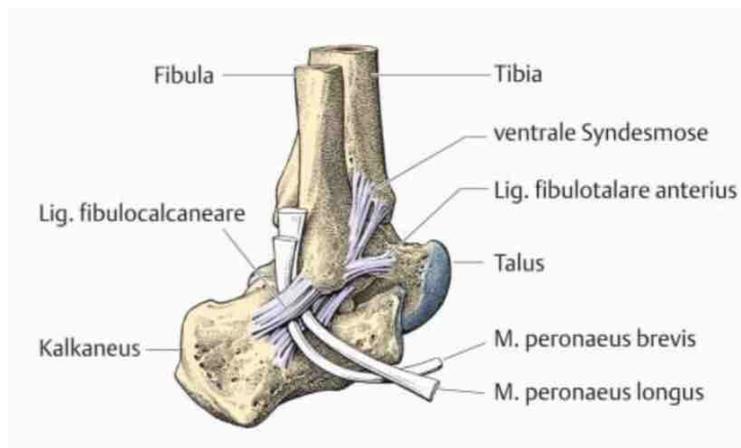


Abb. 1 – Sprunggelenk seitlich; Darstellung der engen Lagebeziehung zwischen der Peronealmuskulatur und den lateralen Kapsel-/Bandstrukturen (Niethard 2009)

### Lateraler Kapsel- / Bandapparat

Die axialen Belastungen werden durch die ligamentären Strukturen, welche aufgrund ihrer Kollagenstruktur hohe Zugkräfte tolerieren [227], in Zug- und Biegebelastungen umgewandelt [187], [209].

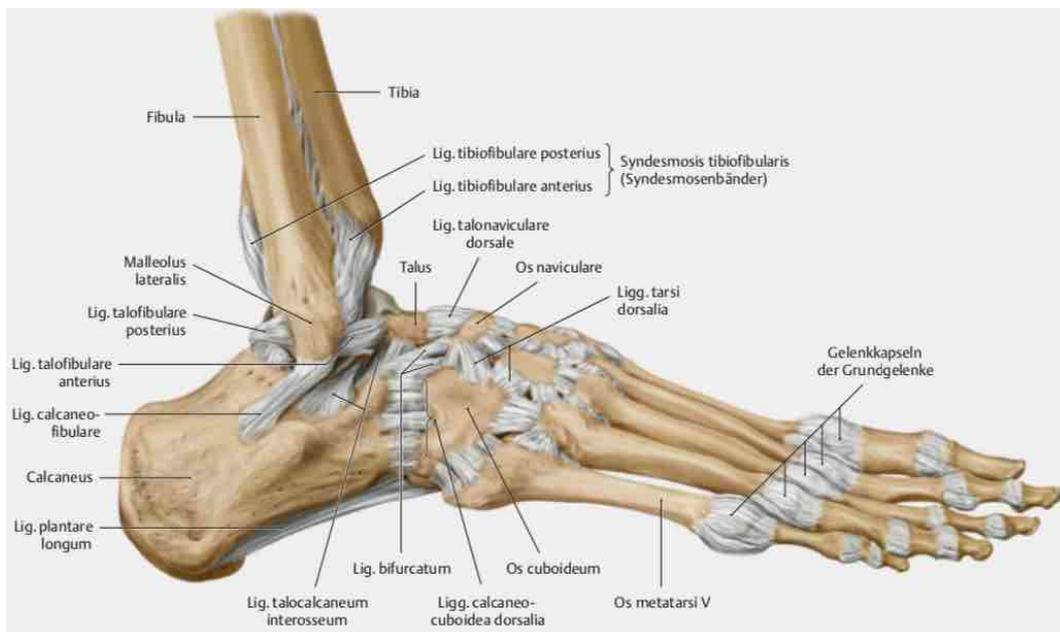


Abb. 2 – Sprunggelenk seitlich; Ligamentäre Strukturen im Bereich des OSG (Schünke 2011)

### Ligamentum Fibulotalare anterius (LFTA)

Das kurze und zugleich schwächste aller Außenbänder zieht von der Vorderkante des Malleolus lateralis nach ventral-medial wo es lateral des Collum tali und kranial des Sinus tarsi ansetzt. Es sichert den Talus gegen vermehrte Translations- und Innenrotationsbewegungen und weist wie alle drei Außenbänder eine hohe

Dichte an Rezeptoren und freien Nervenenden auf [6], [34], [37], [53], [102], [129], [140], [185], [187], [193], [209], [215], [221], [246], [251], [254], [270], [283], [289].

#### *Ligamentum Calcaneofibulare (LCF)*

Das LCF zieht vom Malleolus lateralis (nahe dem LFTA) extraartikulär nach distal-dorsal zur Facies lateralis calcanei (nahe der Trochlea peronealis) und überspannt OSG und USG. Es steht in engem Kontakt zu den peronealen Sehnenscheiden und fungiert, ähnlich dem LFTA, bewegungsabhängig als Kollateralband. Es sichert das Gelenk gegen Varusstress und limitiert die Rückfußadduktion [12], [37], [102], [129], [140], [187], [208], [209], [215], [251], [254], [270].

#### *Ligamentum fibulotalare posterius (LFTP)*

Das stärkste aller Außenbänder verläuft fast horizontal von der Fossa malleoli lateralis zum Tuberculum laterale des Processus posterior tali. Es limitiert die Extension und verhindert ein Dorsalgleiten des Talus [6], [102], [129], [140], [187], [193], [209], [251].

#### *Retinaculum Extensorum inferius (REI)*

Das REI zieht vom Calcaneus zum Malleolus medialis, stellt eine Verbindung zwischen Außenbandapparat und Subtalargelenk her und trägt zur weiteren Stabilisierung bei. Sein Kraftvektor entspricht dem des LCF [158], [254].

#### *Gelenkkapsel*

Sie umschließt die Trochlea tali und inseriert unter Aussparung der Malleolenspitzen an den Knorpel-Knochen-Grenzen der distalen Tibia- bzw. Fibulakante. Die ventral und dorsal dünne Kapsel wird durch die, in die Membrana fibrosa einstrahlenden, Ligamente stabilisiert [187], [209], [215], [251].

#### *Propriozeption*

Sie dient der Sicherstellung der funktionellen Stabilität und ist essentiell für Kinematik und Gelenkfunktion [209], [221]. Vor allem die distalen Bandanteile zeigen eine hohe Rezeptordichte, wobei neben den vorherrschenden freien Nervenenden, Vater-Pacchini- und Ruffini-Körperchen sowie Golgi-Rezeptoren nachweisbar sind [27], [185], [193], [226], [228], [229].

Die postural-motorische Kontrolle ist hierarchisch organisiert und wird durch visuelle, vestibuläre sowie propriozeptive Einflüsse, welche zentrale motorischen Programme triggern, unterstützt [21], [62]. Stabilität entsteht durch das Zusammenspiel von Rezeptoren der Haut, Muskeln, Ligamenten und Gelenkkapsel, wobei der Ausfall der Gelenkrezeptoren nicht vollständig kompensiert werden kann [123].

## **1.2. Biomechanik**

Das Sprunggelenk stellt eine funktionell geschlossene Kette dar [219], [251]. Es finden fast immer Kombinationsbewegungen statt, wobei der Bewegungsumfang durch Einbeziehung der Subtalgelenke erhöht werden kann [129], [140], [215].

### **1.2.1. Extension/Flexion**

Das Bewegungsausmaß entlang der Transversalachse beträgt 30-50° / 0° / 20-30° [102], [129], [187], [209], [251].

Zur Bewältigung des Alltags reichen 15-25° Bewegungsumfang, wobei Treppensteigen größere Umfänge erfordert [140], [193], [253] Die Transversalachse verläuft, bewegungsabhängig, von medial-proximal nach lateral-distal durch beide Malleolenspitzen [129], [140], [170], [187], [215].

### **Dorsalextension**

Der Fuß entfernt sich von der Unterschenkel längsachse. Die Bewegung wird limitiert durch den knöchernen Anschlag des Talushalses an die Tibiavorderkante, Anspannung des LFTP, LCF und der dorsalen Kapselwand sowie den Zug des M. triceps sure. Der tibio-fibulare Abstand weitet sich durch das Eintreten der breiteren ventralen Talusanteile in die Malleolengabel [129], [209], [215], [221], [224], [251].

Die zunehmende Verkeilung des Talus in der Malleolengabel erhöht die Bandspannung, verhindert Rotationsbewegungen gegen den Unterschenkel und schafft eine stabile und energetisch günstige sog. „gesperrte“ bzw. „closed packed“ Position [209].

### **Plantarflexion**

Der Fuß nähert sich der Unterschenkel längsachse, limitiert durch den Anschlag der Tuberkel des Processus posterior tali an die Tibiahinterkante, Anspannung des LFTA und der ventralen Gelenkkapsel sowie den Extensorenzug. Da der Talus aus seiner knöchernen Führung austritt, sind vermehrte Rotations- und Translationsbewegungen möglich. Die Bedeutung ligamentärer und muskulärer Stabilisatoren steigt [116], [209].

### **1.2.2. Adduktion/Abduktion**

Entlang der Longitudinalachse (Unterschenkel längsachse) ermöglicht das Zusammenspiel aus OSG & USG Abduktions- und Adduktionsbewegungen, wobei der volle Umfang beider Bewegungen nur bei gebeugtem Kniegelenk erreicht wird [129].

### **1.2.3. Pronation/Supination**

Entlang der Sagittalachse sind, analog zur Hand, Pronation und Supination im Umfang von 30° / 0° / 60° möglich [245]. Dabei beansprucht die Supination alle drei Außenbänder [53].

### 1.3. Die Akute Außenbandverletzung

Mit einer Inzidenz von einem Ereignis/10.000 Einwohner/Tag [77], [235], [274] ist die Distorsion des oberen Sprunggelenkes eine der häufigsten Verletzungen überhaupt. Dabei stellen Sportverletzungen (10 – 40% aller Verletzungen) den weitaus größten Anteil dar, gefolgt von Haushalts- und Wegeunfällen.

Klassischerweise kommt es zur übermäßigen Supination in Kombination mit Innenrotation/Adduktion und Plantarflexion, wie beispielsweise beim Treppenabsteigen oder Landen nach einem Sprung [50], [80], [109], [129], [221], [251], [270].

Das Risiko schwerer bzw. kombiniert ligamentär-knöcherne Verletzungen steigt mit zunehmender Rotationsfähigkeit des Talus (sinkende knöchernen Führung), Dauer der Krafteinwirkung und je distaler diese stattfindet [53], [129], [154].

Das LFTA ist in 85% der Fälle betroffen. Knöchernen Aus- bzw. Abrisse sind möglich, wobei diese meist am fibularen Ansatz erfolgen. Eine Verletzung des LCF findet sich in bis zu 75% der Fälle. Drei-Band Verletzungen sind seltener, treten aber in bis zu 30% der Fälle auf [70]. Isolierte Rupturen von LCF oder LFTP (unter 10%) stellen eine Ausnahme dar [80], [162], [219], [241], [251], [289].

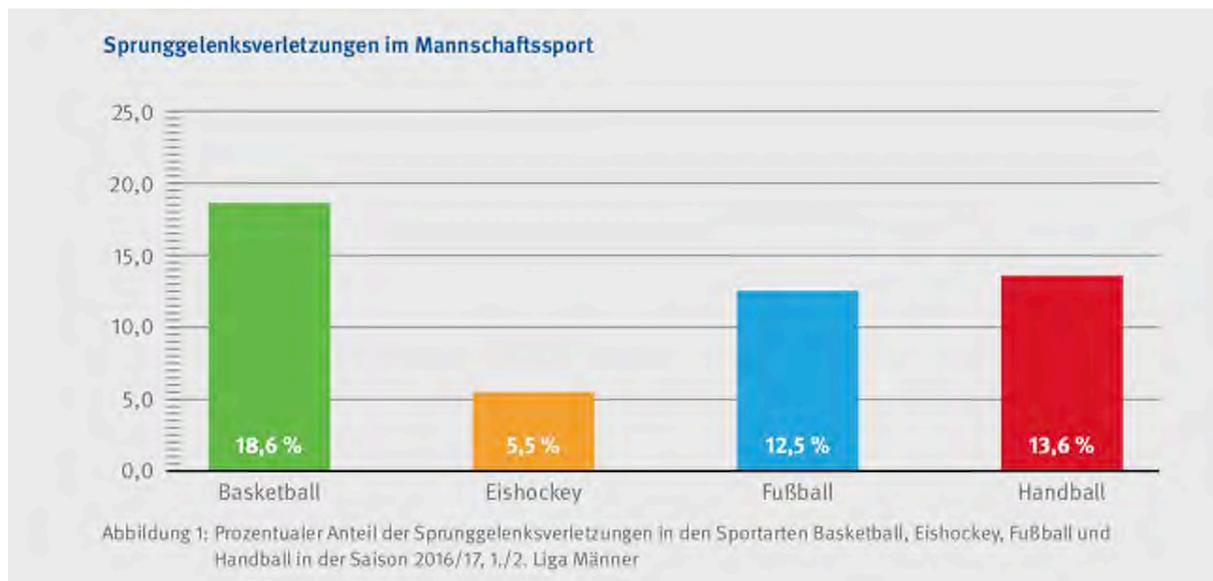


Abb. 3 - VBG- Report „Return to Competition - Testmanual zur Beurteilung der Spielfähigkeit nach akuter lateraler Bandverletzung am Sprunggelenk“

#### 1.3.1. Diagnostik

##### Klinisch-funktionelle Untersuchung

Bei teilweise erhaltener Belastbarkeit zeigen sich Schwellungen, Hämatome sowie Schmerzen und Druckschmerz im Bereich der Bandverläufe und Insertionsstellen [219], [221], [274].

Funktionstests sollten erst nach 4 – 7 Tagen erfolgen. Die Diagnosesicherheit im Intervall ist höher und das Risiko falscher Ergebnisse aufgrund von Schmerzen geringer [58], [222]. Zudem besteht die Gefahr, dass erhaltene Restfasern durch die im Rahmen der Untersuchung wirkenden Kräfte zerstört werden [65], [66].

Weiterhin ist entlang der Hellpapp'schen Supinationslinie (z.A. MT-5-Basisfrakturen) sowie der Unterschenkel und das proximale Tibiofibulargelenk (z.A. Maisonneuve-Fraktur) zu untersuchen [66], [104], [184], [222].

Gradeinteilung	LFTA	Talusvorschub	Fibuläre Insertion	LFC	Fibulotolare Aufklappbarkeit	Peroneales Sehnenfach	Medialer Bandapparat	Kartilaginäre Läsionen
Grad 1	Elongiert / partiell rupturiert	2–5 mm	Partiell oder ganz abgelöst („nackt“)	Intakt oder elongiert / partiell rupturiert	2–5 mm	Nicht einsehbar	Intakt	Selten
Grad 2	Rupturiert	>5 mm	Komplett abgelöst, Fibula frei einsehbar	Elongiert / partiell rupturiert oder rupturiert	2–5 mm	Nicht einsehbar	Intakt	Moderat
Grad 3	Rupturiert	>5 mm, subluxierend	Komplett abgelöst, Fibula frei einsehbar	Rupturiert	>5 mm	Einsehbar, oft mit Längsruptur	Intakt	Häufig
Rotationsinstabilität	Rupturiert	>5 mm, subluxierend	Komplett abgelöst, Fibula frei einsehbar	Rupturiert	>5 mm	Einsehbar	Elongiert / rupturiert	Sehr häufig

Abb. 4 – Schweregradeinteilung nach Valderrabano et. al 2007

### Bildgebung

Bei vorhandener Klinik und entsprechend der Ottawa Ankle Rules sollten Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen (a.p./„mortise view“ und seitlich) zum Ausschluss knöcherner Verletzungen erfolgen [11], [117], [219–221], [239]. Computer- sowie MR-tomographische Untersuchungen sind in der Akutdiagnostik ligamentärer Verletzungen selten notwendig [65], [239], [274]. Bei einer Beschwerdepersistenz von mehr als 8 Wochen nach initialem Trauma sollte jedoch eine MRT-Untersuchung zur weiterführenden Diagnostik erfolgen [66], [282].

### Sonderfall: Gehaltene Aufnahmen

Diese sind im Akutfall aufgrund der Gefahr der weiteren ligamentären Schädigung und des fehlenden Einfluss auf die primäre Behandlungsentscheidung nicht anzufertigen [65], [78], [239]. Es besteht das Risiko falscher negativer Ergebnisse aufgrund der geringeren Kraft im Vergleich zum realen Trauma und der erhöhten muskulären Anspannung durch die bestehenden Schmerzen [35], [99], [115], [164], [239], [244].

### Sonographie

Mittels Sonographie ist ein strahlungsfreier und nicht invasiver Nachweis indirekter (messbarer Talusvorschub bzw. Kippung) und direkter Verletzungszeichen sowie chronischer Bandläsionen mit hoher diagnostischer Sicherheit und Sensitivität möglich [58], [67], [120], [208], [222], [239], [244]. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist die Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchenden [222].

### 1.3.2. Behandlung

Schlüssige Behandlungskonzepte sind essentiell, da Vor-Verletzungen des betroffenen Sprunggelenkes einen der größten Risikofaktoren für Rezidive darstellen [109]. Dies wird umso wichtiger, da es aufgrund der Popularitätszunahme des Breitensportes und professionalisierter Sportlergruppen zu steigenden Fallzahlen kommt [158].

Akutes Supinationstrauma				Chronische Instabilität	
stabil	instabil			Krankengymnastik (funktionelle Beinachsenstabilisation)	
	Ersttrauma	Rezidiv		Funktionell instabil	funktionell stabil
		Rezidiv-Ruptur	Second-Stage Ruptur		
<i>Konservative Therapie:</i> - Sprunggelenksorthese - Stabilschuh (über 6 Wochen tragen; nachts Unterschenkel-/Fußschiene)				<i>Operative Therapie:</i> - gute Bandqualität (Riss erkennbar) -> direkte Naht / Reinsertion - Band - Kapsel - Narbe (elongiertes Material) -> Rekonstruktion / Augmentation	
				<i>Prävention beim Sport:</i> - sensomotorisches Training - Tape-Verband - Bandage - Orthese	

Abb. 5 – Möglicher Therapiealgorithmus [139]

### Konservative Therapie

Die meisten Rupturen ereignen sich intraligamentär und heilen aufgrund der geringen Dehiszenz in aller Regel ohne operative Versorgung [32], [52].

Daher herrscht ein breiter Konsens für die primär funktionelle Behandlung mit guten Ergebnissen, Wiederherstellung der mechanischen Stabilität und schneller Rückkehr zur Alltags- und Sporttauglichkeit [65], [66], [80], [134], [144], [168], [221], [222], [280], [285–287], [290]. Es empfiehlt sich die externe Stabilisierung mittels Orthese. Nach initialer Ruhigstellung (PECH-Schema) erfolgt der schmerzadaptierte Belastungsaufbau sowie die frühfunktionelle Behandlung mit Eigenreflex- und Peroneusgruppen bzw. Pronatorentraining, welches im Verlauf durch isometrisches und Koordinationstraining ohne Orthese ergänzt werden sollte [5], [26], [60], [66], [134], [174], [179], [210], [218], [289].

Additiv erfolgt die beschwerdeorientierte Verordnung Nicht-steroidaler-Antirheumatika sowie Verordnung systemisch abschwellender Arzneimittel [60], [66]. Sollte eine Vollbelastung nicht möglich sein, ist bei entsprechenden Risikofaktoren, die Verordnung eines niedermolekularen Heparines (o.ä. Wirkstoffe) zur Thromboseprophylaxe zwingend erforderlich [64], [66].

Die korrekte Diagnostik und Therapie einer Verletzung des lateralen Kapsel-/ Bandapparates stellt die beste Sekundärprävention dar [65], [77].

### Operative Therapie

Bei Einbandrupturen konnte in mehreren Studien kein signifikanter Vorteil einer primär operativen Therapie gegenüber einer primär konservativen Behandlung nachgewiesen werden [133], [210], [212], [252].

Pihlajamäki konnte in seinem Gruppenvergleich (Operation mit anschließendem Cast vs. funktionelle Nachbehandlung) keine Unterschiede bzgl. der erhobenen Scores oder der mechanischen Stabilität nachweisen. Povacz zeigte in seinen Untersuchungen das Patienten mit einer Aufklappbarkeit von unter 15° bei nicht operativer Behandlung in 75% exzellente Ergebnisse aufwiesen (OP Gruppe 65%) [214].

Neben dem allgemeinen Operationsrisiko besteht zudem eine erhöhte Tendenz zu längeren Ausfallzeiten und Gelenksteife [133], [222].

Unabhängig davon sind offene Verletzungen, ein drohendes Kompartiment sowie dislozierte osteochondrale Frakturen, das Vorliegen relevanter Begleitverletzungen und kombinierte Außen- und Innenbandrupturen (Luxatio pedis cum talo) absolute OP-Indikationen [218], [284], [285], [289].

#### **1.4. Chronische Sprunggelenksinstabilität (CAI)**

Sie wird definiert als ein über 6 Monate bestehender Symptomkomplex aus „Giving away“-Symptomen, subjektiver Instabilität und rezidivierenden Distorsionen. Die Patienten beschreiben eine zunehmende Gangunsicherheit mit Schmerzen und eine Unfähigkeit auf bekannte Aktivitätslevel zurückzukehren [30], [57], [111], [118], [182], [219], [221], [272], [290] bzw. überhaupt Sport zu treiben [158].

Trotz der guten Ergebnisse der konservativen Behandlung einer akuten Distorsion entwickeln 20-40% der Patienten eine chronische Sprunggelenksinstabilität mit Re-Verletzungsraten von bis zu 80% nach dem ersten Trauma [16], [32], [80], [269].

Bereits Partialläsionen und Ein-Band-Verletzungen beeinflussen die Gelenkinematik [40], [166], [216], [271]. Vermehrte Talusrotation und Translation in Kombination mit zunehmender Varuskippung führen im weiteren Verlauf zur anterolateralen Rotationsinstabilität [53], [65], [66], [219], [221], [289].

Aufgrund wiederholter Verletzungen kommt es zur zunehmenden Kapseldehnung mit Abnahme der Rezeptorendichte und der propriozeptiven Wahrnehmung. Dies führt zur Verzögerung der Reaktionszeit, Abnahme der muskulären Ansprechbarkeit und Kraft sowie zum Verlust der posturalen Kontrolle. All dies begünstigt wiederum erneute Verletzungen und somit die weitere Verschlechterung [66], [179], [181], [279].

##### **1.4.1. Formen der Instabilität**

Chronische Instabilitäten lassen sich in mechanische, funktionelle und kombinierte Instabilitäten einteilen [65], [274].

##### **Mechanische Instabilität**

Die mechanische Instabilität ist definiert als klinisch und radiologisch (gehaltene Aufnahmen) nachweisbare strukturell-morphologische Gelenkveränderungen wie Bandlaxizität, Kapsel-/Bandinsuffizienz oder Synovialitis mit traumatischer oder degenerativer Genese [27], [35], [119], [213], [221], [274]. Eine Kompensation durch Training und Steigerung der neuromuskulären Kontrolle ist möglich [77], [163].

##### **Funktionelle Instabilität**

Akute und chronisch-rezidivierende Verletzungen führen zu einer zunehmenden Überdehnung des Kapsel-/Bandapparates und Schädigung lokaler Rezeptoren. Die Folge sind Störungen der propriozeptiven Wahrnehmung und der afferenten Bahnen. Dies mündet in einer funktionellen Instabilität mit Störung der posturalen Kontrolle [3], [27], [35], [74], [76], [86], [87], [108], [119], [123], [145], [160], [221], [261], [266].

Dieser Zusammenhang ist nicht unumstritten[223], da auch verlängerte muskuläre Reaktionszeiten und muskuläre Defizite als Ursache einer funktionellen Instabilität diskutiert werden [145], [160], [167], [265].

### **Kombinierte Instabilitäten**

Tritt neben der mechanischen Instabilität eine funktionelle Komponente hinzu, spricht man von kombinierten Instabilitäten. Diese stellen in der Regel eine Operationsindikation dar [65].

#### **1.4.2. Begleitpathologien im Rahmen der CAI**

Die Fehlbelastungen im Rahmen einer chronischen Sprunggelenksinstabilität führen zur Verschiebung von Lokalisation und Höhe der Druckamplituden mit früh nachweisbaren morphologischen Veränderungen [187], [251].

### **Synovialitis**

Die entzündliche Veränderung der Gelenkinnenhaut kann u.a. traumatische, rheumatische oder degenerative Ursachen haben [139], [186]. Auch neoplastische Veränderungen können zur Synovialitis führen [186]. In der klinischen Untersuchung zeigen sich Schmerzen und Bewegungseinschränkungen [277]. Arthroskopisch lassen sich neben freien Gelenkkörpern auch Knorpelschäden und Osteophyten als Ursache nachweisen [277].

### **Freie Gelenkkörper**

Freie Gelenkkörper imponieren durch Einklemmungsepisoden sowie Schmerzen mit rezidivierenden Schwellungszuständen. Ursächlich für die Entstehung sind dabei traumatische oder degenerative Prozesse [277]. Ihr radiologischer Nachweis gestaltet sich aufgrund von Überlagerungseffekten schwierig, daher stellt die MRT das Diagnostikum der Wahl dar [101].

### **Osteochondrale Läsionen (OCL)**

Sie umfassen alle die Gelenkfläche und/oder den subchondralen Bereich betreffenden Läsionen, welche Einfluss auf Knochen und Knorpel haben [9]. Eine erste Einteilung der OCL erfolgte durch Berndt und Harty im Jahr 1959 [9], [22].

Insgesamt lassen sich fokale Knorpelschäden in 25 – 95% der betroffenen Gelenke nachweisen, wobei das mediale Gelenkkompartiment und der Talus häufiger betroffen sind [45], [115], [119], [122], [135], [141], [197], [202], [209], [221], [237], [240], [240], [258].

Ein Großteil dieser Läsionen weist eine Traumaanamnese auf [73]. Sie entstehen beim ursprünglichen Trauma oder als Folge einer chronischen Instabilität durch Mehr- bzw. Fehlbelastung oder als Folge erneuter Distorsionen [2], [45], [56], [72], [119], [135], [141], [150], [151], [156], [198], [258].

Die Langzeitschäden lokaler Knorpelschwächung können in degenerativen Veränderungen münden [151].

Dennoch führt nicht jeder Knorpelschaden zur Arthrose [240].

Anamnestisch berichten die Patienten von Einklemmungserscheinungen mit (zum Teil belastungsabhängigen) Schmerzen und einer allgemeinen Funktionsminderung [126].

Eine gewisse Sonderstellung nimmt die Osteochondrosis dissecans ein. Diese wird den aseptischen Knochennekrosen zugeordnet und stellt eine Untergruppe der OCL dar [9], [126]. Auch hier findet sich häufig eine Traumaanamnese als Auslöser, wobei der vollständige Entstehungsprozess noch nicht abschließend geklärt ist [39], [43], [126], [268].

### **Impingement**

Es beschreibt einen Symptomkomplex aus Schmerzen und Bewegungseinschränkungen mit belastungsinduzierten, vor allem bei endgradigen Bewegungen auftretenden, Beschwerden. Diese entstehen infolge eines mechanischen Konfliktes durch Einklemmungen knöcherner oder bindegewebiger Strukturen [23], [69], [183].

Beim Weichteilimpingement zeigen sich vor allem chronisch-entzündliche synoviale Hypertrophien, posttraumatische Vernarbungen oder Einklemmungen ligamentärer Fasern nach einer Ruptur [23], [24], [121], [183]. Als Diagnostikum der Wahl hat sich auch hier die MRT etabliert [23], [149], [183].

Ein knöchernes Impingement wird meist durch osteophytäre Anbauten (Traktionsosteophyten) verursacht. Diese bilden sich als Folge chronischer Überlastung oder repetitiver Traumata. Auch akzessorische Knochen oder fehlverheilte Frakturen können ein knöchernes Impingement verursachen [7], [24], [199].

### **Peronealsehnenverletzungen**

Die veränderten Bewegungsabläufe im Rahmen der CAI führen zu erhöhtem Stress auf die Peronealsehnen. Die Sehne des M. Peroneus brevis gerät dabei zwischen Fibula und die Sehne des M. Peroneus longus und degeneriert zunehmend [28]. Auch Verletzungen im Rahmen des initialen Ereignisses durch Luxation der Sehnen[117] sowie durch repetitive Traumata und Überanspruchung infolge einer chronischen Instabilität sind denkbar [28], [65]. Die Läsion verläuft dabei meist von der Fibulaspitze beginnend longitudinal nach proximal [15], [153].

Die Patienten beschreiben Schmerzen dorsal des Außenknöchels. In der klinischen Untersuchung findet sich eine retromalleolare Schwellung sowie ein tastbares Schnappen [28], [117]. Auch zeigen sich Schmerzen bei Eversion gegen Widerstand [138]. Nicht diagnostizierte Läsionen der Peronealsehnen können eine Ursache persistierender Beschwerden nach einer akuten OSG-Distorsion sein [117], [168].

Tab. 1 – Beispiele für Begleitpathologien in der Literatur

	Fallzahl	Art	OCL	OCL-Talus	Synovialitis	fGK	Ossikel	TVO	Impingement	Sonstiges	keine weiteren Befunde
Komenda (1999)	55	ASK, dann offen		9	38	12	14	6a		8i, 12j	4
DiGiovanni (2000)*	61	Offen		14	30	16			41	62b	
Hintermann (2002)	148	ASK, keine BP		81	47					27h, 15 g	
Rose (2003)	25	ASK, keine BP	10		21			9a	7		
Okuda (2005)	30	ASK, dann offen	19								
Schneiderbauer (2005)	281	ASK, dann offen	49 (tibial)	143	101					11o, 21p	
Ferkel (2007)	21	ASK, dann offen		4	16	5	6	4a		10i, 7j	1
Choi (2008) ***	65	ASK, dann offen		23,1 %			38,5 %	10,8%a	81,5 %	29,2%f	2
Corte-Real (2009)	28	ASK		8					14	1k	5
Hua (2010)	87	ASK, dann offen	33		75n***	7		23			
Kim (2011)	28	ASK		6	20	5		6m		2e	
Lee (2011)	28	Offen	13		28	3		4	4	2c	
Nery (2011)	38	ASK	10						3	1d	
Ventura (2012)**	88	ASK, keine BP	72		88	23	24				
Cottom (2013)	40	ASK		2	40	1		1			
Hu 2013 +	40	Offen		4	6	2	4				
	41	Offen		6	5	4	6	5l			
Vega 2013	16	ASK		2				5l	2		
Odak (2015)	100	ASK	17		63						

Anmerkungen zu Tab. 1 – Beispiele für Begleitpathologien in der Literatur

\*) Evaluation mittels Arthrotomie \*\*) ASK und Kapsel-Shrinking; keine Bandplastik

\*\*\*) Angaben im Paper bereits in Prozent +) Vergleich Knochentunnel(40) vs. Fadenanker (41)

a) ohne nähere Angaben b) Tendosynovitis (n = 47) und Peroneus-Split-Syndrom (n = 15) c) Peroneus-Split-

Syndrom d) Veränderungen des Lig. Deltoideum e) Tram Track Läsion f) Syndesmosen – Erweiterung g) Plica

h) tibiale osteochondrale Läsion i) Verwachsungen j) Chondromalazie (ohne nähere Angabe)

k) posterolaterales Impingement l) „Anterior bony Impingement“ m) „anterior spur“ n) Synovialitis und Soft-

Tissue-Impingement o) ventrale Vernarbung p) Plica synovialis

### 1.4.3. Diagnostik

#### klinisch-funktionelle Untersuchung

Neben der klassischen Anamnese findet sich in der Regel ein vermehrter Talusvorschub (positiver Anterior-Drawer Test) und ein positiver Talar-Tilt Test. Neben Stand- und Gangbild sollten eventuelle Begleitpathologien oder Veränderungen des Alignments (Fußdeformitäten, chronische muskuläre Defizite, etc.) erfasst werden. Die Überprüfung von Stabilität und Bewegungsumfängen ist immer im Seitvergleich durchzuführen [35], [113], [162], [219].

#### Bildgebung

Die konventionelle Röntgenaufnahme liefert einen Überblick. Hier finden sich beispielsweise subchondrale Sklerosierungen oder andere Arthrosezeichen als Folge der chronischen Fehlbelastung. Technisch erstellte Stressaufnahmen (beispw. TELOS „GA-III/E“ – Fa. telos Arzt- und Krankenhausbedarf GmbH) können helfen mechanische Instabilitäten reproduzierbar zu erfassen [18], [221], [241], [263], [290].

Zwipp definiert eine Taluskipfung  $> 7^\circ$  (bzw.  $> 5^\circ$  Seitendifferenz) und einen Talusvorschub von  $> 7\text{mm}$  (bzw.  $> 5\text{mm}$  im Seitendifferenz) als pathologisch [129], [290].



Abb. 6 – Gehaltene Sprunggelenksaufnahme

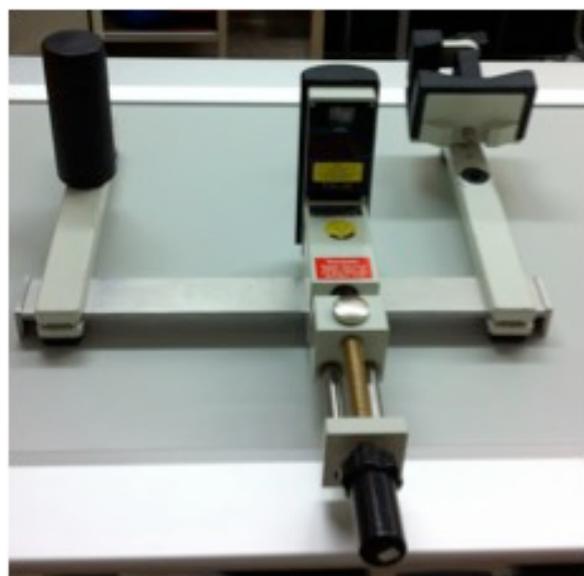


Abb. 7 – TELOS „GA-III/E“ zur Durchführung standardisierter Röntgenaufnahmen

Die komplette Diagnostik umfasst auch eine aktuelle MR-tomographische Untersuchung des betroffenen Sprunggelenkes [65].

#### **1.4.4. Behandlung**

##### **1.4.4.1. Konservative Behandlung**

Da chronische Instabilitäten ein langes symptomfreies Intervall aufweisen können [290], sollte mit der konservativ – funktionellen Behandlung analog zur akuten Distorsion begonnen werden [18], [65], [66], [172], [219], [221], [234].

##### **1.4.4.2. Operative Behandlung**

Bei persistierenden Beschwerden nach Ausschöpfen aller konservativer Maßnahmen stellt die operative Versorgung eine weitere Therapieoption dar, wobei zahlreiche Verfahren beschrieben sind [20], [65], [72], [248]. Diese unterteilen sich in die direkte Bandnaht, Bandrekonstruktion und Augmentation [65], [81].

##### **Direkte Bandnaht**

Broström beschreibt 1966 seine Technik der direkten Bandnaht bzw. transossären Refixation mit guten Ergebnissen ohne Einschränkungen der subtalaren Beweglichkeit [32], [80], [128], [182], [250], [289], [290]. Das Verfahren zeigt reproduzierbar gute bis sehr gute Ergebnisse bei geringerer Invasivität und Verzicht auf das „Opfern“ anderer Sehnen. Zudem ermöglicht es die Wiederherstellung der mechanischen und funktionellen Stabilität des OSG und der Subtalargelenke unabhängig vom funktionellen Anspruch der Patienten [16], [32], [72], [98], [106], [119], [136], [158], [166], [172].

Die reduzierte Gewebequalität bei einer chronischen Instabilität erfordert Alternativen, wie den von Hess 1991 und Paden 1994 beschriebenen Einsatz von Fadenankern [110], [182], [194], [206], [249].

Der Einsatz von Fadenankersystemen ermöglicht ein genaues Arbeiten mit geringerer OP-Dauer. Sie liefern vergleichbare Stabilitätswerte und gute postoperative Ergebnisse [19], [84], [85], [118], [164], [182], [249]. Bio- bzw. resorbierbare Ankersysteme zeigen zudem wenig Einfluss auf spätere Bildgebung und ein geringeres Migrationsrisiko [249]. Nachteilig sind höhere Kosten und das potentielle Frakturrisiko durch die Bohrung. Zudem besteht die Gefahr der intraoperativen Fehlplatzierung und des Ausreißen [118], [165], [182].

## Rekonstruktion

### *Nicht – anatomische Verfahren*

Diese Operationsmethoden umfassen, meist nach ihren Erstbeschreibern benannte, Tenodesenverfahren [47].

Man unterscheidet u.a. die Wiederherstellung bzw. Limitation der Inversion (Evans-Tenodese) [47], [68], LFTA – Rekonstruktion mit Limitation der Inversion (Tenodese nach Watson-Jones) [47], [276]

oder die Rekonstruktion von LFTA und LCF (Tenodese nach Elmslie bzw. / Chrisman&Snook) [46], [63].

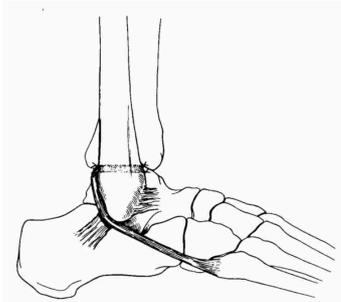


Abb. 8 – Evans Tenodese [36]  
M. peroneus brevis Span vom lateralen Malleolus zum MT-5

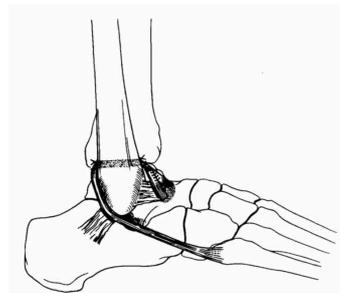


Abb. 9 – Tenodese nach Watson-Jones [36]  
M. peroneus brevis-Interponat, durch einen Knochentunnel im Talus zur lat. Fibula

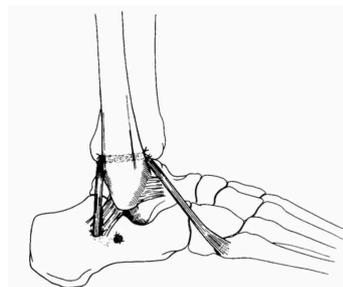


Abb. 10 – Tenodese nach Elmslie (M.peroneus brevis) bzw. Variation durch Chrisman&Snook (Fascia lata Transplantat) [36]

Viele Studien weisen darauf hin, dass der M. peroneus brevis als elementarer aktiv-dynamischer und passiver Stabilisator generell, auch als Teilspan, nicht mehr zu verwenden ist [16], [204], [275], [288].

Außerdem weisen die genannten Verfahren, trotz guter Kurzzeitergebnisse, vielfältige Nachteile auf:

- starke Eingriffe in die Gelenkinematik mit Verlust von OSG- und subtalarer Beweglichkeit [17], [47], [136], [151], [166], [196]
- hoher technisch – operativer Anspruch [136]
- höhere Invasivität, Komorbidität und Komplikationsraten [106], [166]
- messbarer Verlust der mechanischen Stabilität, u.a. aufgrund des Stabilitätsverlustes des Sehnentransplantates [150], [151]
- die Stabilität der unverletzten Ligamente wird nicht erreicht [166], [216]
- erhöhtes Risiko postoperativer degenerativer Veränderungen, u.a. durch die Überlastung der medialen Anteile, da der Talus aus der Malleolengabel gehobelt wird [150], [151]
- schlechtere Langzeitergebnisse und niedrigere postoperative Aktivitätslevel [17], [79], [80], [150], [151], [233], [248]

Aus allen genannten Gründen sind diese nicht-anatomischen Tenodesen zunehmend verlassen worden [81] und sollten generell nicht mehr zu Anwendung kommen [17], [65], [113].

#### *Anatomische -Verfahren*

Die direkte Naht setzt suffizientes Rest-Gewebe voraus [52], [79]. Bei Fehlen oder zu starker Schädigung des lokalen Gewebes, existieren, analog zur Kreuzbandchirurgie, Techniken zur Rekonstruktion mittels autologer Sehnengrafts (M. Semitendinosus, M. Gracilis) [12], [51], [79], [96], [116], [127], [131], [136], [230], [231], [248]. Hierbei erfolgt die Fixation des Sehnentransplantates, wie bereits 1978 von Wirth gefordert, an den anatomischen Insertionsstellen [17], [278]. Eine Schwächung der Peronealmuskulatur wird vermieden [51]. Zudem ist die Entnahmemorbidität gering [51], [207].

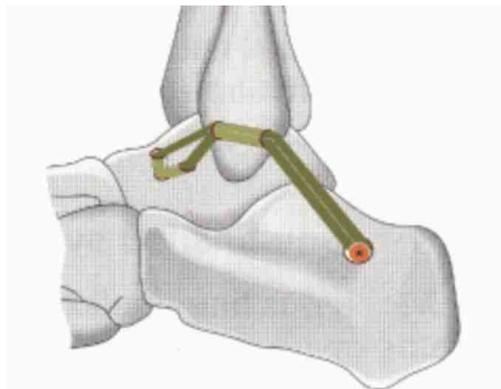


Abb. 11 – Rekonstruktion mittels Sehnengraft (Markgröninger-Technik) [Richter 2006&2012]

Diese anatomisch-rekonstruktiven Tenodesen zeigen gute postoperative Ergebnisse mit geringem Einfluss auf die Gelenkinematik und finden zunehmend Anwendung bei höhergradigen bzw. kombinierten Instabilitäten [65] und der Revisionchirurgie [79], [94], [114], [231], [248].

### Augmentation

Bei Ein-Bandverletzungen mit geringer radiologischer Aufklappbarkeit besteht bei fehlendem ligamentären Strukturen die Möglichkeit der Augmentation des lateralen Kapsel- / Bandapparates mit alternativem ortständigem Gewebe. Eine Option stellt die Periostlappenplastik dar. Diese eignet sich sowohl als zusätzliche Stabilisierung als auch zur alleinigen Augmentation [80], [219], [236], [290].

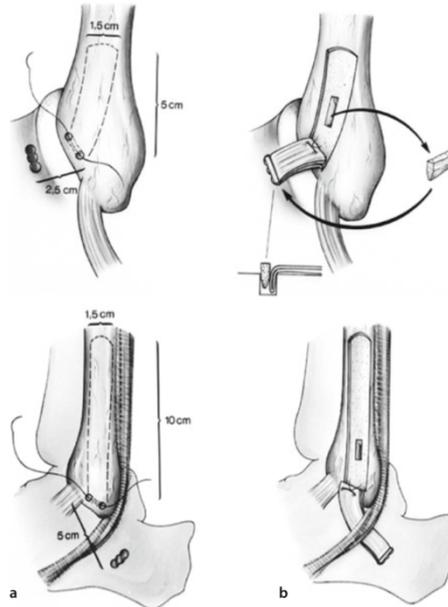


Abb. 12 – Periostlappenplastik; a) LFTA; b) LCF  
[Zwipp 1994 / Rammelt & Zwipp 2011]

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Raffung anderer lokaler Strukturen. Broström beschreibt 1966 die Verwendung des Ligamentum talocalcaneare laterale zur Stabilisierung der eigentlichen Bandplastik. Diese Methode wurde 1980 durch Gould (Raffung des Retinaculum extensorum inferius) modifiziert [10], [32], [89], [128], [182], [289], [290].

Die Raffung des REI ersetzt zudem (teilweise) den Kraftvektor des LCF. Dadurch kann, bei vergleichbarer Stabilität, auf die technisch aufwendige LCF – Rekonstruktion verzichtet werden [89], [158], [159], [182].



Abb. 13 – Schematische Darstellung der REI-Raffung

Neuere Untersuchungen befassen sich mit dem „Internal Bracing“ mittels Suture Tapes [169], [248], [267].

Grenzen der Augmentation zeigen sich bei (starkem) Übergewicht, kombinierten Instabilitäten, Revisionsoperationen im Rahmen von Rerupturen sowie bei Hochleistungssportlern und genereller Bandlaxizität oder Fußdeformitäten [93], [94], [97], [119], [270].

Während die meisten dieser Verfahren die Domäne der offenen Chirurgie sind, haben sich in den letzten Jahren zunehmend arthroskopische Verfahren etabliert.

So erreichte die Gruppe um Galla mit ihrem arthroskopischen Operationsverfahren bei 17 Patienten postoperativ einen AOFAS-Score von 92,6 und einen Karlsson-Score von 86,2 Punkten [79].

Die Arthroskopie stellt ein komplikationsarmes und hochsensitives Verfahren zur Diagnostik und Therapie bei lateralen Kapsel- Bandinstabilitäten und deren potentieller Begleitläsionen, auch bei unauffälliger Bildgebung, dar [13], [29], [61], [72], [80], [92], [115], [122], [124], [136], [141], [151], [201], [203], [239], [242], [243], [258].

Eine diagnostische Arthroskopie im Vorfeld der eigentlichen Bandplastik (insbesondere bei offenen OP-Methoden) wird daher empfohlen [4], [72], [115], [135], [136], [172], [198], [221], [238], [269].

Tab. 2– Beispiele für postoperative Komplikationen in der Literatur

	OP	Fallzahl	Infektion	Verlängerte Wundheilung	Revisions- eingriffe	Nerven- irritation	postop. Schmerzen	Narben- probleme	erneute Distorsion+	Thrombose
Barber (1990)++	ASK, keine BP	53	3			3***				
Komenda (1999)	ASK, dann offen	55			-		-	2	4	
Messer (2000)	Offen	22	1			1***				
Krips (2001)	Offen	25	1		2	1				
Corte-Real (2009)	ASK	28		3		3			2	
Kim (2011)	ASK	28	1						2	
Galla (2011)	ASK	17								
Cottom (2013)	ASK	40				1				1
Maffulli (2013)	ASK, dann offen	38	1			3				
Odak (2015)	ASK	100			2		8*/**			

\* CRPS (n=1)

\*\* intraoperative Befunde u.a. kombinierte OCL&Synovialitis(n=2) und Synoviaaffektion (n=3)

\*\*\* keine vollständige Rückbildung

+ sofern erhoben

++ Synoviale Fistel (n=2), CRPS (n=1)

Tab.3 – Beispiele für postoperatives Outcome in der Literatur

	Fallzahl	Art	Follow-Up	Alter	Karlsson präoperativ	Karlsson postoperativ	AOFAS Präoperativ	AOFAS postoperativ
Messer (2000)	22	Offen	34,5 Monate	27,2 (15 - 44)		88,2 (65 - 100)		
Krips (2001)	25	Offen	12,3 Jahre (2,8)	21,6		91 (10,1)		
Krips (2002)	41	Offen	5,4 Jahre (+/- 1,8)	26 (+/- 5,2)		91 (+/- 5,9)		
Bell (2006)	23	Offen	26,3 Jahre (24,6 - 27,9)					
Ferkel (2007)	21	ASK, dann offen	60 Monate (27 - 90)	28 (13 - 61)				97,1
Choi (2008)	65	ASK, dann offen	28,7 Monate (12-67)	27 (15 - 57)	53 (+/- 14,63)	85,21 (+/-11,97)		
Corte-Real (2009)	28	ASK	27,5 Monate (6-48)	33,3 (15 - 54)				85,3 (65 - 100)
Li (2009)		Offen	6 Monate 12 Monate 24 Monate			90 (+/- 6,4) 92 (+/- 5,2) 95 (+/- 3,1)		
Hua (2010)	81	ASK, dann offen	29 Monate (12 - 47)	-			46,6 (+/- 8,1)	86,5 (+/- 7,6)
Galla (2011)	17	ASK	12,5 (6-25) Monate	32,3 (15-58)		86,2 (42-100)		92,6 (61-100)
Kim (2011)	28	ASK	15,9 Monate (13-25)				60,78 (+/-16,38)	92,48 (+/- 6,14)
Lee (2011)	30	Offen	10,6 Jahre (9,6 - 12,4)	23 (16 - 35)				90,8 (+/- 6,8; 77 - 100)
Nery (2011)	28	ASK	9,8 Jahre (5- 14)	28,8 (15 - 53)				90 (44 - 100)
Buerer (2012)	41	Offen	13-72 Monate	33,7 (18 - 60)				89 (37 - 100)
Cottom (2013)	40	ASK	12,13 Monate (6 - 21)	45,6 (15 - 83)		93,6 (82 - 100)	41,2 (23 - 64)	95,4 (84 - 100)
Hu (2013)	40	Offen	34,2 Monate (24 - 72)	34,8 (20 - 50)	57,0 (42 - 67)	94,9 (77 - 100)	64,2 (53 - 73)	97,8 (77 - 100)
	41	Offen	32,8 Monate (24 - 64)	33,3 (19 - 52)	59,9 (39 - 90)	96,4 (85 - 100)	70,3 (57 - 87)	97,4 (85 - 100)
Maffulli (2013)	38	ASK, dann offen	8,7 Jahre (5 - 13)	25,3 (18 - 41)			51 (32 - 71)	90 (67 - 100)
Vega (2013)	16	ASK	22,3 Monate (12 - 35)	29,3 (17 - 46)			67 (59 - 77)	97 (95 - 100)

## 2. Aufgabenstellung und Studienhypothesen

### *Hypothese I:*

Die arthroskopische Modifikation der Operationsmethode nach Broström-Gould stellt ein sicheres und komplikationsarmes Verfahren zur Behandlung der chronischen Sprunggelenksinstabilität dar.

### *Hypothese II:*

Durch eine chronische Instabilität entstehen Begleitpathologien, welche das operative Ergebnis beeinflussen können.

### *Hypothese III:*

Die Arthroskopie ist der Magnetresonanztomographie bei der Evaluation von Begleitpathologien überlegen.

### *Hypothese IV:*

Propriozeptive Wahrnehmung und Stabilität sind postoperativ mit der gesunden Gegenseite vergleichbar.

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Patientenkollektiv

Für die vorliegende Arbeit wurde eine Gruppe von insgesamt 31 Patienten (33 Operationen), welche im Zeitraum Januar 2008 bis September 2016 im St. Elisabeth Krankenhaus Leipzig operiert wurden, retrospektiv nachuntersucht. Die Daten der Kontrollgruppe für die propriozeptiven Messungen entstammten einer Gruppe von insgesamt 31 Personen.

Im Rahmen der Untersuchung wurde die Symptombdauer der CAI erfasst, wobei sich eine relativ homogene Zeitverteilung ergab.

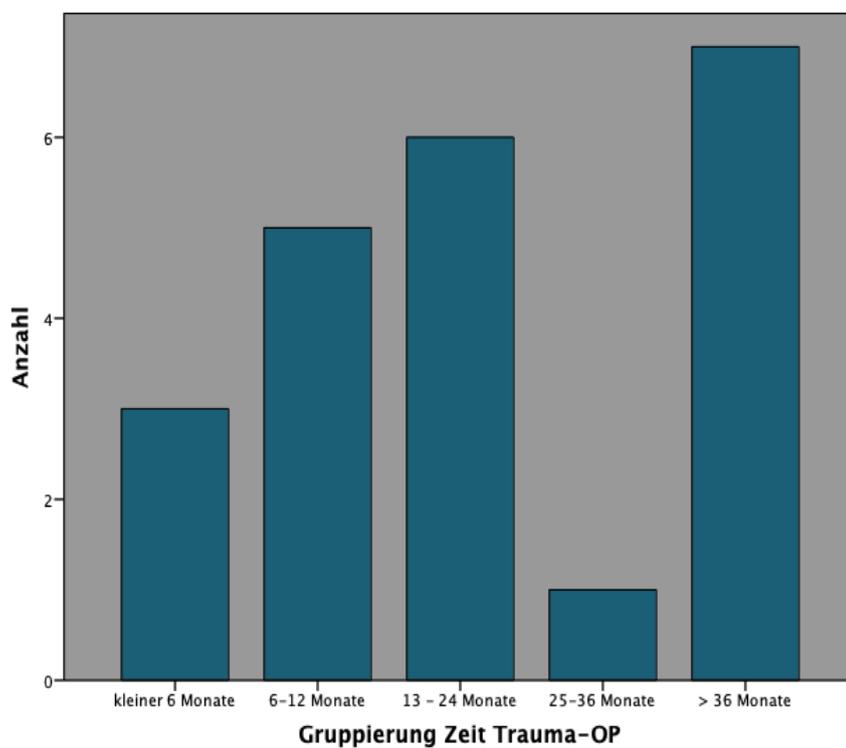


Abb. 14 – Zeitraum der chronischen Beschwerden  
(Sechs Patienten konnten keine Zeitangabe machen)

Um den Einfluss des Alters zu bestimmen wurde die Patientengruppe entsprechend des Median-Wertes (31,0 Jahre; SD 10,69 Jahre) in die Gruppen „jung“ (< 31 Jahre, n = 13; 46,4%) und „alt“ (>= 31 Jahre, n = 15; 53,6%) geteilt.

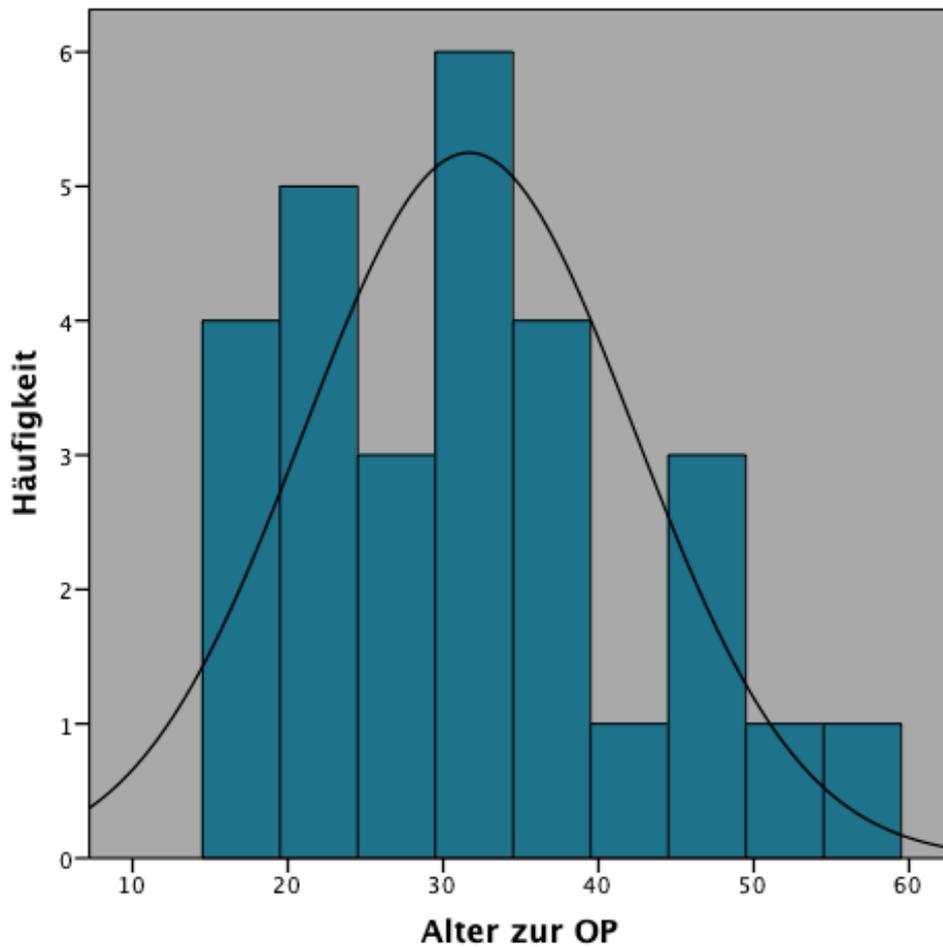


Abb. 15 – Aufschlüsselung des Patientenalters

Die Gruppe bestand aus 15 Männern und 13 Frauen.

Die mittlere Follow-Up betrug 27,64 Monate (9-78; M=23,5 Monate).

Es wurden 20 rechte und 8 linke OSG und insgesamt zwei Patienten beidseits operiert.

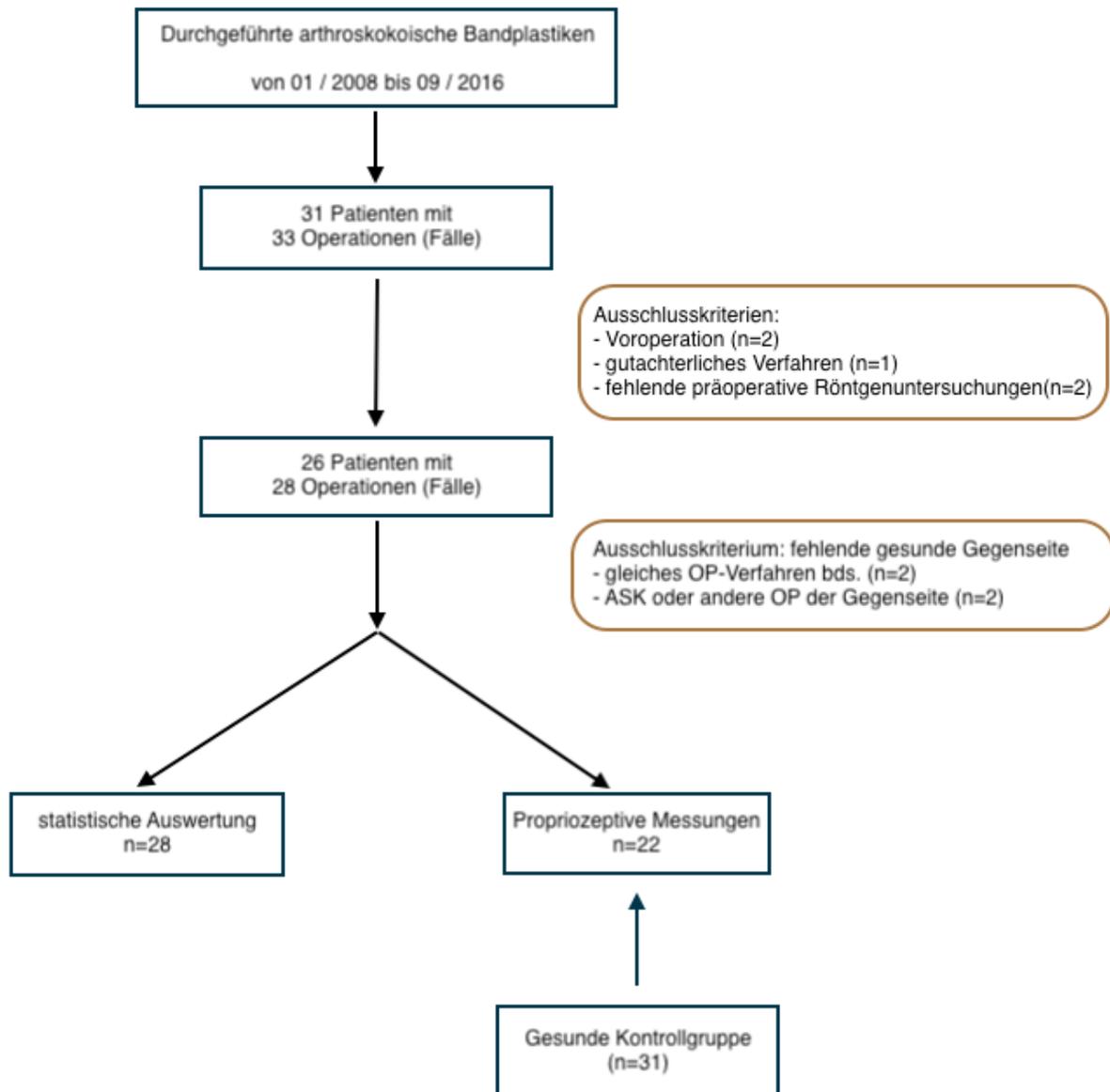


Abb. 16 – Fließschema zur Erstellung der Untersuchungsgruppen

### **3.1.1. Einschlusskriterien für die operative Versorgung**

- Versagen aller konservativer Therapiemaßnahmen
- Beschwerdedauer von mindestens 3 Monaten
- Radiologisch und klinisch nachweisbare Aufklappbarkeit
- subjektive Instabilität mit rezidivierenden Distorsionen

### **3.1.2. Ausschlusskriterien für die operative Versorgung**

- manifeste neuromuskuläre Begleiterkrankungen
- mediale Instabilität
- Revisionsoperationen bzw. bereits durchgeführte Bandplastiken am Sprunggelenk

### **3.1.3. Ausschlusskriterien für die statistische Auswertung**

Von 31 Patienten bzw. 33 auswertbaren Fällen wurden wie folgt ausgeschlossen:

- bereits erfolgte Voroperation am untersuchten OSG (n=2)
- fehlende präoperative gehaltene Röntgenuntersuchungen (n=2)
- zum Zeitpunkt der Untersuchung laufendes gutachterliches Verfahren mit Verdacht auf willentliche Aggravation bestehender Beschwerden (n=1)

Für die abschließende statistische Auswertung konnten 28 Fälle bzw. 26 Patienten eingeschlossen werden.

## **3.2. Kontrollgruppe**

Die Kontrollgruppe umfasste 31 Probanden (14 Männer und 17 Frauen) mit einem Durchschnittsalter von 28,2 Jahren. In der klinischen Untersuchung waren alle Sprunggelenke stabil ohne Anzeichen einer Instabilität.

Beide Gruppen haben eine vergleichbare Gruppengröße (28 Patienten vs. 31 Probanden).

Die Geschlechterverteilung unterscheidet sich zwischen beiden Gruppen. Die Mehrzahl der operierten Patienten waren Männer (n=15). Die Mehrzahl der Probanden in der Kontrollgruppe waren Frauen (n=17).

Unterschiede zum Patientenkollektiv zeigten sich auch bezüglich des Alters (Differenz der Mittelwerte: 3,5 Jahre), des Raucherstatus (51,9% vs. 29,0%) und BMI (Differenz der Mittelwerte 4,6 kg/m<sup>2</sup>).

Tab. 4 – Charakterisierung der Studienpopulationen

	Patienten	Kontrollgruppe
	n = 28	n = 31
<i>Alter *</i>		
Mittelwert (von - bis)	31,7 (17 - 55)	28,2 (21-40)
Median (25;75 Perzentil)	31 (23,3;37)	28,0 (27; 29)
<i>Geschlecht</i>		
Männlich	15 (53,6%)	14 (45,2%)
Weiblich	13 (46,4%)	17 (54,8%)
<i>Raucher</i>	13 (51,9%) **	9 (29,0%)
<i>BMI</i>		
Mittelwert (von - bis)	27,3 (20,2 - 43,8)	22,7 (19,4 - 28,7)
<i>Hauptbein***</i>		
Rechts	16 (64,0%) ****	17 (68%) ****
links	9 (36%) ****	8 (32%) ****
<i>Hauptbein gleich OP-Seite</i>	14 (50,0%) ***/****	entfällt
<i>bereits Distorsion erlitten</i>		
	entfällt	
nie		13 (41,9%)
rechts		10 (32,3%)
links		3 (9,7%)
beidseits		5 (16,1%)
<i>auslösende Tätigkeit</i>		
Alltag/Freizeit	10 (35,8%)	4 (22,2%) ****
Arbeit	3 (10,7%)	1 (5,6%) ****
Sport	15 (53,6%)	13 (41,9%) ****

\* Alter zum Zeitpunkt der Operation \*\* ein Patient wollte keine Angaben machen

\*\*\* keine genaue Angabe möglich (n=3) \*\*\*\* jeweils gültige Prozente

### 3.3. Operationsverfahren

#### 3.3.1. Operationstechnik

Die Operation wurde mit folgendem Instrumentarium durchgeführt:

- 1488 HD Camera System  
(Fa. Stryker, 2825 Airview Boulevard, Kalamazoo, MI 49002 USA)
- 4mm 30° Optik z.B. OLYMPUS A70941A Atrhroscope, 4mm 30 Deg, Autoclaveble (Fa. Olympus, Shinjuku Monolith, 2-3-1 Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 163-0914, Japan)
- Formula® Agressive Plus Cutter 4,0 mm x 125 mm - Shaver  
(Fa. Stryker, 2825 Airview Boulevard, Kalamazoo, MI 49002 USA)
- Formula® Standard 12-Flute Round Bur 4,0 x 125 mm - Kugelfräse  
(Fa. Stryker, 2825 Airview Boulevard, Kalamazoo, MI 49002 USA)
- Serfas Energy 90-S Suction Probe 3,5mmx135mm  
(Fa. Stryker, 2825 Airview Boulevard, Kalamazoo, MI 49002 USA)
- SutureLasso SD 25° Tight Curve right / left  
(Fa. Arthrex Inc.1370 Creekside Boulevard Naples, Florida USA )
- JuggerKnot Short Anchors 1,4 mm 1#1 Maxbraid - Blue/White with Needles (Fa. Biomet UK Limited Waterton Industrial Estate Bridgend, CF31 3XA United Kingdom) inkl. Zielhülse

In Rückenlage erfolgt, nach Anlage der Blutsperre mit 350mmHg, die Lagerung des zu operierenden Beines leicht überstehend. Auf die Nutzung eines elektrischen Beinhalters sowie manuellen oder elektrischen Distraktionsgeräten wird generell verzichtet.

Im Anschluss an die Desinfektion in üblicher Art und Weise erfolgt, nach steriler Abdeckung, das Anzeichnen der anatomischen Landmarken (Fibulaspitze, Sehnen-, Nerven-, und Arterienverlauf sowie Verlauf des REI).



Abb. 17 – Anzeichnen der anatomischen Landmarken

Dem allgemeinen Standard entsprechend erfolgt zunächst die Auffüllung des Gelenkes mit ca. 10 ml steriler Natriumchlorid-Lösung. Anschließend folgt die vorsichtige Anlage des antero-medialen Zuganges sowie des antero-lateralen Zuganges.



Abb. 18 – Instillation der sterilen Kochsalzlösung



Abb. 19 – Schaffung des 2. Portals unter Sicht

Es folgt die arthroskopische Verifizierung der lateralen Instabilität sowie ein diagnostischer Rundgang zur Evaluation des Gelenkzustandes sowie Erfassung und Behandlung aller relevanter Begleitpathologien.

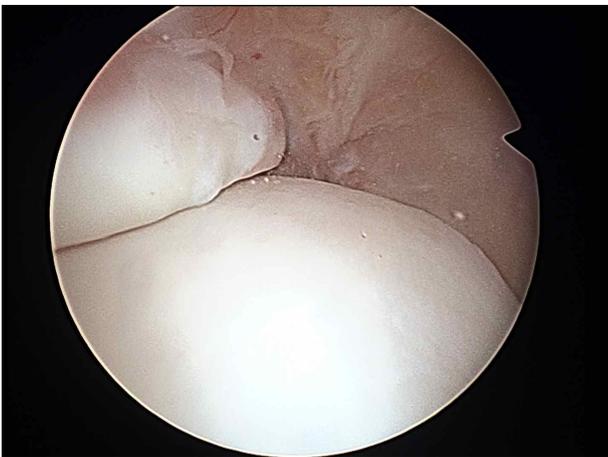


Abb. 20 – Blick ins Gelenk



Abb. 21 – Nachweis der vermehrten lateralen Aufklappbarkeit

Zunächst werden die zukünftigen Ankerstellen im Bereich der ventralen distalen Fibula frei präpariert und eventuelle Bandreste sowie überschüssiges Weichteilgewebe entfernt (Serfas bzw. Shaver). Anschließend wird der Knochen angefrischt (Kugelfräse). Der distale Anker wird zuerst platziert, beide Fäden durch das antero-laterale Portal ausgeleitet und mittels Klemme gesichert.

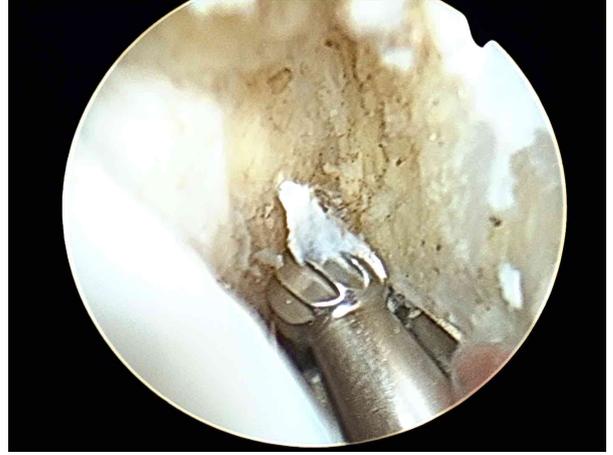
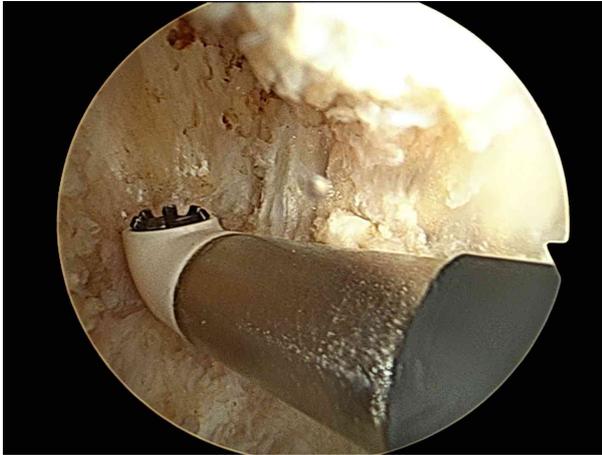


Abb. 22 - 27 – Von links oben nach rechts unten

(22) Freipräparieren der Fibulaspitze; (23) Anfrischen des Knochens;  
(24) Einbringen der Zielhülse; (25) Einbringen des JuggerKnot-Ankers; (26) Einschlagen des Ankers  
(27) Blick auf beide Fadenanker



Abb. 28 – Fassen eines Fadens und des Lassos

Nun wird durch eine zusätzliche kleine Inzision auf Höhe des REI ein Fadenlasso eingebracht. Dieses wird in Richtung des oberen Sprunggelenkes geführt und ein Faden sowie das Lasso über das antero-laterale Portal ausgeleitet. Nachdem der Faden durch das Lasso geschüttelt wurde, werden Lasso und Faden unterhalb des REI nach distal durch die Inzision ausgeleitet.



Abb. 29 – Herausziehen von Lasso und Faden distal



Abb. 30 – Ausleiten beider Fäden zunächst durch das antero-laterale Portal

Der distale Faden wird nun vom antero-lateralen Portal her unter Schonung der Weichteilstrukturen oberhalb des REI zurückgeführt und über das antero-laterale Portal ausgeleitet. Mit dem 2. Fadenanker wird analog verfahren.

Abschließend werden beide Fäden paarweise mittels Knotenschieber verknotet und das REI an die ventrale distale Fibula gerafft.

Nach Entfernung aller Instrumente erfolgt der Verschluss der Portale und der Inzision in Donati-Technik mit nicht-resorbierbarem Fadenmaterial. Der Fadenzug erfolgt ab dem 10. postoperativen Tag.

Nach Verbandanlage und elastischer Wicklung wird noch im OP eine Cast-Longuette angelegt. Der Cast wird dabei in leichter Pronation und Dorsalextension bei angedeuteter Nachahmung des Fußgewölbes angepasst.



Abb. 31 – Nach Aushärtung des Cast-Verbandes erfolgt die Lagerung in einer Braunschen Schiene

Nach Stabilisierung der Wundverhältnisse erfolgt die Anpassung eines AirCast-Walkers sowie die physiotherapeutische Beübung und Mobilisation unter Teilbelastung.

### **1.5.2. Nachbehandlung**

Der angepasste AirCast-Walker war für insgesamt 6 Wochen postoperativ konsequent unter Teilbelastung von maximal 10 Kilogramm zu tragen. Zur Nacht bestand die Möglichkeit die angepasste Cast-Longuette zu nutzen. Die Nachbehandlung umfasste drei Phasen.

Phase I (1. Woche): Konsolidierung der Wundverhältnisse und Schmerzreduktion.

Phase II (2. – 6. Woche): Verbesserung der Beweglichkeit bei immer noch bestehender Teilbelastung

Phase III (7. – 12. Woche): Abtrainieren aller Hilfsmittel, Belastungs- (bis zur Vollbelastung) und Bewegungsaufbau (FROM) sowie Wiedererlangen der Alltagstauglichkeit. Der Beginn einer ambulanten Komplexbehandlung bzw. Rehabilitation war prinzipiell möglich.

Eine Rückkehr zum alten Trainingsniveau bzw. der Beginn von Ball- und Kontaktsportarten sollte nicht vor dem 6. Monat erfolgen und immer unter Beachtung gelenkschonender Abläufe stattfinden.

### **3.4. Scores**

Scores dienen der Untersuchung und Erfassung des Gesundheitszustandes von Patienten.

Man unterteilt in Allgemein, Krankheits- oder (körper-)regionsspezifische Untersuchungen bzw. subjektive Patienten- oder objektive Untersucherberichte [71], [177]. Bei allen Vor- und Nachteilen einzelner Untersuchungen, bildet jedoch kein Score alle Kriterien vollständig ab [38], [175].

In der vorliegenden Untersuchung wurde diesem Umstand Rechnung getragen und verschiedene Scoring-Systeme mit einer klinisch-funktionellen Untersuchung und der Auswertung vorliegender radiologischer und propriozeptiver Daten kombiniert.

#### **3.4.1. AOFAS Hindfoot Score**

Er wurde 1994 von der American Orthopaedic Foot and Ankle Society entwickelt, um ein Instrument zu schaffen, welches verschiedene Therapiekonzepte vergleichbar machen sollte [71], [137].

Der Score umfasst 9 Unterpunkte, von denen vier subjektiv vom Patienten berichtet und fünf objektiv vom Untersucher erfasst werden. Der Maximalwert beträgt 100 Punkte [38], [137].

Er findet weltweit Anwendung und wurde auch für den deutschen Sprachraum adaptiert [148]. Dennoch weist er verschiedene Einschränkungen auf (z.B. fehlende Validität, geringer Einfluss der subjektiven Zufriedenheit, hohe Gewichtung des Items "Schmerz", Nichtberücksichtigung der funktionellen Stabilität, geringe Auswahl innerhalb der untersuchten Items) [31], [49], [173], [232].

#### **3.4.2. FAAM - Foot and Ankle Ability Measure**

Er wurde 2005 von Martin als regionsspezifischer Test für Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen der unteren Extremität entwickelt [176], [177]. Er besteht aus 21 Alltagsfragen (max. 84 Punkte) und acht sportspezifischen Fragen (max. 32 Punkte) mit jeweils abschließender subjektiver Allgemeineinschätzung. Maximal sind 116 Punkte zu erreichen, was dem bestmöglichen Ergebnis entspricht [38], [176]. Er wird für Patienten mit CAI angewandt und wurde von Nauck 2009 ins Deutsche übersetzt und validiert [41], [190].

#### **3.4.3. Karlsson & Peterson Scoring System**

Dieses Scoring-System ist ein 1991 von den Namensgebern entwickeltes und weit verbreitetes Untersuchungsverfahren [130], [273]. Es umfasst 8 Items (max. 100 Punkte), bewertet subjektive Beschwerden sowie funktionelle Aspekte und wurde u.a. zur Evaluation der Gelenkfunktion nach erfolgter Operation bei CAI entwickelt [130].

### 3.5. Nachuntersuchung

#### 3.5.1. Klinisch-funktionelle Untersuchung

##### Anterior – Drawer Test (Schubladen Test)

Analog zum Kniegelenk wird eine verstärkte ventrale Gleitbewegung als „Vordere Schublade“ bezeichnet und kann klinisch und radiologisch verifiziert werden [102], [129].

Bei fixiertem Unterschenkel wird der Calcaneus bei 15° gestreckten Fuß ohne großen Krafteinsatz nach ventral gezogen [36], [53], [58], [262], [281]. Ein Vorschub von > 5mm ist hinweisend auf eine Bandruptur [36], [290].



Abb. 32 – Anterior Drawer Test (Wurm et al, 2016)

##### Talar – Tilt Test

Bei fixiertem Unterschenkel wird eine Supinations- bzw. Inversionsbewegung durchgeführt. Dabei ist auf Schmerzen in der Region des LCF bzw. LTFA und auf eine vermehrte Aufklappbarkeit zu achten [36], [281].



Abb. 33 – Talar-Tilt bzw. Inversionsstresstest (Wurm et al., 2016)

Beide Untersuchungen erhöhen kombiniert die Aussagekraft und sollten immer im Vergleich zur gesunden Gegenseite erfolgen [36].

### **3.5.2. Fragebogen**

Für die vorliegende Untersuchung wurde ein eigener Fragebogen erarbeitet. Dieser umfasste neben allgemeinen epidemiologischen Daten Fragen zur Verletzungshistorie, die gezielte Anamnese bzgl. des Erstereignisses (soweit erinnerlich) und Folgeverletzungen. Zudem wurden die Items der o.g. Scores eingefügt.

### **3.5.3. Bildgebung**

Für die vorliegende Arbeit wurden bereits vorliegende konventionelle (seitlich, a.p./Mortise view) und gehaltene Aufnahmen (15 kp, TELOS „GA-III/E“ – Fa. telos) ausgewertet.

Für die Auswertung der lateralen Aufklappbarkeit wurden jeweils drei Ausmessungen durchgeführt und anschließend der Mittelwert gebildet und ausgewertet.

Alle vorliegenden MRT-Untersuchungen wurden durch den Autor und einen der Betreuer (T.E.) selbst ausgewertet.

## **3.6. Propriozeptive Messungen**

In der Literatur finden sich zur Prüfung der Propriozeption bzw. funktionellen Stabilität vielfältige Untersuchungsmethoden. So wurden Falltürmechanismen und EMG-Messungen [145], [167], Einbeinstand und Pacour Untersuchungen [123] verwendet. Black oder Lentell nutzten die Wiedergabe von passiv vorgegebenen Gelenkstellungen [25], [160]. Auch Plattformsysteme (z.B. Biodex Balance System) kamen zur Anwendung [95], [225].

Für die vorliegende Arbeit wurde das MediBalance Pro der Firma MediTech Electronic GmbH verwendet.

Von 26 Patienten waren vier beidseits operiert. Um einen Vergleich von gesunder zu operierter Seite zu ermöglichen wurden diese ausgeschlossen.

### **3.6.1. Untersuchungsprotokoll**

Es wurde ein eigenes Ablaufschema erstellt. Alle Messungen wurden dreimal durchgeführt und anschließend Mittelwerte gebildet. Ein Messdurchgang dauerte jeweils 15 Sekunden.

Die Untersuchungen erfolgten nacheinander für beide Seiten. Die drei Durchgänge wurden gestaffelt in den Ablauf der Untersuchung integriert, um eine Überlastung zu vermeiden.

Die Patienten wurden aufgefordert sich ohne Schuhe einbeinig mit leicht angewinkelter Knie auf die Plattform zu stellen. Das nicht untersuchte Bein sollte leicht angewinkelt werden und die Arme vor der Brust verschränkt.

Den Patienten wurde während der einzelnen Durchläufe kein Feedback über ihre persönliche Leistung gegeben und die gesamte Untersuchung in einer ruhigen Umgebung ohne äußere auditive Einflüsse durchgeführt.

Es wurden drei Messanordnungen untersucht:

1. Augen offen, kein Kissen:

Dem Alltag entsprechende Anordnung. Optische und haptische Orientierung waren gegeben.

2. Augen geschlossen, kein Kissen:

Mit Messbeginn sollten die Patienten beide Augen verschließen. Die haptische Rückkopplung blieb erhalten.

3. Augen offen, mit Kissen

Die haptische/taktile Rückkopplung wurde durch die Unterlage eines Schaumstoffkissens gesenkt. Die visuelle Orientierung blieb erhalten.

Das Set-Up umfasste neben der eigentlichen Untersuchungsplattform eine Gehbank, welche der Sicherheit diene.



Abb. 34 – Untersuchungsaufbau zur Durchführung der propriozeptiven Messungen

### 3.6.2. Festlegung der Zielgrößen

Stabilität ist ein dynamischer Prozess. Das OSG führt fortwährend Korrekturbewegungen durch, um das Gleichgewicht stabil zu halten und Verletzungen zu vermeiden.

Wie u.a. von Engel beschrieben kommt es durch die CAI zum zunehmenden Verlust von Sensoren in ligamentären und kapsulären Strukturen. Zudem reagieren diese Rezeptoren aufgrund der Kapselüberdehnung verzögert [66].

Korrekturbewegungen erfolgen verspätet und / oder über andere sensorische Bahnen, wie die Nozizeption. Da diese Systeme langsamer leiten und Korrekturbewegungen zum Wiedererlangen der Stabilität verspätet erfolgen werden erneute Distorsionen wahrscheinlicher.

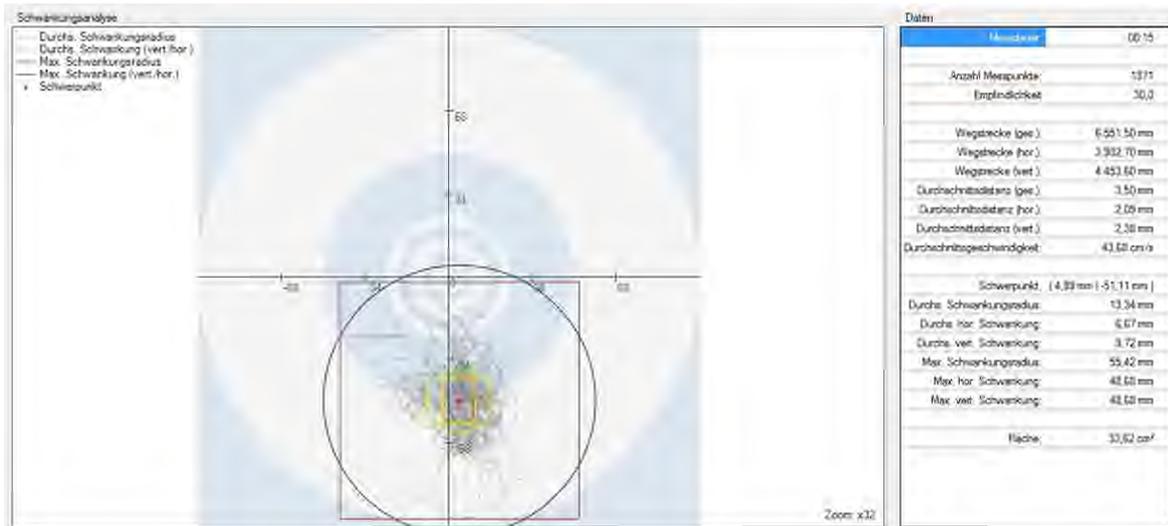


Abb. 35 – Bedienoberfläche des MediBalance Pro; Der rote Punkt entspricht dem ermittelten Ausgangspunkt

Durch die Messungen der gesunden Kontrollgruppe sollte überprüft werden, ob messbare Unterschiede zwischen linkem und rechtem Fuß existieren, um im nächsten Schritt operierte und nicht operierte Seite zu vergleichen. Abschließend sollte geklärt werden, ob sich eventuell bestehende Seitendifferenzen zwischen beiden Gruppen unterscheiden.

Wenn beide Gruppen vergleichbare Werte aufweisen, würde dies bestätigen, dass die Operation auch die propriozeptive Wahrnehmung wiederherstellt.

#### *Wegstrecke in Millimetern*

Hierbei wurde die Gesamtstrecke, welche der Fuß im Rahmen dieser kleinsten Korrekturbewegungen zurücklegt, gemessen. Sie wurde als Maß für die „Leistung“ gewertet, die erbracht werden muss, um die Stabilität aufrecht zu erhalten.

#### *Durchschnittlicher Schwankungsradius in Millimetern (DSR)*

Das BalanceBoard bestimmt zu Beginn der Messung den Standpunkt auf der Messplattform und misst von diesem ausgehend u.a. den durchschnittlichen Schwankungsradius in Millimetern. Bereits die Voruntersuchungen zeigten, dass es auch bei zusätzlicher Stabilisierung zu leichten Schwankungen kommt. Je kleiner allerdings der Radius, umso besser Stabilität und Tiefenwahrnehmung.

#### *Maximaler Schwankungsradius in Millimetern (MSR)*

Erfolgt die Korrektur nicht innerhalb des „normalen“ Schwankungsradius kommt es zur Vergrößerung des Radius bis auf seinen maximalen Wert. Positionskorrekturen erfolgen dann über zusätzliche Systeme, wie Nozizeptoren, welche allerdings später reagieren und langsamer leiten, wodurch sich der maximale Schwankungsradius wiederum vergrößert.

Daher ist der Wert des MSR größer. Analog zum DSR gilt jedoch, je kleiner der gemessene Wert, umso besser die Wahrnehmung und letztlich Stabilität.

### *Stabilisierungsbewegungen*

Das Messprotokoll sieht vor, dass keine stabilitätsgebenden Bewegungen erfolgen und der gesamte Messdurchgang in Einbeinstand und vorgegebener Position beendet werden sollte.

Dennoch waren „Stabilisierungsbewegungen“ zur Erhöhung der subjektiven Sicherheit, vor allem in den Messdurchgängen mit erhöhtem Schwierigkeitsgrad möglich:

- Absetzen des nicht untersuchten Fußes
- Festhalten an der bereitgestellten Gehbank

Sie wurden erfasst und in die Auswertung eingeschlossen. Der Untersucher stand während des gesamten Zeitraumes zur zusätzlichen Absicherung bereit.

Um den Einfluss dieser Bewegungen zu erfassen, wurde es einem Teil der Kontrollgruppe in einem Untersuchungsnebenarm erlaubt, sich durchgehend mit einer Hand an der bereitgestellten Gehbank festzuhalten.

## **3.7. Datenanalyse**

Die Auswertung der Röntgenuntersuchungen sowie MRT erfolgte mittels Vue PACS (Picture Archiving Communication System; Fa. Carestream Health Inc., 150 Verona Street Rochester, NY).

Alle erhobenen Daten wurden in extra für die vorliegende Arbeit erstellten Datenbanken in Numbers (Version 6.2.1., Fa. Apple Inc. One Apple Park Way, Cupertino, CA) und SPSS Statistics 21 (Fa. IBM, 1 New Orchard Road, Armonk, NY) erfasst und verarbeitet. Für die statistische Auswertung fanden, sofern nicht anderes angegeben, der Mann-Whitney-U-Test bzw. der Wilcoxon-Test Anwendung.

Die Texterstellung erfolgte mittels Microsoft Word (Word:mac 2008 Version 12.3.6 und Microsoft Word für Mac Version 16.35, Fa. Microsoft Corporation, One Microsoft Way Redmond, WA).

Die verwendeten Abbildungen wurden mittels Vorschau (Version 10.1, Fa. Apple Inc., One Apple Park Way, Cupertino, CA) erstellt und bearbeitet.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Allgemeine Operationsdaten

Die Operation wurde immer unter stationären Bedingungen mit einer durchschnittlichen Liegedauer von 4,2 Tagen (3-7; M= 4 Q<sub>0,25</sub>= 4 Q<sub>0,75</sub>= 5) durchgeführt.

Zur Anwendung kamen Spinal- (n=9) und Allgemeinanästhesie (n=15).

Der Großteil der Operationen (n=19) wurde mit Fadenankersystemen durchgeführt (1,4mm Juggerknot Soft Anker, Fa. Biomet). Die durchschnittliche Operationsdauer betrug 37,4 Minuten (17 – 53).

Entzündliche bzw. hypertrophe Veränderungen der Synovia (n=17) stellten die häufigste Begleitpathologie dar. Sie führten in sieben Fällen zudem zu einem nachweisbaren anterolateralen Impingement. Neben knöchernen Veränderungen (n=9) zeigten sich zudem auch osteochondrale Läsionen (n=7).

Nur zwei Gelenke waren frei von weiteren Begleitschäden.

Tab. 5 – Erfasste arthroskopische Begleitbefunde

<i>knöcherne Läsionen</i>	
Tibiavorderkanten-Osteophyt ****	6 (21,4%)
Talus-Osteophyt ****	2 (7,1%)
Ossikel	1 (3,6%)
Flakes	1 (3,6%)
<i>Ligamentäre Befunde</i>	
LFTA nicht mehr darstellbar***	4 (14,3%)
LCF Läsionen*	3 (10,7%)
2-Band-Ruptur	3 (10,7%)
Elongation Lig. Deltoideum	1 (3,6%)
<i>osteochondrale Läsionen</i>	
onA	2 (7,1%)
Osteochondrosis dissecans	5 (17,9%)
<i>Weichteilpathologien</i>	
anterolaterales Impingement	7 (25,0%)
Briden/Narbenstränge	9 (32,2%)
Synovialitis/Synoviahypertrophie**	17 (60,7%)

\* nicht/nur noch teilweise darstellbar (n=2); Elongation(n=1) \*\* reine Hypertrophie (n=1)

\*\*\* zusätzliche Befunde (Partialruptur, knöcherne Ablösung) \*\*\*\* kombiniertes Auftreten (n=1)

Alle erforderlichen Maßnahmen wurden einzeitig und im Vorfeld der eigentlichen Bandplastik durchgeführt. Dabei entfiel der Hauptteil auf die Behandlung der Weichteilpathologien im Sinne eines Debridements (n=22) sowie der Synovektomie (n=21).

In sechs Fällen wurden Osteophyten abgetragen.

Zur Behandlung der osteochondralen Läsionen erfolgten zellrekrutierende Maßnahmen: Chondropikes (n=1), Abrasionschondroplastik (n=2) und anterograde Anbohrung (n=1).

In jeweils einem Fall war die Entfernung eines Flakes sowie Entfernung eines Ganglions im Bereich der Syndesmose erforderlich. Aufgrund von pathologischen Veränderungen im Bereich der M. peroneus brevis Sehne musste in zwei Fällen eine offene Tubulierung durchgeführt werden.

## 4.2. Subjektive Entwicklung und Einschätzung

### *Mechanische Stabilität*

Die Zahl pathologisch aufklappbarer Sprunggelenke ( $> 7^\circ$  laterale Aufklappbarkeit in den gehaltenen Aufnahmen) konnte von präoperativ 22 (78,6%) auf zehn (35,7%) gesenkt werden.

Die gemessene Aufklappbarkeit konnte im Mittel von präoperativ  $9,2^\circ$  ( $5,3^\circ - 17,7^\circ$ ;  $M = 8,69^\circ$ ) auf postoperativ  $6,8^\circ$  ( $0,4^\circ - 23,1^\circ$ ;  $M = 4,75^\circ$ ) gesenkt werden ( $p = 0,006$ )

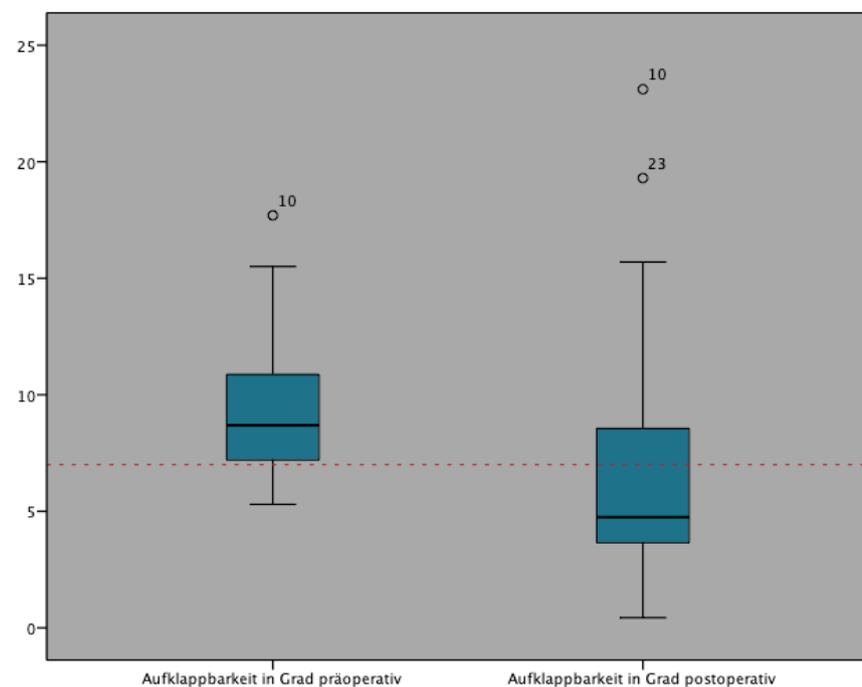


Abb. 36 – Radiologisch gemessene Aufklappbarkeit in Grad.  
Die gestrichelte Linie entspricht der Grenze von  $7^\circ$  (Zwipp 1994)

Die radiologisch nachgewiesene mechanische Stabilität wurde in 64,3% wiederhergestellt.

Es konnte gezeigt werden, dass Patienten mit anhaltend erhöhter Aufklappbarkeit keine signifikant schlechteren Ergebnisse aufwiesen.

Tab. 6 - Vergleich Outcome von Patienten mit erhöhter Aufklappbarkeit zu Patienten mit physiologischen Werten.

	AOFAS	Karlsson	FAAM	FAAM Alltag	FAAM Sport
> 7° (n = 10)	87,6	78,2	103,6	80,8	75,3
< 7° (n = 18)	92,4	87,6	107,4	88,8	83,9
Signifikanz	0,265	0,436	0,654	0,064	0,160
Gesamt (n=28)	90,7	84,6	106,1	86,0	80,8

Die klinische Stabilitätsprüfung mittels Anterior-Drawer Test zeigte sich in sechs Fällen positiv. Drei dieser Patienten zeigten auch in den gehaltenen Aufnahmen pathologische Werte (23,1° / 8,1° / 8,6°).

Diese sechs Patienten wiesen zwar keine signifikanten Unterschiede auf. Allerdings beklagten drei dieser Patienten zur Untersuchung ein persistierendes Instabilitätsgefühl.

Tab. 7 – Vergleich Outcome bei unauffälliger klinischer Stabilitätstestung (AD-T negativ) und klinisch auffälliger Stabilitätstestung (AD-T positiv)

	AOFAS	Karlsson	FAAM	FAAM Alltag	FAAM Sport
AD-T positiv (n = 6)	87,2	74,7	101,5	83,3	81,5
AD-T negativ (n = 22)	91,7	87,4	107,3	86,7	78,3
Signifikanz	0,141	0,175	0,088	0,336	0,682
Gesamt (n=28)	90,7	84,6	106,1	86,0	80,8

#### *Funktionelle Stabilität*

Als Maßstab zur Ermittlung der funktionellen Stabilität wurden Symptome wie subjektives Instabilitätsgefühl bzw. persistierendes Giving-Way Phänomen erfragt.

Präoperativ beklagten 22 Patienten ein subjektives Instabilitätsgefühl. Zum Zeitpunkt der Untersuchung lediglich fünf.

Von diesen waren nur zwei radiologisch stabil (Aufklappbarkeit kleiner 7°), die anderen drei zeigten pathologische Werte (23,1° / 8,1° / 15,7°).

Anders als bei der mechanischen Stabilität zeigten sich in den erhobenen Scores jedoch deutlichere und im Falle des Karlsson&Peterson Scores sogar signifikante Unterschiede.

Tab. 8 – Vergleich des postoperativen Outcomes von subjektiv instabilen und subjektiv stabilen Patienten

	AOFAS	Karlsson	FAAM	FAAM Alltag	FAAM Sport
subj. instabil (n = 5)	83,2	73,0	102,0	81,0	74,0
subj. stabil (n = 23)	92,4	87,2	107,0	87,0	82,3
Signifikanz	0,053	<b>0,039</b>	0,121	0,137	0,121
Gesamt (n=28)	90,7	84,6	106,1	86,0	80,8

Dennoch waren alle fünf Patienten mit dem Ergebnis der Operation zufrieden und vier beschrieben den Zustand des Sprunggelenkes zum Zeitpunkt der Untersuchung als normal.

Insgesamt waren alle Patienten mit Operation und Verlauf zufrieden. 85,7% würden die Operation erneut durchführen lassen und 85,7% der Patienten hatten Vertrauen in das Gelenk (präoperativ 7,1%).

96,3% beschrieben den Gesamtzustand des operierten Beines als verbessert im Vergleich zum präoperativ-chronischen Zustand.

Tab. 9 – Subjektive Einschätzung des betroffenen Sprunggelenkes  
(Ein Patient wollte sich zum Zustand nicht äußern)

	präoperativ	Follow-Up
schwer abnormal	9 (33,3%)	-
abnormal	14 (51,9%)	2 (7,1%)
beinahe normal	4 (14,8%)	12 (42,9%)
normal	-	14 (50,0%)

### 4.3. Scores

Tab. 10 – Ergebnisse der erfassten Scoring-Systeme prä- und postoperativ  
(Der präoperative AOFAS-Score konnte retrospektiv nicht erfasst werden.)

	präoperativ	postoperativ	Signifikanz
AOFAS Hindfoot Score	-	90,7* / M = 91,5* (Q0,25= 84,2 Q0,75= 100,0)	-
Karlsson and Peterson Scoring System for Ankle function	52,4 / M = 57,00 Q0,25= 37,5 Q0,75= 67,0)	84,6 / M = 88,5 Q0,25= 79,3 Q0,75= 97,0)	p < 0,001
Foot and Ankle Ability Measure (FAAM)	76,7 / M = 83,00 Q0,25=79,3 Q0,75=97,0)	106,1 / M = 109,5 Q0,25=100,5 Q0,75=115,0)	p < 0,001
Foot and Ankle Ability Measure - <i>Alltag</i>	56,3 / M = 57,5 Q0,25=41,3 Q0,75=65,0)	86,0 / M = 90,00 Q0,25=80,0 Q0,75=95,0)	p < 0,001
Foot and Ankle Ability Measure - <i>Sport</i>	41,8 / M = 40,00 Q0,25=26,3 Q0,75=65,0)	80,8 / M = 85,00 Q0,25=70,0 Q0,75=93,8)	p < 0,001

\* entspricht der Bewertung „excellent“

Beim AOFAS Hindfoot-Score erreichten 57,1% der Patienten im Mittel einen Wert von mindestens 90 Punkten.  
In 32% wurde der Maximalwert von 100 Punkten erreicht.

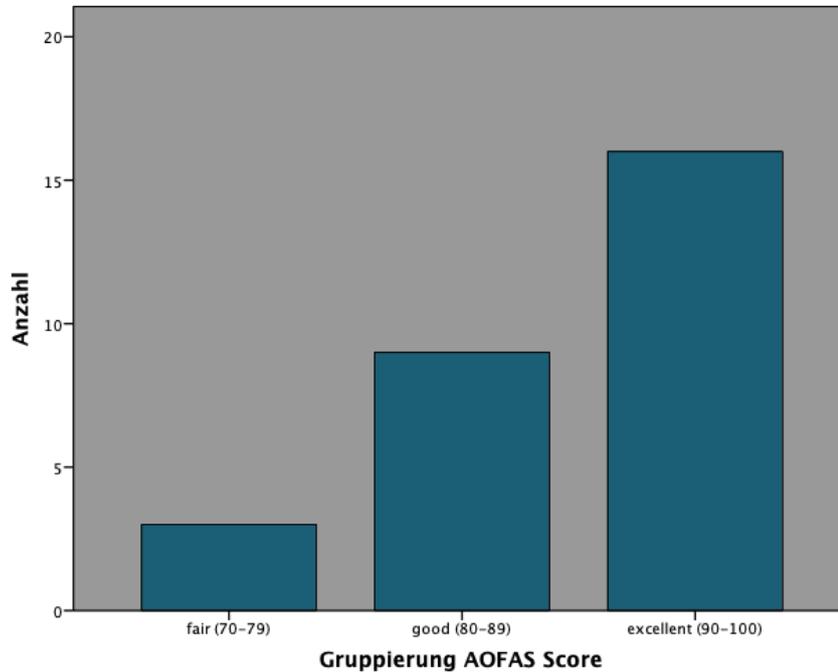


Abb. 37 – Gruppierung des postoperativen AOFAS – Hindfoot Score (max. 100 Punkte)  
poor 60-69 Punkte; fair 70-79 Punkte; good 80-89 Punkte; excellent 90-100 Punkte

Fast 90% der Patienten zeigten einen AOFAS-Score von mindestens „good“ (89,2%). In keinem Falle zeigte sich das Ergebnis „poor“.

Aufgrund des retrospektiven Designs der Untersuchung konnte kein präoperativer Wert erhoben werden.

Der Karlsson & Peterson Score konnte ebenfalls signifikant verbessert werden.

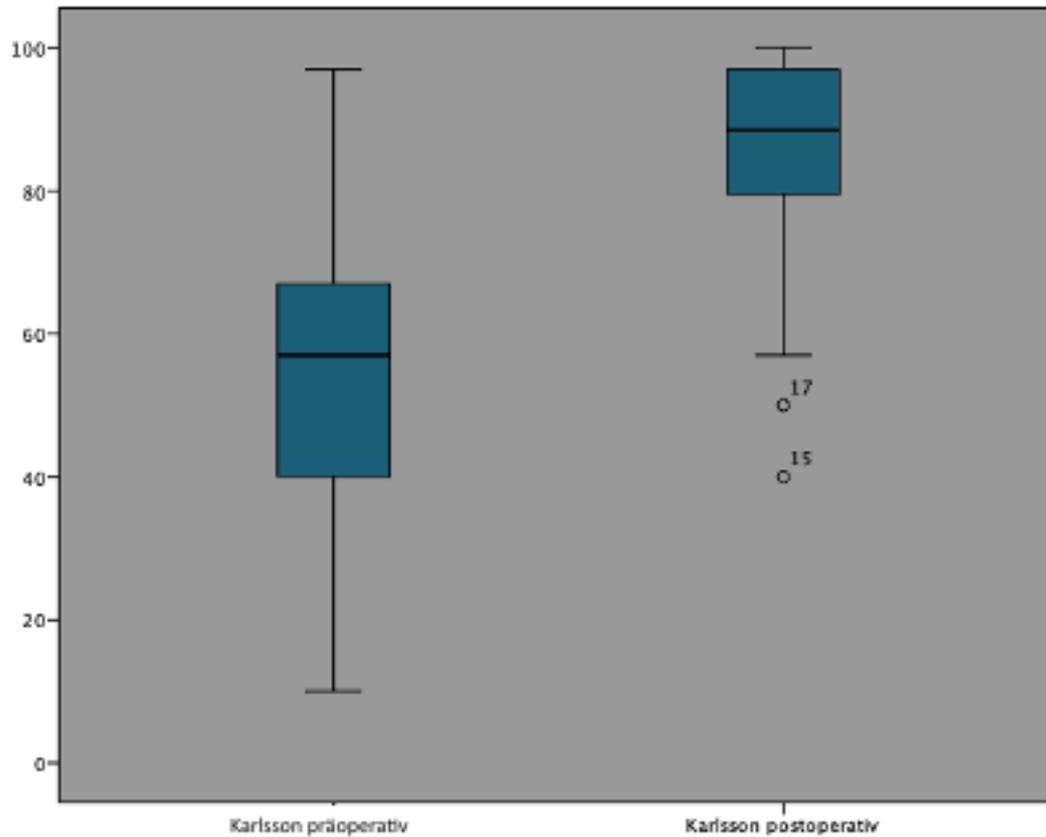


Abb. 38 – Karlsson&Peterson Score (max. 100 Punkte)

Auch der FAAM-Score, welcher den größten Umfang subjektiver Items aufweist, konnte signifikant verbessert werden.

Die, für die meisten Patienten entscheidende, Alltagsfunktion wurde deutlich verbessert und erreichte mit 85,96 Punkten (M = 90 Punkte) gute Werte. Auch das sportliche Level konnte gesteigert und vielen Patienten die Rückkehr zur sportlichen Betätigung ermöglicht werden.

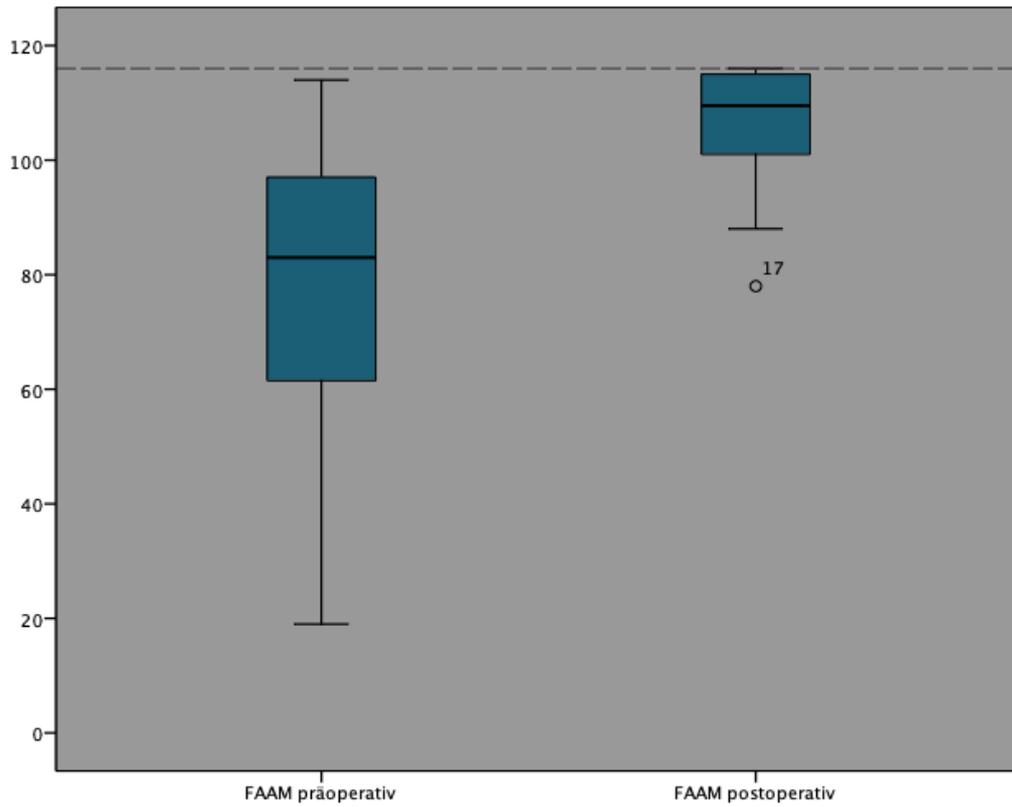


Abb. 39 – FAAM-Score (max. 116 Punkte)

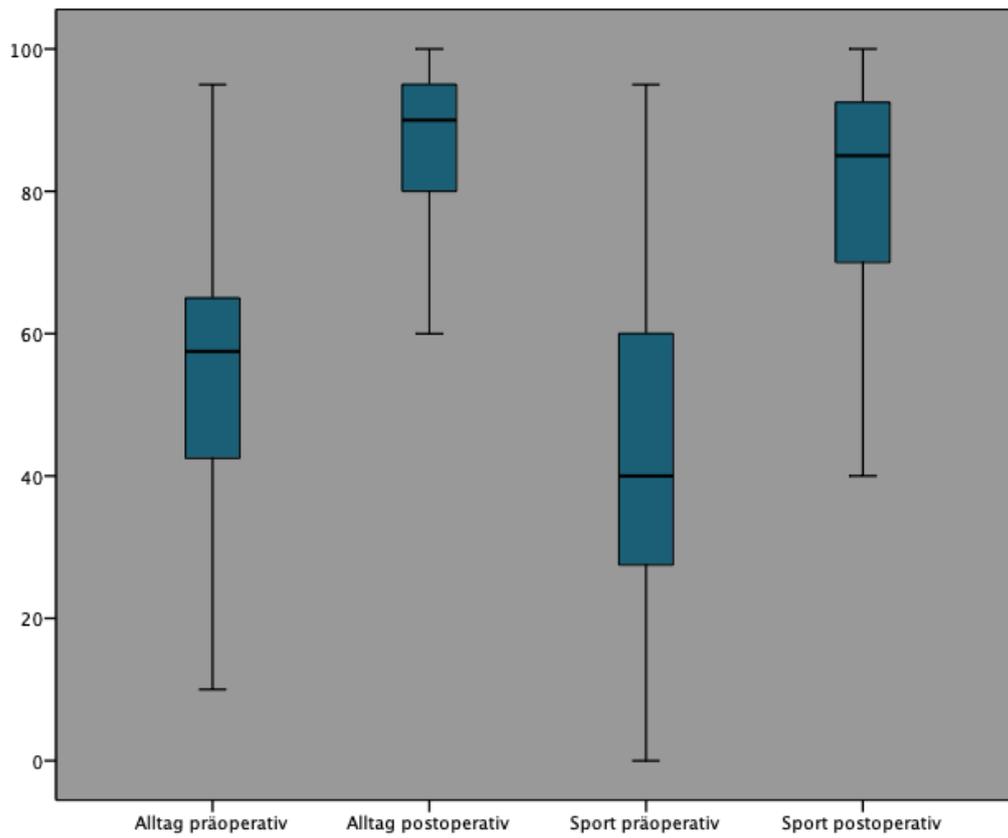


Abb. 40 – FAAM Sport und Alltagseinschätzung (max. 100 Punkte)

#### **4.4. Klinische Untersuchung und Beschwerden**

Alle Sprunggelenke waren stabil und zeigten reizlose Wundverhältnisse, bei intakter peripherer Durchblutung, Motorik und Sensibilität mit freiem Bewegungsausmaß.

Drei Patienten zeigten eine, im Seitvergleich sichtbare, Schwellung des OSG.

Zehenstand und Hocke konnten in 75% bzw. 82,1% der Fälle beschwerdefrei demonstriert werden. Drei Patienten äußerten Beschwerden im Rahmen von Belastungen und lediglich einer ein bestehendes Funktionsdefizit.

35,7% (n=10) der Patienten gaben zum Zeitpunkt der Untersuchung weiterhin Schmerzen an. Allerdings deutlich gebessert im Vergleich zur chronischen Phase und insgesamt nur selten auftretend (n=4). Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren 39,3% der Patienten absolut beschwerdefrei und keiner klagte über das erneute Auftreten rezidivierender Distorsionen.

Wenn, traten die Beschwerden im Verlauf der Peronealsehnen (n=4) und des medialen sowie lateralen Malleolus (jeweils n=4) auf.

In jeweils einem Fall wurden Fremdkörpergefühl, Laxizität ohne Instabilität sowie persistierende Parästhesien des Fußrückens beschrieben.

Unmittelbar postoperativ zeigten 71,4% (n=20) der Patienten keinerlei Beschwerden. Schmerzen(n=3), Schwellung(n=3), zeitweise bestehende Parästhesien (n=4) sowie ein Lymphödem stellten erwartbare postoperative Beschwerden dar.

In einem Fall kam es intraoperativ zu einem Ausriss des Faden-Anker-Systems (FASTak II Fadenanker mit FiberWire Stärke #2; Fa. Arthrex), sodass ein dritter Anker platziert werden musste.

In keinem Fall kam es zu postoperativen bzw. Spätinfektionen oder Wundheilungsstörungen.

Zum Follow-Up war bei keinem der Patienten eine operative Revision erforderlich.

## 4.5. Sport

In 22 Fällen war die sportliche Betätigung durch die Operation wieder möglich.

Tab. 11— Auflistung der durchgeführten Sportarten

	präoperativ	postoperativ
Fußball	10 (35,7%)	5 (17,9%)
Handball	3 (10,7%)	3 (10,7%)
Basketball	2 (7,1%)	-
Ausdauer	6 (21,4%)	11 (39,3%)
Fitness	3 (10,7%)	3 (10,7%)
kein Sport	4 (14,3%)	6 (21,4%)

Unter dem Begriff „Ausdauer“ wurden hierbei Sportarten wie Laufen, Wandern und Walking zusammengefasst. Mit „Fitness“ sind Betätigungen wie Zumba, Gerätetraining oder allgemein der Besuch eines Fitnessstudios gemeint.

Zwei der vormals aktiven Patienten gaben an postoperativ keinen Sport mehr zu betreiben.

Vier Patienten betrieben bereits präoperativ keinen Sport.

16 Patienten (57,1%) konnten zum Zeitpunkt der Untersuchung wieder die gleiche Sportart betreiben. Zudem kehrten 81,3% auf das gleiche sportliche Niveau zurück.

Tab. 12 –Vergleich Sportlevel der „Rückkehrer“

	Vor Chronifizierung	Follow-Up
Hobby	8 (50,0%)	9 (56,3%)
niedriges Amateurlevel	6 (37,5%)	5 (31,3%)
hohes Amateurlevel	-	2 (12,5%)
Leistungssport	2 (12,5%)	-

Im Falle des „Leistungssport“ handelte es sich um den gleichen Patienten, welcher allerdings aus Zeitgründen das Leistungsniveau postoperativ nicht halten konnte.

In acht Fällen war eine Rückkehr in die ursprünglich ausgeführte Sportart nicht möglich. In der Regel erfolgte der Wechsel zu weniger stoßintensiven Sportarten ohne schnelle Dreh- und Wechselbewegungen.

Tab. 13 – Vergleich Sportlevel der „Nicht-Rückkehrer“

	Vor Chronifizierung	Follow-Up
<i>Level</i>		
Hobby	4 (50,0%)	6 (75,0%)
niedriges Amateurlevel	2 (25,0%)	-
hohes Amateurlevel	2 (25,0%)	-
kein Sport	-	2 (25,0%)
<i>Sportart</i>		
Fußball	4 (50,0%)	-
Basketball	2 (25,0%)	-
Fitness	2 (25,0%)	1 (12,5%)
Ausdauer	-	5 (62,5%)
kein Sport	-	2 (25,0%)

Dennoch konnten von diesen acht Patienten sechs das sportliche Niveau auch in der „neuen“ Sportart aufrecht halten.

Tab. 14 –Auflistung der Sportarten / Level nach Patienten

Fall	Vor Chronifizierung	Level	Follow-Up	Rückkehr	Level	Differenz
1	Radfahren	Hobby	Radfahren	ja	Hobby	gleich
2	Fußball	niedriges Amateurlevel	Fußball	ja	niedriges Amateurlevel	gleich
3	Fußball	niedriges Amateurlevel	Fußball	ja	niedriges Amateurlevel	gleich
4	Fußball	niedriges Amateurlevel	Fußball	ja	niedriges Amateurlevel	gleich
5	kein Sport	-	kein Sport	-	-	-
6	kein Sport	-	kein Sport	-	-	-
7	Fußball	Hobby	kein Sport	nein	-	-
8	Walking	Hobby	Walking	ja	Hobby	gleich
9	Handball	Leistungssport	Handball	ja	hohes Amateurlevel	verschlechtert
10	Handball	Leistungssport	Handball	ja	hohes Amateurlevel	verschlechtert
11	Fußball	niedriges Amateurlevel	Fußball	ja	Hobby	verschlechtert
12	Fitness	Hobby	Fitness	ja	Hobby	gleich
13	Fußball	Hobby	Laufen	nein	Hobby	-
14	Radfahren	Hobby	Radfahren	ja	Hobby	gleich
15	Zumba	Hobby	Radfahren	nein	Hobby	-
16	Radfahren	Hobby	Radfahren	ja	Hobby	gleich
17	kein Sport	-	kein Sport	-	-	-
18	Fußball	Hobby	Kampfsport	nein	Hobby	-
19	Basketball	hohes Amateurlevel	Radfahren	nein	Hobby	-
20	Fußball	niedriges Amateurlevel	Radfahren	nein	Hobby	-
21	kein Sport	-	kein Sport	-	-	-
22	Wandern	Hobby	Wandern	ja	Hobby	gleich
23	Fußball	niedriges Amateurlevel	Fußball	ja	niedriges Amateurlevel	gleich
24	Fußball	niedriges Amateurlevel	kein Sport	nein	-	-
25	Basketball	hohes Amateurlevel	Fitness	nein	Hobby	-
26	Kampfsport	Hobby	Radfahren	nein	Hobby	-
27	Radfahren	Hobby	Radfahren	ja	Hobby	gleich
28	Handball	niedriges Amateurlevel	Handball	ja	niedriges Amateurlevel	gleich

#### 4.6. Begleitpathologien und deren Einfluss

Im Rahmen der diagnostischen Arthroskopie konnten in 89,3% Begleitpathologien festgestellt werden.

Die vorliegende Arbeit konnte den negativen Einfluss von Begleitpathologien auf das Outcome bestätigen.

Tab. 15 – Einfluss von Begleitpathologien auf das Outcome

	AOFAS	Karlsson	FAAM	FAAM Alltag	FAAM Sport
Vorhanden (n = 25)	90,2	83,5	105,2	85,7	80,3
Nicht vorhanden (n = 3)	94,3	94,0	113,0	88,3	85,0
Gesamt (n=28)	90,7	84,6	106,1	86,0	80,8

Auch zeigte sich, dass die Anzahl der Läsionen einen negativen Einfluss auf das Ergebnis hat.

So schnitten Patienten bei denen drei Begleitpathologien nachgewiesen werden konnten am schlechtesten ab.

Dennoch zeigten auch diese gute und im Vergleich zum präoperativen Zustand deutlich verbesserte Werte.

Tab. 16 –Einfluss der Anzahl von Begleitpathologien auf das Outcome

	Anzahl (%)	AOFAS	Karlsson	FAAM	FAAM Alltag	FAAM Sport
Keine	3 (10,7)	94,3	94,0	113,0	88,3	85,0
Eine	8 (28,6)	90,3	85,0	106,1	83,8	83,1
Zwei	8 (28,6)	90,8	86,3	107,4	91,3	84,4
Drei	9 (32,1)	89,9	79,8	102,6	82,4	74,2
Gesamt	28 (100)	90,7	84,6	106,1	86,0	80,8

Ein klarer zeitlicher Zusammenhang zwischen Anzahl bzw. Vorliegen von Begleitläsionen konnte nicht belegt werden.

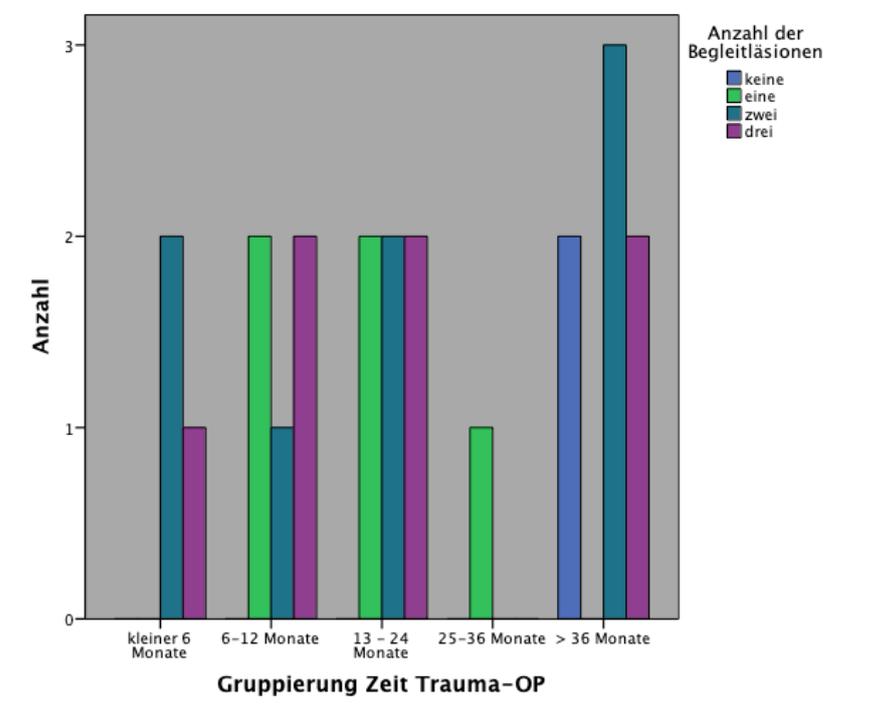


Abb. 41 – Anzahl von Begleitpathologien pro Zeitgruppe

#### Osteochondrale Läsionen (OCL)

Der negative Einfluss osteochondraler Läsionen konnte bestätigt werden. Im Mittel wiesen die sieben betroffenen Patienten schlechtere Werte auf.

Tab. 17 – Einfluss osteochondraler Läsionen auf das Outcome

	AOFAS	Karlsson	FAAM	FAAM Alltag	FAAM Sport
Vorhanden (n=7)	89,6	80,6	103,7	82,9	75,7
Nicht vorhanden (n=21)	91,1	86,0	106,9	87,0	82,5
Signifikanz	0,796	0,604	0,836	0,756	0,499
Gesamt (n=28)	90,7	84,6	106,1	86,0	80,8

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Dauer der chronischen Instabilität und dem Vorhandensein osteochondraler Läsionen konnte nicht belegt werden. In den Gruppen „36 Monate und mehr“ und „sechs Monate und weniger“ wurde je eine OCL nachgewiesen. Die meisten Läsionen fanden sich in der Gruppe „13-24 Monate“ (n=3). In zwei Fällen war das Initialereignis nicht mehr erinnerlich.

Die OCL traten nur in Kombination mit anderen Läsionen auf. Dabei zeigten sich vor allem synoviale Veränderungen (n=4) und Brieden (n=2). Diese verursachten in drei Fällen ein relevantes Weichteilimpingement. Auch Osteophyten konnten in zwei Fällen nachgewiesen werden. In einem Fall zeigte sich die Elongation des Ligamentum deltoideum.

Zu klären bleibt, ob dies Folgen oder Auslöser der osteochondralen Läsionen sind.

Soweit es den OP-Berichten zu entnehmen war, lag in den meisten Fällen mindestens eine 3° Schädigung vor (OCL 3° n=1; OCL 3-4° n=1; OCL 4° n=3; onA n=2).

Diese befanden sich zum Großteil im Bereich der lateralen Talusschulter (n=5) und zweimal medial (mediale Talusschulter und Malleolus medialis). Zwei der genannten Läsionen waren instabil. In einem Falle musste ein freier osteochondraler Flake entfernt werden.

#### **4.7. Vergleich MRT und Arthroskopie**

Zur Auswertung lagen 25 präoperative MRT-Untersuchungen (Tabelle 20a&b) vor.

In drei Fällen war eine Befund- bzw. Bildauswertung aufgrund fehlender Untersuchungen retrospektiv nicht mehr möglich.

Alle zeigten eine Ruptur des LFTA, inklusive des Verdachtes auf einen knöchernen Ausriss. In zwei Fällen wurde eine Zwei-Bandruptur (LFTA und LCF) beschrieben. Veränderungen des Ligamentum deltoideum waren in 4 Fällen zu sehen.

Als Zeichen der lokalen Reaktion zeigten sich in 11 Fällen narbige Veränderungen bzw. ein Impingement. Falls sichtbare Schädigungen des Talus vorlagen, waren diese in fünf Fällen lateral und in einem Fall medial.

In einem Falle zeigte sich eine ausgeprägte Arthrose mit Reizerguss. Ebenso wurde je ein Os subfibulare externus und ein Verdacht auf ein Sinus tarsi Syndrom gesehen.

Läsionen der Peronealsehnen zeigten sich in zwei Fällen (Peroneus-Splitsyndrom und Sehnen-Verdickung)

Tab. 18a – Vergleich MRT und ASK-Befunde (Fall 1 bis 14)

Fall	MRT	Arthroskopie
1	kein MRT	keine weitere Schädigung
2	kein MRT	Impingement OCL onA des Malleolus medialis Elongation Lig. deltoideum Elongation LCF
3	kein MRT	Synovialitis Briedenbildung
4	OCL-T (onA)	Impingement
5	OCL-T (lateral-onA)	Synovialitis OD 4° laterale Talusschulter (6x6mm)
6	OCL-T (medial) Impingement Veränderungen des Lig. deltoideum	Synovialitis OD onA medialer Talus TVO
7	Veränderungen des Lig. deltoideum Impingement Veränderungen im Bereich der Peronealsehnen	Impingement Narbenstränge
8	Impingement	LCF-Ruptur
9	Veränderungen des Lig. deltoideum	Talusosteophyt
10	OCL-T (dorsolateral-onA) Arthrose Narbige Veränderungen V.a. Ruptur der vorderen Syndesmose	OD 4° lateraler Talus (5x5mm) Impingement TVO
11	OCL-T (lateral) Impingement Narbige Veränderungen	Impingement OD 3°-4° laterale Talusschulter (5x5mm) Flake
12	keine weiteren Läsionen	keine weiteren Befunde
13	Impingement	Synovialitis
14	OCL-T (lateral)	Impingement

Tab. 18b – Vergleich MRT und ASK-Befunde (Fall 15 bis 28)

Fall	MRT	Arthroskopie
15	V.a. LCF-Ruptur	Synovialitis synoviale Hypertrophie
16	OCL-T (onA)	Synovialitis Briidenbildung
17	OCL-T (4°)	Synovialitis Briidenbildung instabile OD 4° laterale Talusschulter (1x1cm)
18	Veränderungen des Lig. deltoideum Narbige Veränderungen	Synovialitis TVO
19	keine weiteren Läsionen	TVO
20	OCL-T (lateral-onA)	Synovialitis Briidenbildung instabile OD 3° laterale Talusschulter (1x1cm)
21	keine weiteren Läsionen	Synovialitis
22	Keine weiteren Läsionen	Synovialitis Briidenbildung
23	V.a. LCF-Ruptur Veränderungen im Bereich der Peronealsehnen	Synovialitis TVO Talusosteophyt
24	Impingement	Synovialitis
25	Impingement	LCF-Ruptur Synovialitis Briidenbildung
26	Impingement	Synovialitis Briidenbildung
27	Sinus tarsi Syndrom	Impingement
28	keine weiteren Läsionen	Synovialitis Briidenbildung TVO LCF-Ruptur

## 4.8. Epidemiologische Faktoren und deren Einfluss

### Alter

Um den Einfluss des Alters zu erfassen, wurde die Patientengruppe geteilt. Die Gruppe „Jung“ (< 31,0 Jahre) bestand aus 13 Personen, die Gruppe alt ( $\geq 31,0$  Jahre) aus 15 Personen.

Bei AOFAS, Karlsson&Peterson und FAAM-Score erreichten die „jüngeren“ Patienten im Mittel zwar bessere Werte. Ein signifikanter Unterschied konnte jedoch nicht nachgewiesen werden.

Die subjektive Einschätzung von Alltags- und Sportfunktion ergab in der Gruppe „alt“ bessere Werte.

Tab. 19 – Ergebnisse aufgelistet nach Altersgruppe

	AOFAS	Karlsson& Peterson	FAAM	FAAM Alltag	FAAM Sport
Jung (n=13)	92,8	88,2	108,9	84,8	80,6
Alt (n=15)	88,9	81,6	103,6	87,0	81,0
Signifikanz	0,717	0,892	0,618	0,440	0,339
Gesamt (n=28)	90,7	84,6	106,1	86,0	80,8

Eine Rückkehr zum Sport war in beiden Gruppen mindestens für die Hälfte aller Patienten möglich.

Begleitläsionen waren in beiden Gruppen ähnlich oft vorhanden.

Drei der „jungen“ und zwei der „älteren“ Patienten beschrieben ein persistierendes Instabilitätsgefühl.

Dennoch hatten in beiden Gruppen jeweils über 80% der Patienten wieder Vertrauen in das Gelenk

Tab. 20 – Postoperative Entwicklung der Altersgruppen

	„Alt“ (n=15)	„Jung“ (n=13)
Rückkehr möglich	9 (60,0%)	7 (53,8%)
Begleitläsionen	13 (86,7%)	12 (92,3%)
OCL	3 (20,0%)	4 (30,8%)
Erneute Distorsion	11 (73,3%)	6 (46,2%)
Vertrauen ins Gelenk	13 (86,7%)	11 (84,6%)
Komplikationen	6 (40,0%)	4 (30,8%)
pers. Instabilitätsgefühl	3 (33,3%)	2 (15,4%)

### Geschlecht

In der untersuchten Patientengruppe waren die Patientinnen älter (36,69 Jahre; 18-55) als die untersuchten Patienten (27,33 Jahre, 17-36).

Bezogen auf das Geschlecht konnte dennoch bei keinem der erhobenen Scores ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

Tab. 21 – Ergebnisse aufgelistet nach Geschlecht

	AOFAS	Karlsson& Peterson	FAAM	FAAM Alltag	FAAM Sport
Männlich(n=15)	93,9	89,7	108,6	88,8	82,2
Weiblich (n=13)	87,1	78,8	103,2	82,7	79,2
Signifikanz	0,118	0,080	0,118	0,118	0,496
Gesamt (n=28)	90,7	84,6	106,1	86,0	80,8

Präoperativ wiesen 13 Männer und neun Frauen in den gehaltenen Aufnahmen eine pathologische laterale Aufklappbarkeit auf. Postoperativ nur vier Männer und sechs Frauen.

Bei allen untersuchten Männern konnten intraartikuläre BegleitleSIONen nachgewiesen werden. Dennoch war es über 50% der Männer möglich Sport zu treiben. Bei den Frauen war dies sogar in 61,5% möglich.

Vier der fünf Patienten welche ein persistierendes Instabilitätsgefühl beschrieben waren Frauen.

In beiden Gruppen hatten dennoch über 80% wieder Vertrauen in das Gelenk.

Tab. 22 – Postoperative Entwicklung aufgeschlüsselt nach Geschlecht

	Männlich (n=15)	Weiblich (n=13)
Rückkehr möglich	8 (53,3%)	8 (61,5%)
BegleitleSIONen	15 (100,0%)	10 (76,9%)
OCL	4 (26,7%)	3 (23,1%)
Erneute Distorsion	6 (40,0%)	9 (69,2%)
Vertrauen ins Gelenk	13 (86,7%)	11 (84,6%)
Komplikationen	3 (20,0%)	7 (53,8%)
pers. Instabilitätsgefühl	1 (6,7%)	4 (30,8%)

*BMI (Body-Mass-Index)*

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Übergewichtes für die medizinische und gesellschaftliche Entwicklung wurde auch der Einfluss des BMI untersucht.

Der Durchschnitts-BMI der Patientengruppe betrug 27,32 kg/m<sup>2</sup> und lag damit über dem der Kontrollgruppe (22,76 kg/m<sup>2</sup>) und der Normalbevölkerung (26,0 kg/m<sup>2</sup> – „Mikrozensus - Fragen zur Gesundheit“ Statistisches Bundesamt, Zweigstelle Bonn).

Die Gruppe „Normalgewicht“ erreichte die besten Werte. Ein signifikanter Einfluss des BMI auf die erhobenen Scores konnte nicht nachgewiesen werden.

Tab. 23 – Ergebnisse aufgeschlüsselt nach BMI (\* Kruskal-Wallis Test)

	AOFAS	Karlsson& Peterson	FAAM	FAAM Alltag	FAAM Sport
Normalgewicht (n=9)	92,3	87,2	111,1	87,8	83,9
Präadipositas (n=13)	91,3	83,4	103,4	83,2	79,9
Adipositas I° (n=5)	88,0	84,2	105,2	89,0	76,0
Adipositas II°	-	-	-	-	-
Adipositas III° (n=1)	82,0	80,0	100,0	86,0	80,8
Signifikanz *	0,511	0,819	0,297	0,897	0,733
Gesamt (n=28)	90,7	84,6	106,1	86,0	80,8

Es zeigte sich ein tendenziell negativer Einfluss auf andere Faktoren. So wiesen alle Patienten mit Adipositas Begleitpathologien auf. Die Anzahl der Rückkehrer war geringer und weniger Patienten hatten wieder Vertrauen in das Gelenk. Auch erlitten diese Patienten häufiger erneute Distorsionen.

Allerdings wies keiner der Patienten mit Adipositas Komplikationen auf. Auch osteochondrale Läsionen zeigten sich nur in den Gruppen „Normalgewicht“ bzw. „Präadipositas“.

Tab. 24 – Postoperative Entwicklung aufgeschlüsselt nach BMI

	Normalgewicht (n=9)	Präadipositas (n=13)	Adipositas I° (n=5)	Adipositas III° (n=1)
Rückkehr möglich	5 (55,6%)	8 (61,5%)	2 (40,0%)	1
Begleitläsionen	7 (77,8%)	12 (92,3%)	5 (100,0%)	1
OCL	2 (22,2%)	5 (38,5%)	-	-
Erneute Distorsion	6 (66,7%)	6 (46,2%)	4 (80,0%)	1
Vertrauen ins Gelenk	8 (88,9%)	12 (92,3%)	3 (60,0%)	1
Komplikationen	4 (44,4%)	5 (38,5%)	-	-
Pers. Instabilität	3 (33,3%)	1 (7,7%)	1 (20,0%)	-

## 4.9. Propriozeptive Messungen

### *Ausgleichsbewegungen*

Bei der Auswertung der Ausgleichs- bzw. Stabilisierungsbewegungen zeigten sich innerhalb der Gruppen kaum Seitenunterschiede. Auch in den Messanordnungen mit erhöhtem Schwierigkeitsgrad zeigten gesunde und operierte Seite ähnliche Werte.

Tab. 25 – Durchgeführte Ausgleichsbewegungen aufgelistet nach Durchgang, Seite und Gruppenzugehörigkeit (OP = Operierte Seite; NOP = Gesunde/Nicht operierte Seite)

	Patienten		Kontrollgruppe	
	OP	NOP	Rechts	Links
AOKK				
Ja	0	1 (4,5%)	0	0
Nein	22	21 (95,5%)	31	31
AGKK				
Ja	16 (72,7%)	15 (68,2%)	8 (25,8%)	10 (32,3%)
Nein	6 (27,3%)	7 (31,8%)	23 (74,2%)	21 (67,7%)
AOMK				
Ja	7 (31,8%)	5 (22,7%)	2 (6,5%)	0
Nein	15 (68,2%)	17 (77,3%)	29 (93,5%)	31

Zwischen der Patienten- und Kontrollgruppe ließen sich allerdings Unterschiede hinsichtlich der Bewegungen nachweisen. So musste die Kontrollgruppe generell seltener Ausgleichsbewegungen durchführen, um einen Messdurchgang normal zu beenden.

### *Einfluss der Ausgleichsbewegungen*

In einer Voruntersuchung bei Teilen der Kontrollgruppe sollte der Einfluss einer zusätzlichen Stabilisierung durch Festhalten an der bereitgestellten Gehbank untersucht werden. Dafür wurde bei 22 Probanden ein weiterer Messzyklus durchgeführt. Dieser umfasste 3 Messungen in der Anordnung „Augen geschlossen, kein Kissen“, von denen ein Mittelwert gebildet wurde.

Die Ergebnisse zeigen, dass Stabilität und gute propriozeptive Wahrnehmung durch niedrige Messwerte angezeigt werden. Gleichzeitig zeigt sich, dass Ausgleichsbewegungen Verzerrungen der Messwerte verursachen können.

Neben der signifikanten Reduktion aller objektiver Parameter kam es auch zu einer deutlichen Zunahme von subjektiver Sicherheit und Stabilität.

Tab. 26 – Veränderung der Messwerte während der Kontrolluntersuchung

	Wegstrecke (in mm)	DSR (in mm)	MSR (in mm)
<i>Rechts</i>			
AGKK	15405,09	25,29	139,58
AGKK-Test	4458,46	7,83	33,04
Differenz	10946,63	17,46	106,54
Prozentuale Abnahme	71,06	69,04	76,33
	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
<i>Links</i>			
AGKK	15872,64	25,92	149,77
AGKK-Test	4606,76	8,49	37,18
Differenz	11265,88	17,43	112,59
Prozentuale Veränderung	70,98	67,25	75,18
	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001

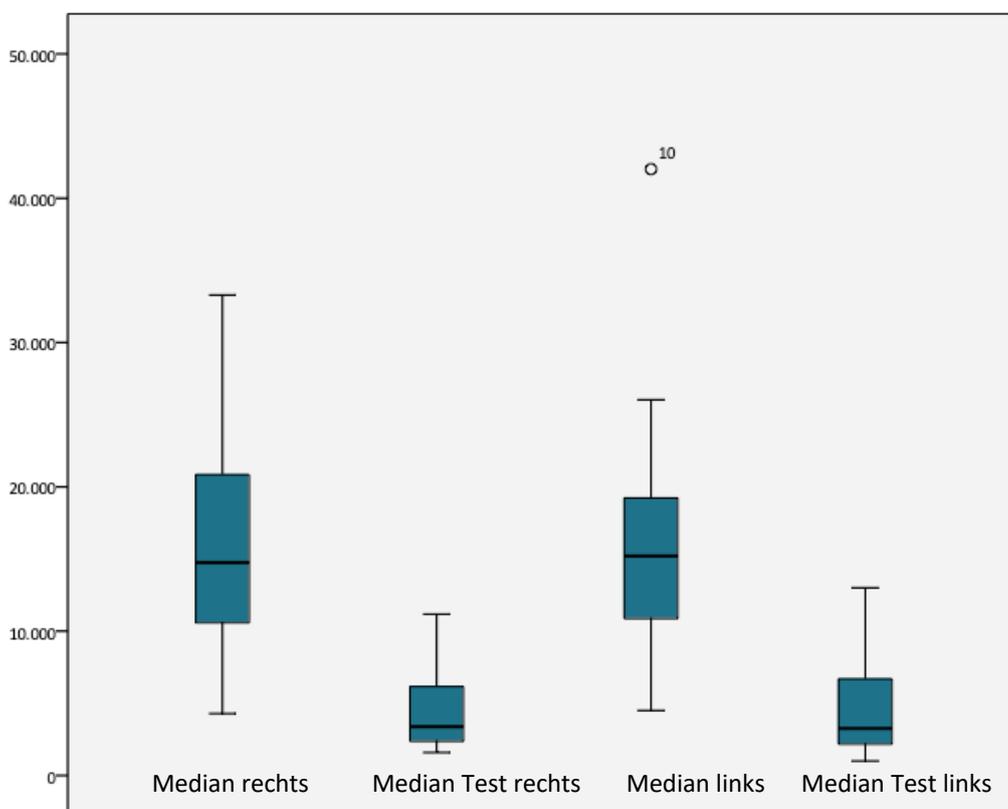


Abb. 42 – Reduktion der Wegstrecke in Millimetern durch Ausgleichsbewegungen

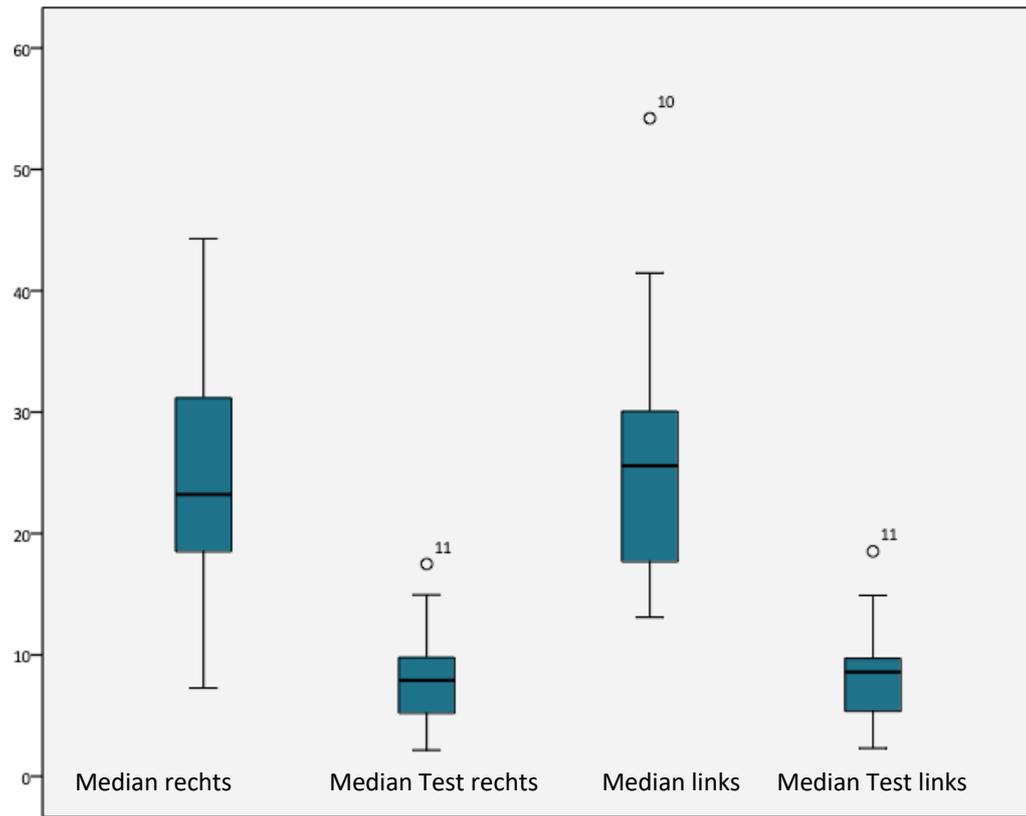


Abb. 43 – Reduktion des Durchschnittlichen Schwankungsradius in Millimetern durch Ausgleichsbewegungen

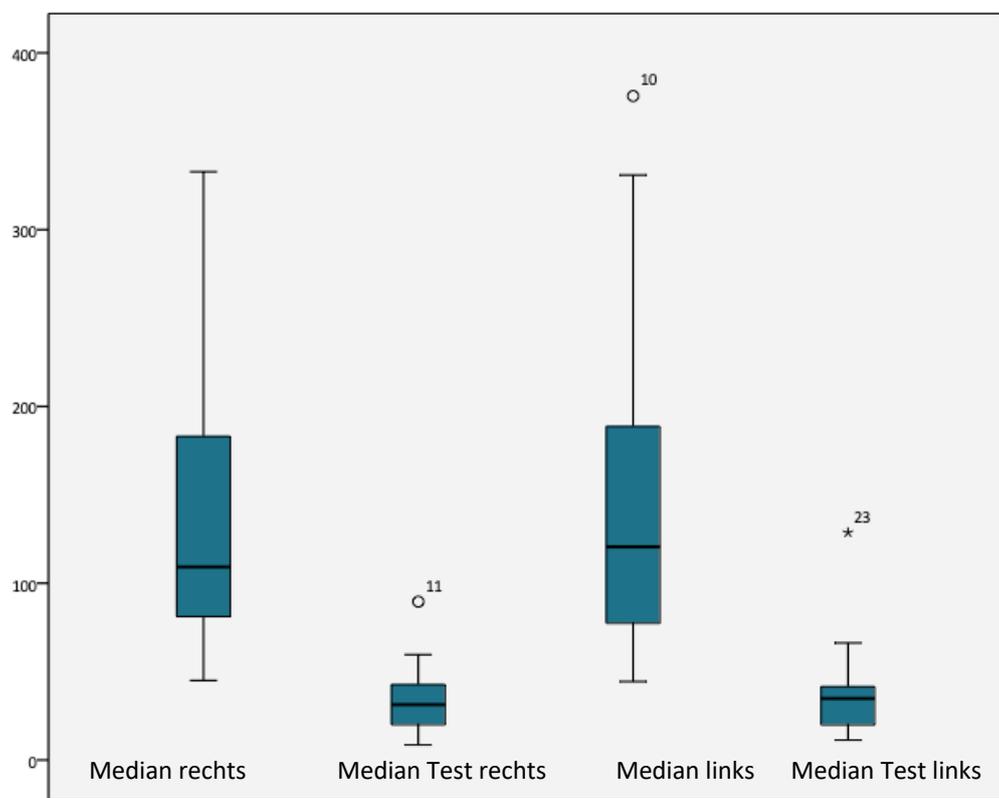


Abb. 44 – Reduktion des Maximalen Schwankungsradius in Millimetern durch Ausgleichsbewegungen

## Wegstrecke

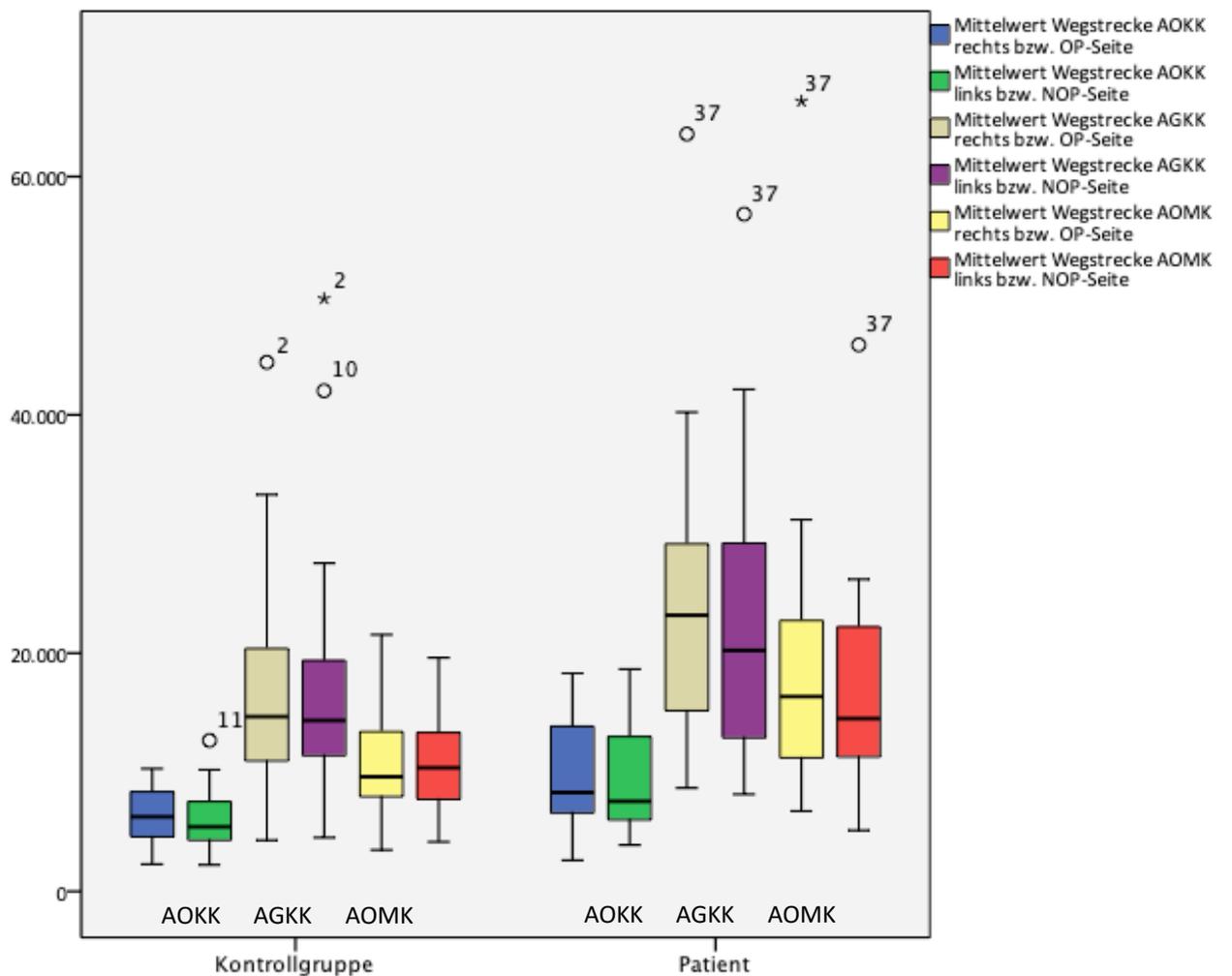


Abb. 45 – Medianwerte der Wegstrecke in Millimetern für die jeweils gemessene Seite und Gruppe  
 Bezeichnung der Durchgänge: AOKK – Augen offen, kein Kissen; AGKK – Augen geschlossen, kein Kissen;  
 AOMK – Augen offen, mit Kissen;

Abgebildet sind für jede untersuchte Gruppe jeweils beide Seiten für den entsprechenden Messdurchgang.

Zunächst konnte gezeigt werden, dass es durch Wegfall von visueller Orientierung bzw. Reduzierung des haptischen Feedbacks zur Erhöhung der gemessenen Wegstrecke kommt. Dies gilt für beide Gruppen.

Der Anstieg der Werte, ausgehend von der Normalsituation „Augen offen, kein Kissen“, war für alle Durchgänge und für beide Gruppen signifikant. Zur Sicherung des stabilen Standes waren öfter Ausgleichsbewegungen erforderlich (Tabelle 25).

Weiterhin ist ersichtlich, dass das Patientenkollektiv eine größere Streuung aufweist und insgesamt höhere Messwerte in allen Messanordnungen für beide gemessenen Seiten zeigte.

Es zeigte sich auch, dass der Wegfall der visuellen Orientierung eine größere Einschränkung der Standsicherheit und somit Erhöhung der Wegstrecke zur Folge hatte als die Herabsetzung der haptischen Wahrnehmung. Die Kontrollgruppe kompensierte beide Einschränkungen insgesamt besser und wies einen geringeren Anstieg der Wegstrecke im Vergleich zum Patientenkollektiv auf.

In der Messanordnung, welche den alltäglichen Bedingungen am ähnlichsten ist (AOKK) zeigten die Patienten keine Seitenunterschiede. Wahrnehmung und Stabilität wurde also wiederhergestellt.

#### Durchschnittlicher Schwankungsradius

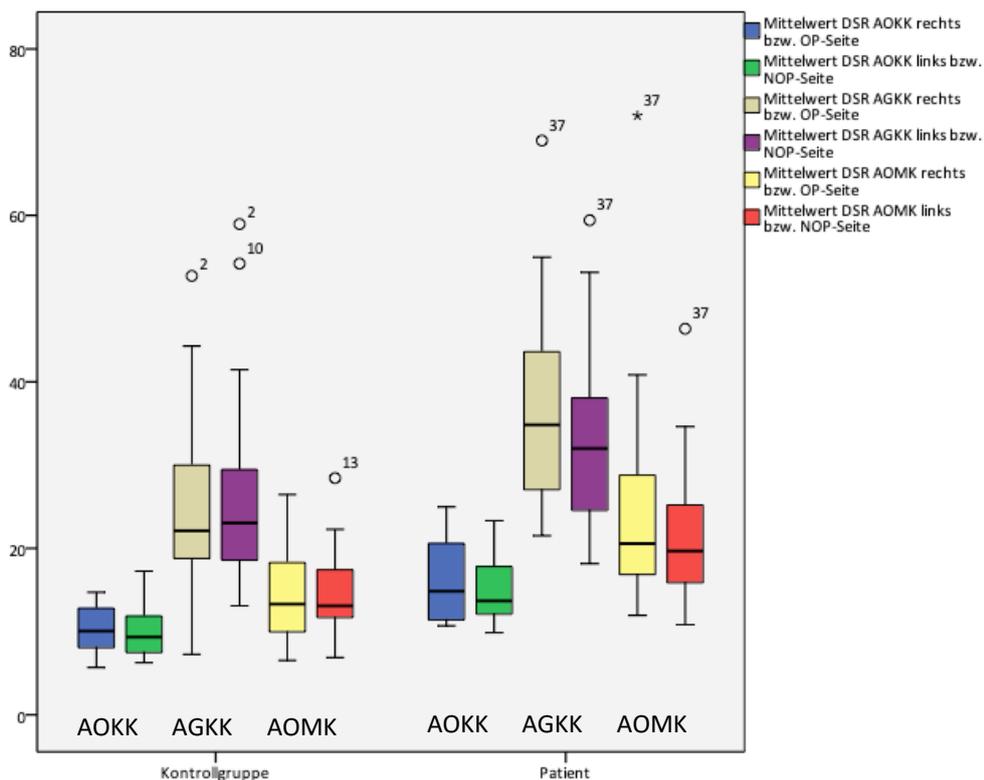


Abb. 46 – Medianwerte des Durchschnittlichen Schwankungsradius in Millimetern für die jeweils gemessene Seite und Gruppe.  
 Bezeichnung der Durchgänge: AOKK – Augen offen, kein Kissen; AGKK – Augen geschlossen, kein Kissen; AOMK – Augen offen, mit Kissen;

Abgebildet ist der durchschnittliche Schwankungsradius um den ermittelten Ausgangspunkt.

Auch hier zeigt sich, analog zur gemessenen Wegstrecke, dass die Patientengruppe generell höhere Werte aufweist.

Der Wegfall von visuellem bzw. haptischen Feedback führt zu einem signifikanten Anstieg des DSR in allen Untersuchungen beider Gruppen, wobei dieser beim Wegfall der visuellen Orientierung deutlicher ausfällt.

Innerhalb der Kontrollgruppe konnten für keinen der gemessenen Durchgänge Seitenunterschiede nachgewiesen werden. In der Patientengruppe zeigte die operierte Seite gering schlechtere Messwerte.

Für die alltagsrelevante Messanordnung AOKK konnte kein signifikanter Unterschied zwischen operierter und gesunder Seite sowie im Vergleich zur Kontrollgruppe nachgewiesen werden.

### Maximaler Schwankungsradius

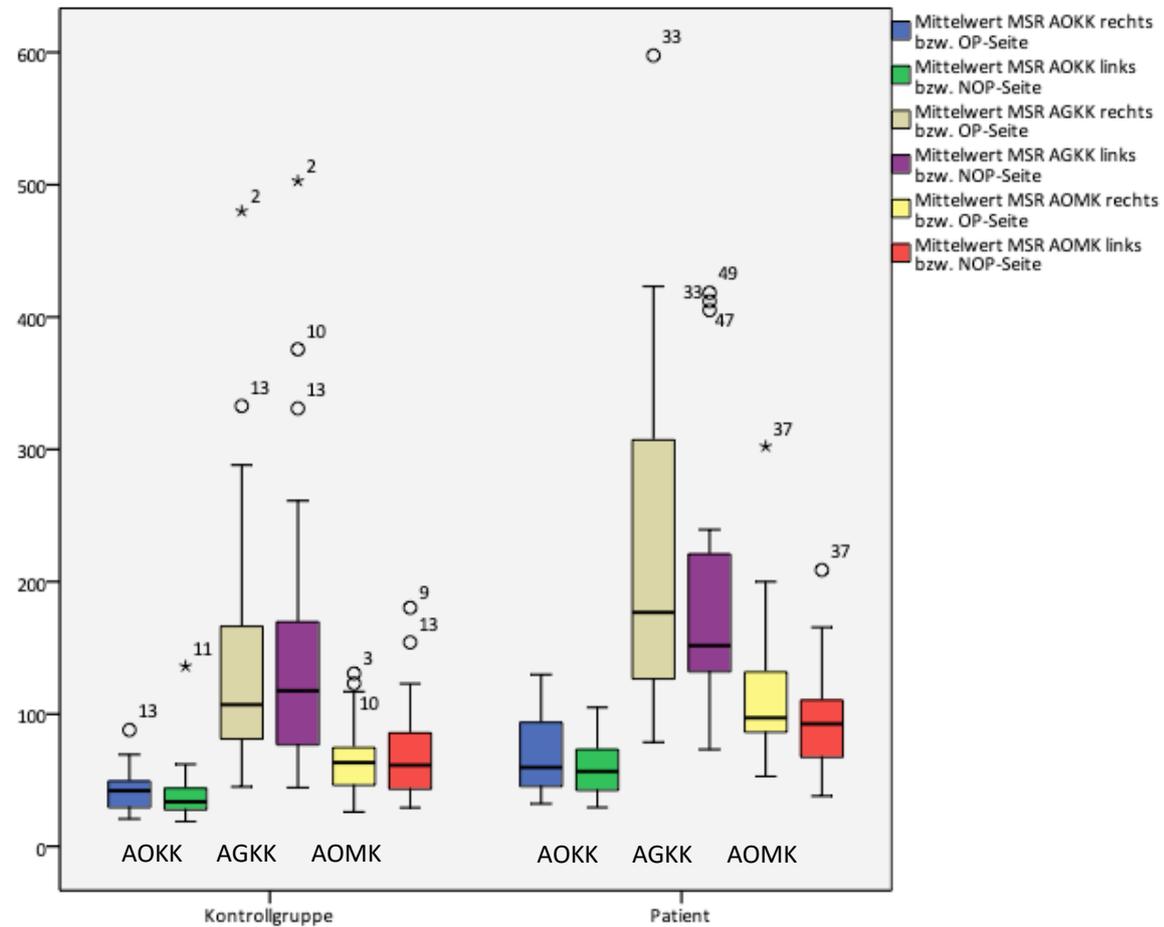


Abb. 47 – Medianwerte des Maximalen Schwankungsradius in Millimetern für die jeweils gemessene Seite und Gruppe.

Bezeichnung der Durchgänge: AOKK – Augen offen, kein Kissen; AGKK – Augen geschlossen, kein Kissen; AOMK – Augen offen, mit Kissen;

Abgebildet ist der maximale Schwankungsradius um den ermittelten Ausgangspunkt.

Auch beim MSR zeigt sich ein signifikanter Anstieg bei Wegfall von visuellem bzw. haptischem Feedback. Der Wegfall der visuellen Orientierung führt auch hier zu einem höheren Anstieg bei beiden Gruppen. Auffällig ist die hohe Streuung der Werte innerhalb der Patientengruppe.

In der relevanten Alltagsanordnung „AOKK“ wiesen Patienten und Kontrollgruppe erstmals einen signifikanten Seitenunterschied auf. Im Vergleich der Seitendifferenz beider Gruppen zeigte sich jedoch kein signifikanter Unterschied. Beide Gruppen zeigen also auch hier vergleichbar gute Werte.

In der Anordnung AGKK konnte zum ersten Mal kein signifikanter Unterschied zwischen operierter und nicht operierter Seite gemessen werden. Dennoch unterschieden sich die Mittelwerte beider Gruppen signifikant.

Generell scheint sowohl die Streuung als auch Anzahl und Höhe der Ausreißer beim MSR höher als bei Wegstrecke und DSR.

## 5. Diskussion

### 5.1. Überprüfung der Hypothesen

#### 5.1.1. Hypothese I

*Die arthroskopische Modifikation der Operationsmethode nach Broström-Gould stellt ein sicheres und komplikationsarmes Verfahren zur Behandlung der chronischen Sprunggelenksinstabilität dar.*

Die arthroskopischen Operationsmethoden gewinnen weiter an Bedeutung. Sie liefern im Vergleich zu rein offenen Verfahren gleichwertige Ergebnisse mit analogen Stabilitätswerten und guten bis sehr guten Langzeitergebnissen [1], [48], [85], [132], [136], [157], [248].

Im Mittel erreichten die Patienten einen AOFAS Score von 90,7 Punkten. Galla zeigte 2011 AOFAS Werte von 92[79]. Dies konnte in späteren Untersuchungen durch Nery (90 Punkte)[192], Vega (97 Punkte)[270] und Cottom (95,4Punkte)[50] wiederholt gezeigt werden. Analoge Ergebnisse lassen sich für den Karlsson&Peterson Score belegen.

Die drei Fälle mit einem AOFAS-Wert „fair“ wiesen alle Begleitpathologien auf.

In einem Falle wurde anamnestisch eine konservativ behandelte Außenknöchelfraktur beschrieben.

In den anderen beiden Fällen konnten intraoperativ Begleitläsionen nachgewiesen werden. Ein Gelenk zeigte eine Osteochondrosis dissecans 4°. Im anderen Gelenk zeigten sich narbige Verwachsungen und ein dadurch verursachtes anterolaterales Impingement in Kombination mit einem Peroneussplit-Syndrom.

Dennoch beschrieben zwei Patientinnen den Zustand des Gelenkes als „beinahe normal“ und waren mit dem Verlauf insgesamt zufrieden („gut“ und „sehr gut“).

Die geschlechtsspezifische Häufung, die Patienten waren allesamt Frauen, scheint zufällig.

#### *Beweglichkeit*

Der Erhalt der Gelenkbeweglichkeit stellt einen weiteren Vorteil der anatomischen Verfahren dar [32], [80], [182], [290]. Keines der untersuchten Sprunggelenke wies ein relevantes Bewegungsdefizit auf.

Dennoch sind persistierende Bewegungseinschränkungen in der Literatur beschrieben. Vega weist auf ein Defizit in sechs Fällen seiner Untersuchung hin. Dennoch erlangten alle Patienten die Alltagsfunktion zurück [270]. Maffulli wies in 5 Fällen (13%) persistierende Bewegungseinschränkungen nach [171].

Ein Untersucherbias, bei nur einem Untersucher, ist nicht mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen [164].

### *Mechanische Stabilität*

Die radiologisch gemessene laterale Aufklappbarkeit als Maß der mechanischen Stabilität konnte im Mittel von 9,2° auf postoperativ 6,8° gesenkt werden. Es gelang durch die Operation eine Senkung unter den von Zwipp als pathologisch definierten Wert von 7° [290].

Der erreichte Wert ist mit den Daten aus der Literatur vergleichbar. Messer erreichte postoperativ einen Wert von 4,5° [182]. Krips et al konnten in zwei Untersuchungen Werte von postoperativ 3,3° und 4,7° erreichen [150], [151]. Choi konnte in seiner Gruppe mit 65 Patienten eine Senkung von 13,42° auf postoperativ 5,45° erzielen [45]. Lee erreichte eine Senkung auf 3,0° postoperativ bei einer mit der vorliegenden Untersuchung vergleichbaren Gruppengröße (n=30) [158].

In der Mehrzahl dieser Untersuchungen wurden jedoch keine reinen Augmentationen vorgenommen. Somit zeigen die Werte der vorliegenden Untersuchung, dass auch mit einer reinen Augmentation des REI eine gute mechanische Stabilität erreicht wird.

Die Durchführung gehaltener Aufnahmen zur Erfolgsevaluation wird in der Literatur zunehmend kritisch gesehen. Einige Autoren weisen darauf hin, dass die radiologischen Werte nicht mit funktioneller Stabilität und den erhobenen Scores korrelieren müssen [44], [45], [99], [115], [165], [240], [257].

In der vorliegenden Untersuchung zeigten sich bezüglich der erhobenen Scores keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten mit einer erhöhten radiologischen Aufklappbarkeit und denen ohne. Die subjektive Beschwerdearmut und Zufriedenheit bei teilweise hervorragenden postoperativen Scores zeigen, dass eine nicht vollständig wiederhergestellte mechanische Stabilität funktionell gut kompensiert werden kann.

Dennoch zeigt auch die vorliegende Arbeit, dass radiologische Stabilität (gehaltene Aufnahmen < 7°) nicht mit funktioneller Stabilität einher gehen muss [257], [264], [265].

### *Funktionelle Stabilität*

Persistierende funktionelle Instabilität weist tendenziell schlechtere Ergebnisse auf und scheint schlechter kompensierbar. Als Maß für die funktionelle Instabilität wurde ein persistierendes Instabilitätsgefühl und/oder „Giving away“ definiert.

Patienten, welche derartige Symptome beschrieben wiesen einen im Mittel signifikant schlechteren Karlsson&Peterson-Score auf. Auch beim AOFAS-Score zeigte sich der negative Einfluss.

Zudem beschrieben zwei der drei Patienten mit einem Wert von „fair“ ein anhaltendes Instabilitätsgefühl. Vier dieser fünf Patienten berichteten von erneuten Distorsionen.

Die funktionelle Instabilität hat nicht den einen Auslöser [83]. Es sind vielmehr „Kombinationen“ wie Verlust der propriozeptiven Fähigkeit oder nicht adressierte subtlare Instabilitäten [3], [106], [155]. Diskutiert werden auch sensomotorische Defizite und Veränderungen der Gelenkkinematik sowie der neuromuskulären Steuerung [54], [55], [108], [145], [188].

Fehlkoordination, fehlende Ansprechbarkeit und Defizite der stabilisierenden Muskulatur sowie Schädigung der

Sensoren verstärken die Instabilität [66], [75], [161]. Immobilität, mangelndes Training und fehlende Patientenmitarbeit sowie inkonsequente Therapie nach einer Verletzung stellen neben dem Verkennen der Verletzung weitere Auslöser dar [35], [221].

Dies kann negative Auswirkungen auf Aktivitätslevel und Motivation haben, da sich Betroffene unter Belastung unsicher fühlen [171].

Daher wird in der Literatur vielfach auf die hohe Bedeutung und den positiven Einfluss einer stringenten funktionellen Nachbehandlung und physiotherapeutischen Übungsbehandlung hingewiesen [3], [65], [66], [75], [76], [88], [143], [167], [200], [265].

All das zeigt wie entscheidend das Erkennen der Verletzung und Einleiten einer strukturierten Physiotherapie mit früh-funktionellem Training ist.

Dennoch waren alle o.g. Patienten postoperativ mit dem Zustand mindestens zufrieden und beschrieben eine teilweise deutliche Verbesserung des Gelenkzustandes. Ein Patient erreichte postoperativ einen „exzellenten“ AOFAS-Score.

Die sportliche Betätigung war vier Patienten wieder möglich. Der fünfte Patient dieser Gruppe ging bereits vorher keiner sportlichen Betätigung nach.

Einen weiteren wichtigen Faktor für die Patientenzufriedenheit stellt eine gute Alltagsfunktion dar [38]. Dies konnte für einen Großteil der o.g. Patienten erreicht werden.

#### *Arthroskopie und Komplikationen*

Trotz des hohen technischen Anspruches [33], [61], [178], [270] bietet die Arthroskopie des oberen Sprunggelenkes den Vorteil einer geringen Invasivität bei kurzer Operationsdauer mit guten kosmetischen Ergebnissen [50], [59], [103], [178], [270]. Keiner der Patienten zeigte eine überschießende Narbenbildung oder beschrieb Irritationen im Bereich der ehemaligen OP-Wunden.

Operiert wurde in Blutleere über die zwei sichersten Portale, anterolateral und anteromedial. Auf die Anlage weiterer Portale wurde, ebenso wie auf jegliche Art von Distraktionshilfen, verzichtet.

Die Anlage weiterer Portale ist im Allgemeinen nicht erforderlich und erhöht zudem das Risiko iatrogener Schädigungen ohne relevanten diagnostisch-therapeutischen Mehrwert zu erzeugen [1], [8], [105], [122], [203], [209], [243]. Das Anzeichnen der relevanten Strukturen sollte immer erfolgen [203], [270].

Einige Autoren weisen auf ein erhöhtes Operations- und Komplikationsrisiko arthroskopischer Operationsverfahren aufgrund der engen anatomischen Lagebeziehungen hin [34], [122], [125], [209], [243].

Corte-Real berichtete über drei persistierende Nervenirritationen [48], Cottom über einen Fall von Nervenirritationen bei seinen 40 Patienten [50]. In dieser Untersuchung beklagte ein Patient Parästhesien im Bereich des Fußrückens.

Des Weiteren berichtete Corte-Real über drei Fälle von prolongierter Wundheilung bei 28 untersuchten Patienten. In der vorliegenden Untersuchung zeigten sich keinerlei Wundheilungsstörungen.

Barber berichtet von drei Infektionen bei insgesamt 53 Arthroskopien [14]. Auch Jerosch und Brown wiesen auf eine vermeintlich erhöhte Infektionsrate hin [33], [122]. Zum Zeitpunkt der Untersuchung für die vorliegende Arbeit waren keinerlei Spätinfektionen oder notwendige Revisionen bekannt.

Da alle diese Zahlen nicht bestätigt werden konnten, kommt diese Untersuchung, wie bereits Gruppen um Cottom, Schäfer, Galla und Osel, zu dem Schluss, dass es sich um ein komplikationsarmes Verfahren handelt [50], [80], [203], [238].

Auch der intraoperative Ankerariss wurde in der Literatur bereits als Komplikation beschrieben [165], [182], [205].

Der Wechsel auf ein offenes Operationsverfahren bleibt dem Operateur erhalten [270].

### *Sport*

Bisherige Untersuchungen zeigten, dass anatomische Operationsmethoden die Rückkehr zum Sport ermöglichen [136], [151], [171], [249]. So zeigten Maffulli et al. dass 58% der Patienten wieder auf das Sportlevel vor der Verletzung zurückkehren konnten. Weitere 26% waren, wenn auch auf einem niedrigeren Level, aktiv [171]. Krips konnte zeigen, dass Patienten mit einer anatomischen Rekonstruktion einen Tegner Activity Score von 8 erreichten [151], [260].

Durch die hier untersuchte arthroskopische Operationsmethode war in 22 Fällen eine sportliche Betätigung wieder möglich. In 57,1% konnte der gleichen Sportart wie vor der Verletzung nachgegangen werden.

Bei der subjektiven Einschätzung der Sporttauglichkeit konnte zudem ein guter Wert von 80,8 Punkten erreicht werden (FAAM-S; 40 – 100).

Insgesamt nur sechs Fälle (fünf Patienten) trieben zum Follow-Up keinen Sport. In vier dieser Fälle (drei Patienten) wurde bereits präoperativ kein Sport betrieben. In einem Fall wurden keine Angaben zur fehlenden sportlichen Betätigung gemacht. Im letzten Fall dieser Gruppe war Sport aufgrund einer persistierenden Unsicherheit nicht möglich. In sechs Fällen erfolgte der Wechsel zu Sportarten mit geringerer Stoßbelastung oder weniger Wendebewegungen.

### *Einfluss ausgewählter epidemiologischer Faktoren*

Bezugnehmend auf das Alter konnte Corte-Real in seiner Untersuchung zeigen, dass zwar alle Patienten wieder der gleichen Tätigkeit nachgingen, die Jüngeren aber ein besseres Outcome aufwiesen [48].

Cottom hingegen erreichte in seiner Gruppe, mit einem Durchschnittsalter von 45,6 Jahren, einen Karlsson&Peterson Score von 93,6 Punkten sowie einen AOFAS Hindfoot-Score von 95,4. Hier scheint das Alter keine Rolle zu spielen [50]. Rein et al. wiederum wiesen einen negativen Einfluss des Alters auf die posturale Kontrolle nach [225].

Das Durchschnittsalter der untersuchten Patienten betrug 31,7 Jahre (Median-Wert 31,0 Jahre; SD 10,7 Jahre). Die Alters-Teilung der Gruppe erbrachte keine signifikanten Unterschiede bezüglich der untersuchten Scores. Die Anzahl und Verteilung von BegleitleSIONen war in beiden Altersgruppen ungefähr gleich. Ebenso konnten in beiden Gruppen ähnlich viele Patienten wieder Sport treiben. Bezüglich der Komplikationsraten zeigten sich auch keine deutlichen Unterschiede.

Ein Unterschied zeigte sich bei der Anzahl erneuter Distorsionen. Offen bleibt, ob es eine wirkliche Ursache für die Häufung in der Gruppe der „Älteren“ gibt oder ob dies zufällig ist.

Insgesamt konnte ein negativer Einfluss des Alters nicht nachgewiesen werden.

Auch für die beiden anderen untersuchten epidemiologischen Faktoren, Geschlecht und BMI, konnten keine signifikanten Unterschiede in den Ergebnissen nachgewiesen werden.

Auch wenn es zwischen beiden Geschlechtergruppen eine relativ große Altersdifferenz gab, die Frauengruppe war im Mittel neun Jahre älter (9,4), waren die Ergebnisse relativ ähnlich. Einzig zeigten sich in der Frauengruppe öfters erneute Distorsionen und eine vermehrte laterale Aufklappbarkeit.

Eine mögliche Ursache könnte in einer generellen (Band)Laxizität bei Frauen liegen[191], [211]. Nehrer weist zudem auf eine scheinbare Häufung von chronischen Instabilitäten bei Frauen hin[191].

Zusammenfassend konnte die Hypothese bestätigt werden. Die untersuchte arthroskopische Modifikation des Operationsverfahrens nach Broström-Gould stellt ein sicheres Verfahren mit guten Ergebnissen zur Behandlung von Minor-Instabilitäten des oberen Sprunggelenkes dar.

### **5.1.2. Hypothese II**

*Durch eine chronische Instabilität entstehen Begleitpathologien, welche das operative Ergebnis beeinflussen können.*

In der vorliegenden Untersuchung konnten bei 89,3% der Patienten BegleitleSIONen nachgewiesen werden. Dies deckt sich mit der bestehenden Studienlage. So konnten Ferkel et. al in ihren Untersuchungen in 95,2% und 93,0% der Fälle Begleitpathologien nachweisen. Ähnliche Ergebnisse lieferten Gruppen um Taga (95,0%), Hua (90,8%) und Choi (96,6%) [45], [72], [119], [141], [258]. Verteilung und Anzahl der Begleitpathologien entsprechen ebenfalls den Daten der Literatur (Tabelle 1).

Obwohl sich ein gewisser Trend abzeichnete, die drei Patienten ohne BegleitleSIONen zeigten bessere Werte bei den erhobenen Scores, war ein signifikanter Unterschied aufgrund der Gruppengröße nicht nachzuweisen. Das oftmals kombinierte Auftreten von BegleitleSIONen ist ein weiterer Prädiktor für schlechtere postoperative Ergebnisse[45]. Auch dies konnte durch diese Untersuchung bestätigt werden.

Der zeitliche Zusammenhang zwischen Dauer und dem Vorliegen bzw. der Anzahl von BegleitleSIONen ist in der Literatur nicht unumstritten. So konnte beispielsweise Choi in seiner Arbeit keinen klaren zeitlichen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Läsionen und der Dauer der CAI nachweisen.[45]

Auch in dieser Untersuchung ist kein klarer Zusammenhang erkennbar. Zudem gehörten die beiden Patienten ohne BegleitleSIONen zur Gruppe mit einer Beschwerdedauer von über 36 Monaten.

Für die Entstehung von BegleitleSIONen, inklusive der OCL, könnte auch die Schwere der initialen und die der Folgeverletzungen eine wichtige Rolle spielen.

Viele Untersuchungen verweisen auf die besondere Bedeutung der osteochondralen Läsionen. Ob die alleinige Außenbandverletzung dabei zwingend zu OCL führt ist noch nicht abschließend geklärt [240], [258]. Auch Fußfehlstellungen werden als Ursache diskutiert [248].

Der Zusammenhang zwischen Dauer der CAI und dem Vorhandensein bzw. dem Schweregrad der OCL ist ebenfalls nicht abschließend geklärt. Arbeitsgruppen um Taga und Hua sahen aufgrund des gehäuftem Auftretens von OCL in ihren Patientengruppen den zeitlichen Zusammenhang bestätigt [119], [258].

Die vorliegende Untersuchung konnte, analog zur Arbeit von Komenda&Ferkel [142], keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Zeitdauer der CAI und dem Vorliegen von OCL nachweisen.

Dennoch wird das Vorhandensein von OCL mit einem schlechteren Outcome und persistierenden Beschwerden, auch nach erfolgreicher Bandplastik, in Verbindung gebracht [45], [90], [119], [198], [258], [259]. Die vorliegende Untersuchung zeigt einen derartigen Zusammenhang, jedoch ohne statistische Signifikanz. Wobei dieser Umstand auch aufgrund der Gruppengröße entstehen kann.

Abschließend kann gesagt werden, dass es im Rahmen der chronischen Außenbandinstabilität zum Auftreten von Begleitpathologien in den betroffenen Gelenken kommt und dass diese einen negativen Einfluss auf das Outcome der Operation nehmen können. Unabhängig der Genese, stellt deren Adressierung und Behandlung daher eine wichtige therapeutische Säule dar[156].

### **5.1.3. Hypothese III**

*Die Arthroskopie ist der Magnetresonanztomographie bei der Evaluation von Begleitpathologien überlegen.*

Da bestehende Begleitpathologien meist nur unspezifische Symptome verursachen, ist die erweiterte Bildgebung wichtiger Bestandteil der Diagnostik [268] und sollte vor einer operativen Versorgung erfolgen [65].

In älteren Untersuchungen wird wiederholt darauf hingewiesen, dass sich bei der Detektion von Weichteilpathologien und OCL die Grenzen der MRT-Diagnostik zeigen [56], [100], [156], [234].

In der vorliegenden Untersuchung jedoch konnten alle sieben intraoperativ sichtbaren OCL bereits in den präoperativen MRT-Untersuchungen detektiert werden. Lediglich in drei Fällen bestätigte sich der Verdacht auf eine OCL nicht. Hier wurde intraoperativ zweimal ein anterolaterales Impingement und einmal eine ausgeprägte Synovialitis mit Briedenbildung nachgewiesen.

Daher kommt diese Untersuchung zu dem Schluss, dass das MRT eine gute Aussagekraft bzgl. des Vorhandenseins osteochondraler Defekte aufweist. Dies wiederum deckt sich mit Aussagen anderer Autoren aus neueren Studien, wie beispielsweise von Odak 2015 oder Waizy 2018 [156], [198], [217], [274].

Zur Evaluation der Defektgröße wiederum hat sich die Durchführung einer CT-Untersuchung als zielführender erwiesen [66].

Gewisse Einschränkungen zeigten sich bei der Beurteilung von begleitenden Weichteilpathologien. Acht Mal bestand der Verdacht auf ein Weichteilimpingement, welches sich intraoperativ als Synovialitis (n = 5) oder Verwachsungen/Briedenbildung (n = 2) darstellte. Umgekehrt waren von sechs Fällen eines intraoperativ sichtbaren Weichteilimpingement nur zwei im MRT sichtbar.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine generelle Überlegenheit der diagnostischen Arthroskopie gegenüber der MRT nicht nachweisbar ist. Die Diagnostik von osteochondralen Läsionen war zuverlässig. Zudem hat die konsequente Weiterentwicklung (3 Telsa MRT; Knorpelsequenz) die Qualität der Aufnahmen deutlich verbessert, weshalb eine präoperative MRT-Untersuchung zwingend gefordert wird.

#### **5.1.4. Hypothese IV**

*Propriozeptive Wahrnehmung und Stabilität sind postoperativ mit der gesunden Gegenseite vergleichbar.*

Bereits 1994 konnte Jerosch in seiner Arbeit nachweisen, dass Distorsionen des OSG zu Einschränkungen der Stabilität und posturalen Kontrolle führen [3], [123].

Zunächst konnte durch Untersuchung der Kontrollgruppe gezeigt werden, dass Seitenunterschiede physiologisch sind. In der hier untersuchten Gruppe waren jedoch keine großen Unterschiede messbar und lediglich ein Parameter in einer Messanordnung zeigte eine signifikante Seitendifferenz (MSR im Durchgang AOKK). Weiterführende Untersuchungen scheinen daher sinnvoll.

In der Patientengruppe konnte in der, dem normalen Gang entsprechenden Messanordnung „Augen offen, kein Kissen“ nur bei einem der erhobenen Parameter ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Der als Hauptmaß für die Stabilität angenommene Wert „Wegstrecke“ zeigte, ebenso wie der durchschnittliche Schwankungsradius, keinen signifikanten Unterschied.

Die operierten Sprunggelenke zeigten in dieser Versuchsanordnung nahezu die gleichen Stabilitätswerte wie die gesunde Gegenseite.

In den Messanordnungen mit erhöhtem Schwierigkeitsgrad war in der Patientengruppe häufiger ein signifikanter Unterschied nachweisbar.

Eine mögliche Ursache dieser Unterschiede könnte sein, dass nur knapp die Hälfte der Patienten das Nachbehandlungsschema befolgte („Schema befolgt“ n=13, „Schema nicht befolgt“ n=11, „keine Angabe“ n=4). Möglicherweise wurde ein suffizientes Training der Tiefenwahrnehmung deshalb nicht abgeschlossen oder zu früh zu viel Belastung auf noch vulnerable Strukturen ausgeübt.

Goldie konnte beispielsweise zeigen, dass nach einer Distorsion untrainierte Personen generell schlechtere Stabilitätswerte aufweisen [88].

Auch wenn sich innerhalb der Patientengruppe kein Alterseinfluss auf die Ergebnisse nachweisen ließ, zeigen Untersuchungen, wie beispielsweise die Gruppen um Rein und Hageman, den negativen Einfluss des Alters [95], [225]. Bei einer Differenz von 3,5 Jahren zwischen Patienten- und Kontrollgruppe bleibt die Stärke dieses Einflussfaktors allerdings unklar.

Ein weiterer negativer Einflussfaktor auf die posturale Kontrolle ist der Body-Mass-Index (BMI) [91], [112], [225]. Hier zeigt sich zwischen beiden Gruppen eine Differenz von  $4,6 \text{ kg/m}^2$ , wobei der Höchstwert der Kontrollgruppe mit  $28,7 \text{ kg/m}^2$  nahe dem Durchschnittswert der Patientengruppe ( $27,3 \text{ kg/m}^2$ ) liegt. Allerdings war die Gruppe „adipöser“ Patienten vergleichsweise klein, sodass dies ein statistischer Effekt sein könnte.

Innerhalb der Kontrollgruppe waren nur zwei Teilnehmer sportlich inaktiv (6,5%). In der Patientengruppe fünf. Aufgrund der Gruppengröße kann der Einfluss des Sportes auf die Tiefenwahrnehmung nicht sicher geklärt werden. Zudem wurden nicht alle Patienten mittels propriozeptiver Messungen untersucht. Ein positiver Einfluss sportlicher Betätigung auf die posturale Kontrolle ist jedoch belegt [75], [76] und könnte somit ein weiterer Erklärungsansatz für die Differenzen beider Gruppen sein.

### *Stabilisierungsbewegungen*

Kann Stabilität nicht durch das OSG selbst hergestellt werden folgen Korrekturbewegungen der oberen Körperhälfte [189], [266]. Das visuelle Feedback hat dabei einen sehr hohen Einfluss auf die posturale Kontrolle [95], [107], [256]. Wie in anderen Gruppen konnte gezeigt werden, dass die Schwankungen [95] größer werden und es folgend auch zur Zunahme von Stabilisierungsbewegungen kommt, wenn keine visuelle Orientierung möglich ist. Dieser Anstieg unterscheidet sich innerhalb der untersuchten Gruppen nicht wesentlich. Operierte und Nicht-operierte Seite verhalten sich analog zu rechts und links.

Auch zeigten die operierten Sprunggelenke in der dem Alltag entsprechenden Messanordnung AOKK keinen Unterschied zur gesunden Gegenseite.

Hypothese IV konnte durch diese Untersuchung bestätigt werden: Für den Alltag konnte eine nahezu normale Stabilität erreicht werden.

## **5.2. Limitationen der Untersuchung**

Eine Limitation liegt im retrospektiven Design der Untersuchung. Die Erfassung von Beschwerden sowie einige Aspekte der verwendeten Scoring-Systeme beruhten auf Erinnerungen der Patienten. Der präoperative AOFAS-Score konnte aufgrund des Untersuchungsdesigns nicht erfasst werden.

Die Gruppengröße ist im Vergleich zu Studien und Untersuchungen in der Literatur als eher kleiner zu werten, sodass statistische Verzerrungen nicht sicher auszuschließen sind. Zudem war die Patientengruppe insgesamt relativ inhomogen. Da alle Untersuchungen, mit Ausnahme der MRT-Auswertung, von nur einem Untersucher durchgeführt wurden, kann ein untersucherabhängiger Bias nicht mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen werden.

## 6. Zusammenfassung der Arbeit

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades:

Dr. med.

Titel:

Evaluation des arthroskopischen Broström-Gould Verfahrens zur Therapie der chronischen Instabilität des oberen Sprunggelenkes

eingereicht von

Robert Bär, geb. 18.06.1987

angefertigt an / in:

Medizinische Fakultät der Universität Leipzig

Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie Universitätsklinikum Leipzig

St. Elisabeth Krankenhaus Leipzig Abteilung Chirurgie II – Unfallchirurgie und Orthopädie

betreut von:

Prof. Dr. med. Pierre Hepp

Dr. med. Thomas Engel

Monat und Jahr (der Einreichung)

Dezember 2020

111 Seiten, davon: 73 Seiten Text, zwei Seiten Inhaltsverzeichnis, zwei Seiten Zusammenfassung, Titelblatt sowie je eine Seite Abkürzungs-, Tabellen und Abbildungsverzeichnis, 12 Seiten Literaturangaben mit 290 Quellen, 47 Abbildungen, 26 Tabellen und neun Anlagen

### *Hintergrund*

Die laterale Kapsel-/Bandverletzung des oberen Sprunggelenkes stellt eine der häufigsten Verletzungen überhaupt dar. Die primär konservative Behandlung liefert in der Regel gute Ergebnisse. Dennoch kommt es in 20 – 40% der Fälle, gerade nach schweren Distorsionen, zur Ausbildung einer chronischen Instabilität. Zudem zeigen sich bei chronischen Instabilitäten meist weitere Begleitpathologien, welche zum Beschwerdeprogress beitragen. Nach dem Ausschöpfen der konservativen Maßnahmen und Abschluss der entsprechenden Diagnostik, inkl. MRT- Untersuchung, sollten diese Patienten operativ behandelt werden.

Ziel dieser Arbeit war es, die Modifikation des ursprünglich offenen Verfahrens nach Broström-Gould im Sinne einer rein arthroskopischen Technik sowie das Auftreten und den Einfluss potentieller BegleitleSIONen zu evaluieren.

### *Hypothesen*

Die Modifikation als rein arthroskopische Raffung des Retinaculum extensorum inferius ermöglicht die Wiederherstellung von Stabilität und Funktion des oberen Sprunggelenkes bei chronischer Instabilität. Die präoperative MRT-Untersuchung liefert zuverlässige Informationen zu Vorhandensein und Ausprägung potentieller BegleitleSIONen. Deren Detektion und Behandlung ist erforderlich, da sie Einfluss auf das postoperative Outcome nehmen können.

### *Methoden*

Zur Evaluation des Verfahrens wurden retrospektiv 28 operierte Sprunggelenke (Januar 2008 bis September 2016) nachuntersucht. Neben der Auswertung der vorliegenden postoperativen Behandlungsprotokolle und einer klinischen Nachuntersuchung wurden AOFAS-Hindfoot Score, Karlsson&Peterson Score und FAAM-Score erhoben. Es erfolgten propriozeptive Messungen, deren Ergebnisse mit einer extra untersuchten gesunden und nicht voroperierten Kontrollgruppe verglichen wurden. Zudem erfolgte die Auswertung der präoperativ durchgeführten MRT-Untersuchungen mit dem Fokus auf das Vorhandensein von Begleitpathologien, wie beispielsweise osteochondrale Läsionen. Anschließend wurden die MRT-Untersuchungen mit den intraoperativ erhobenen Befunden verglichen, um die Aussagekraft der präoperativen Bildgebung zu evaluieren.

### *Ergebnisse*

Bei einem mittleren Follow-Up von 27,6 Monaten (9 – 78 Monate) war eine Verbesserung des Karlsson&Peterson Scores von 52,4 auf 84,6 Punkte und des FAAM-Scores von 76,7 auf 106,7 Punkte möglich. Der AOFAS-Hindfoot Score betrug 90,7 Punkte. Die radiologisch gemessene laterale Aufklappbarkeit konnte signifikant von 9,2° auf 6,8° gesenkt werden. In den durchgeführten propriozeptiven Messungen erzielten die Patienten in den alltagsrelevanten Untersuchungen ähnliche Ergebnisse wie die gesunde Kontrollgruppe. In 89,3% der Fälle konnte intraoperativ mindestens eine weitere Begleitpathologie nachgewiesen werden. 60,7% der Fälle zeigten bereits zwei oder mehr Begleitpathologien. Es konnte zudem nachgewiesen werden, dass diese Läsionen einen negativen Einfluss auf das postoperative Outcome haben. Die durchgeführten MRT-Untersuchungen lieferten bezüglich potentieller Begleitpathologien zuverlässige und aussagekräftige Befunde. So konnten alle sieben intraoperativ sichtbaren osteochondralen Läsionen bereits durch das MRT detektiert werden.

### *Schlussfolgerung*

Die untersuchte rein arthroskopische Raffung des Retinaculum extensorum inferius liefert eine gute und komplikationsarme Therapieoption zur operativen Behandlung der chronischen Instabilität des oberen Sprunggelenkes. Die Stabilität und Funktion der betroffenen Gelenke konnten wiederhergestellt werden. Die MRT-Untersuchung liefert zuverlässige Aussagen zu eventuellen Begleitpathologien und ist daher vor einer operativen Versorgung durchzuführen. Dennoch haben diese Läsionen trotz adäquater Diagnostik und Therapie einen negativen Einfluss auf das postoperative Outcome.

### III. Literaturverzeichnis

- [1] Acevedo, Jorge I. ; Mangone, Peter G.: Arthroscopic Lateral Ankle Ligament Reconstruction. In: *Techniques in Foot & Ankle Surgery* Bd. 10 (2011), Nr. 3, S. 111
- [2] Ajs, Adam ; Younger, Alastair S.E. ; Maffulli, Nicola: Anatomic Repair for Chronic Lateral Ankle Instability. In: *Foot and Ankle Clinics* Bd. 11 (2006), Nr. 3, S. 539–545
- [3] Akbari, Mohammad ; Karimi, Hossein ; Farahini, Hossein ; Faghihzadeh, Soghra: Balance problems after unilateral lateral ankle sprains. In: *The Journal of Rehabilitation Research and Development* Bd. 43 (2006), Nr. 7, S. 819
- [4] Amendola, Annunziato ; Bonasia, Davide E.: When Is Ankle Arthroscopy Indicated in Ankle Instability? In: *Operative Techniques in Sports Medicine* Bd. 18 (2010), Nr. 1, S. 2–10
- [5] Ardèvol, Jordi ; Bolibar, Ignasi ; Belda, Víctor ; Argilaga, Sílvia: Treatment of complete rupture of the lateral ligaments of the ankle: a randomized clinical trial comparing cast immobilization with functional treatment. In: *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* Bd. 10 (2002), Nr. 6, S. 371–377
- [6] Attarian, David E. ; Mccrackin, Hugh J. ; Devit, Dennis P. ; Mcelhaney, James H. ; Garrett, William E.: A biomechanical study of human lateral ankle ligaments and autogenous reconstructive grafts. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 13 (1985), Nr. 6, S. 377–381
- [7] Attmanspacher, W. ; Dittrich, V. ; Schätzler, A. ; Stedtfeld, H.-W.: Arthroskopie des oberen Sprunggelenks beim „Fußballergelenk“. In: *Arthroskopie* Bd. 11 (1998), Nr. 4, S. 203–209
- [8] Attmanspacher, W. ; Zech, M.: Arthroscopische Anatomie und Technik am oberen Sprunggelenk. In: *Arthroskopie* Bd. 22 (2009), Nr. 2, S. 94–101
- [9] Aurich, M. ; Albrecht, D. ; Angele, P. ; Becher, C. ; Fickert, S. ; Fritz, J. ; Müller, P. E. ; Niemeyer, P. ; u. a.: Behandlung osteochondraler Läsionen des Sprunggelenks: Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft Klinische Geweberegeneration der DGOU. In: *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie* Bd. 12 (2017), Nr. 1, S. 92–99
- [10] Aydogan, Umur ; Glisson, Richard ; Nunley, James: Extensor Retinaculum Augmentation Reinforces Anterior Talofibular Ligament Repair. In: *Clinical Orthopaedics and Related Research* Bd. 442 (2006), S. 210–215
- [11] Bachmann, L. M.: Accuracy of Ottawa ankle rules to exclude fractures of the ankle and mid-foot: systematic review. In: *BMJ* Bd. 326 (2003), Nr. 7386, S. 417–417
- [12] Bahr, Roald ; Pena, Fernando ; Shine, Joe ; Lew, William D. ; Tyrdal, Stein ; Engebretsen, Lars: Biomechanics of Ankle Ligament Reconstruction: An In Vitro Comparison of the Broström Repair, Watson-Jones Reconstruction, and a New Anatomic Reconstruction Technique. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 25 (1997), Nr. 4, S. 424–432
- [13] Baravarian, B.: Soft-tissue disorders of the ankle: a comprehensive arthroscopic approach. In: *Clinics in podiatric medicine and surgery* Bd. 19 (2002), Nr. 2, S. 271–83, vi
- [14] Barber, F. Alan ; Click, James ; Britt, Bradley T.: Complications of Ankle Arthroscopy. In: *Foot & Ankle* Bd. 10 (1990), Nr. 5, S. 263–266
- [15] Bassett III, Frank H. ; Speer, Kevin P.: Longitudinal rupture of the peroneal tendons. In: *The American journal of sports medicine* Bd. 21, Sage Publications (1993), Nr. 3, S. 354–357 — ISBN 0363-5465
- [16] Baumhauer, Judith F. ; O'Brien, Todd: Surgical Considerations in the Treatment of Ankle Instability. In: *Journal of Athletic Training* Bd. 37 (2002), Nr. 4, S. 458–462
- [17] Becker, H. P. ; Rosenbaum, D.: Funktionsstörungen des Fußes nach Tenodesen: Ist die Methode noch zeitgemäß? In: *Sportverletzung · Sportschaden* Bd. 10 (1996), Nr. 04, S. 94–99
- [18] Becker, H. P. ; Rosenbaum, D.: Chronic, recurring ligament instability in the lateral ankle. In: *Der Orthopäde* Bd. 28 (1999), Nr. 6, S. 483–492
- [19] Behrens, Steve B. ; Drakos, Mark ; Lee, Byung J. ; Paller, Dave ; Hoffman, Eve ; Koruprolu, Sarath ; DiGiovanni, Christopher W.: Biomechanical Analysis of Brostrom Versus Brostrom-Gould Lateral Ankle Instability Repairs. In: *Foot & Ankle International* Bd. 34 (2013), Nr. 4, S. 587–592
- [20] Bell, S. Josh ; Mologne, Timothy S. ; Sitler, David F. ; Cox, Jay S.: Twenty-six-Year Results after Broström Procedure for Chronic Lateral Ankle Instability. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 34 (2006), Nr. 6, S. 975–978
- [21] Berger, Wiltrud ; Dietz, Volker ; Hufschmidt, Andreas ; Jung, Richard ; Mauritz, K.-H. ; Schmidtbleicher, Dietmar: *Haltung und Bewegung beim Menschen: Physiologie, Pathophysiologie, Gangentwicklung und Sporttraining* : Springer-Verlag, 2013 — ISBN 3-642-47519-1

- [22] Berndt, Albert L. ; Harty, Michael: Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus. In: *J Bone Joint Surg Am* Bd. 41 (1959), Nr. 6, S. 988–1020
- [23] Best, R. ; Ahrens, P.: Impingement-Syndrom des oberen Sprunggelenks. In: *Arthroskopie* Bd. 31 (2018), Nr. 2, S. 134–140
- [24] Biedert, R.: Anterior ankle pain in sports medicine: aetiology and indications for arthroscopy. In: *Archives of orthopaedic and trauma surgery* Bd. 110, Springer (1991), Nr.6, S.293–297, ISBN 0936-8051
- [25] Black, Georgia ; Waddington, Gordon ; Adams, Roger: Relative Sensitivity of Depth Discrimination for Ankle Inversion and Plantar Flexion Movements. In: *Perceptual and Motor Skills* Bd. 118 (2014), Nr. 1, S. 115–125
- [26] Bleakley, Chris M. ; McDonough, Suzanne M. ; MacAuley, Domhnall C.: Some conservative strategies are effective when added to controlled mobilisation with external support after acute ankle sprain: a systematic review. In: *Australian Journal of Physiotherapy* Bd. 54 (2008), Nr. 1, S. 7–20
- [27] Bonnel, F. ; Toullec, E. ; Mabit, C. ; Tourné, Y.: Chronic ankle instability: Biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. In: *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* Bd. 96 (2010), Nr. 4, S. 424–432
- [28] Bonnin, Michel ; Tavernier, Thierry ; Bouysset, Maurice: Split Lesions of the Peroneus Brevis Tendon in Chronic Ankle Laxity. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 25 (1997), Nr. 5, S. 699–703
- [29] Bös, L ; Ellermann, A: Arthroskopische Diagnostik und Klassifikation von Knorpelschäden, S. 3
- [30] Brand, Robert L. ; Black, Howard M. ; Cox, Jay S.: The natural history of inadequately treated ankle sprain. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 5 (1977), Nr. 6, S. 248–249
- [31] Brodsky, Adam R. ; O’Malley, Martin J. ; Bohne, Walther H. ; Deland, Jonathan A. ; Kennedy, John G.: An Analysis of Outcome Measures Following the Broström-Gould Procedure for Chronic Lateral Ankle Instability. In: *Foot & Ankle International* Bd. 26 (2005), Nr. 10, S. 816–819
- [32] Broström, L.: Sprained ankles. VI. Surgical treatment of „chronic“ ligament ruptures. In: *Acta Chirurgica Scandinavica* Bd. 132 (1966), Nr. 5, S. 551–565
- [33] Brown, Alexandra J. ; Shimozone, Yoshiharu ; Hurley, Eoghan T. ; Kennedy, John G.: Arthroscopic Repair of Lateral Ankle Ligament for Chronic Lateral Ankle Instability: A Systematic Review. In: *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* Bd. 34 (2018), Nr. 8, S. 2497–2503
- [34] Buchhorn, T.: Anatomie und arthroskopische Befunde. In: *Arthroskopie* Bd. 28 (2015), Nr. 2, S. 91–99
- [35] Buchhorn, Thomas ; Daniilidis, Kiriakos: Chronische Sprunggelenksinstabilität. URL <http://www.sportropaedicum.de/fachbereiche/fuss-sprunggelenk/sprunggelenk/chronische-instabilitaet.html>. — Sportropaedicum - Kompetenz durch Spezialisierung
- [36] Buckup, K. ; Buckup, J. ; Pässler, H. H. (Hrsg.): *Klinische Tests an Knochen, Gelenken und Muskeln: Untersuchungen - Zeichen - Phänomene*. 5., überarb. und erw. Aufl. Stuttgart : Thieme, 2012 — ISBN 978-3-13-100995-1
- [37] Burks, Robert T. ; Morgan, James: Anatomy of the Lateral Ankle Ligaments. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 22 (1994), Nr. 1, S. 72–77
- [38] Burn, Alexandre ; Buerer, Yannick ; Chopra, Swati ; Winkler, Michaela ; Crevoisier, Xavier: Critical Evaluation of Outcome Scales Assessment of Lateral Ankle Ligament Reconstruction. In: *Foot & Ankle International* Bd. 34 (2013), Nr. 7, S. 995–1005
- [39] Campbell, Crawford J. ; Ranawat, Chitanjan S.: OSTEOCHONDRITIS DISSECANS: THE QUESTION OF ETIOLOGY. In: *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* Bd. 6 (1966), Nr. 2, S. 201–221. — Accession Number: 00005373-196603000-00007 — ISBN 2163-0755
- [40] Caputo, Adam M. ; Lee, Jun Y. ; Spritzer, Chuck E. ; Easley, Mark E. ; DeOrio, James K. ; Nunley, James A. ; DeFrate, Louis E.: In Vivo Kinematics of the Tibiotalar Joint After Lateral Ankle Instability. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 37 (2009), Nr. 11, S. 2241–2248
- [41] Carcia, Christopher R. ; Martin, RobRoy L. ; Drouin, Joshua M.: Validity of the Foot and Ankle Ability Measure in Athletes With Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*, 43(2).
- [42] Castaing, J ; Le Chevallier, PL ; Meunier, M: Repeated sprain or recurring subluxation of the tibio-tarsal joint. A simple technic of external ligamentoplasty. In: *Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l’appareil moteur* Bd. 47 (1961), S. 598
- [43] Chew, Kelvin TL ; Tay, Eileen ; Wong, Yue Shuen: Osteochondral lesions of the talus. In: *ANNALS-ACADEMY OF MEDICINE SINGAPORE* Bd. 37, Academy of Medicine, Singapore; 1999 (2008), Nr. 1, S. 63 — ISBN 0304-4602
- [44] Cho, Byung-Ki ; Kim, Yong-Min ; Kim, Dong-Soo ; Choi, Eui-Sung ; Shon, Hyun-Chul ; Park, Kyoung-Jin: Outcomes of the Modified Brostrom Procedure Using Suture Anchors for Chronic Lateral Ankle Instability—A Prospective, Randomized Comparison between Single and Double Suture Anchors. In: *The Journal of Foot and Ankle Surgery* Bd. 52 (2013), Nr. 1, S. 9–15

- [45] Choi, Woo Jin ; Lee, Jin Woo ; Han, Seung Hwan ; Kim, Bom Soo ; Lee, Su Keon: Chronic Lateral Ankle Instability: The Effect of Intra-Articular Lesions on Clinical Outcome. In: The American Journal of Sports Medicine Bd. 36 (2008), Nr. 11, S. 2167–2172
- [46] Chrisman, O. Donald ; Snook, George A.: Reconstruction of Lateral Ligament Tears of the Ankle: AN EXPERIMENTAL STUDY AND CLINICAL EVALUATION OF SEVEN PATIENTS TREATED BY A NEW MODIFICATION OF THE ELSLIE PROCEDURE. In: JBJS Bd. 51 (1969), Nr. 5, S. 904
- [47] Colville, Mark R. ; Marder, Richard A. ; Zarins, Bertram: Reconstruction of the lateral ankle ligaments: A biomechanical analysis. In: The American Journal of Sports Medicine Bd. 20 (1992), Nr. 5, S. 594–600
- [48] Corte-Real, Nuno M. ; Moreira, Rodrigo M.: Arthroscopic Repair of Chronic Lateral Ankle Instability. In: Foot & Ankle International Bd. 30 (2009), Nr. 3, S. 213–217
- [49] Cöster, Maria C. ; Rosengren, Björn E. ; Bremander, Ann ; Brudin, Lars ; Karlsson, Magnus K.: Comparison of the self-reported foot and ankle score (SEFAS) and the American orthopedic foot and ankle society score (AOFAS). In: Foot & ankle international Bd. 35, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA (2014), Nr. 10, S. 1031–1036 — ISBN 1071-1007
- [50] Cottom, James M. ; Rigby, Ryan B.: The “All Inside” Arthroscopic Broström Procedure: A Prospective Study of 40 Consecutive Patients. In: The Journal of Foot and Ankle Surgery Bd. 52 (2013), Nr. 5, S. 568–574
- [51] Coughlin, Michael J. ; Matt, Victoria ; Schenck, Robert C.: Augmented lateral ankle reconstruction using free gracilis graft. In: Orthopedics Bd. 25, SLACK Incorporated (2002), Nr. 1, S. 31–35, ISBN 0147-7447
- [52] Czaja, Stephan ; Müller, Werner: Die anatomische Rekonstruktion des fibulotarsalen Bandkomplexes bei chronischer Bandinstabilität am Sprunggelenk. In: Orthopedics and Traumatology Bd. 10 (1998), Nr. 4, S. 253–264
- [53] Dehne, Ernst: Die Klinik der frischen und habituellen Adduktionssupinationsdistorsion des Fußes. In: Deutsche Zeitschrift für Chirurgie Bd. 242 (1933), Nr. 1, S. 40–61
- [54] Delahunt, Eamonn ; Monaghan, Kenneth ; Caulfield, Brian: Changes in lower limb kinematics, kinetics, and muscle activity in subjects with functional instability of the ankle joint during a single leg drop jump. In: Journal of Orthopaedic Research Bd. 24 (2006), Nr. 10, S. 1991–2000
- [55] Delahunt, Eamonn ; Monaghan, Kenneth ; Caulfield, Brian: Altered Neuromuscular Control and Ankle Joint Kinematics during Walking in Subjects with Functional Instability of the Ankle Joint. In: The American Journal of Sports Medicine Bd. 34 (2006), Nr. 12, S. 1970–1976
- [56] DiGiovanni, Benedict F. ; Fraga, Carlos J. ; Cohen, Bruce E. ; Shereff, Michael J.: Associated Injuries Found in Chronic Lateral Ankle Instability. In: Foot & Ankle International Bd. 21(2000), Nr. 10, S. 809–815
- [57] DiGiovanni, Benedict F. ; Partal, George ; Baumhauer, Judith F.: Acute ankle injury and chronic lateral instability in the athlete. In: Clinics in Sports Medicine Bd. 23 (2004), Nr. 1, S. 1–19
- [58] van Dijk, C. N. ; Lim, L. S. ; Bossuyt, P. M. ; Marti, R. K.: Physical examination is sufficient for the diagnosis of sprained ankles. In: The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume Bd. 78 (1996), Nr. 6, S. 958–962
- [59] van Dijk, Niek C. ; van Bergen, Christiaan J. A.: Advancements in Ankle Arthroscopy. In: JAAOS - Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons Bd. 16 (2008), Nr. 11, S. 635
- [60] Doherty, Cailbhe ; Bleakley, Chris ; Delahunt, Eamonn ; Holden, Sinead: Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. In: British Journal of Medicine Bd. 51 (2017), Nr. 2, S. 113–125
- [61] Drakos, Mark ; Behrens, Steve B. ; Mulcahey, Mary K. ; Paller, David ; Hoffman, Eve ; DiGiovanni, Christopher W.: Proximity of Arthroscopic Ankle Stabilization Procedures to Surrounding Structures: An Anatomic Study. In: Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery Bd. 29 (2013), Nr. 6, S. 1089–1094
- [62] Eccles, John C.: Physiology of Motor Control in Man. In: Stereotactic and Functional Neurosurgery Bd. 44 (1981), Nr. 1–3, S. 5–15
- [63] Elmslie, R. C.: Recurrent Subluxation of the Ankle-Joint. In: Annals of Surgery Bd. 100 (1934), Nr. 2, S. 364–367
- [64] Encke, A. ; Haas, S. ; Kopp, I.: S3-Leitlinie Prophylaxe der venösen Thromboembolie (VTE), 2. komplett überarbeitete Auflage (2015), S. 238
- [65] Engel, Thomas: Operative Therapie von Bandverletzungen am oberen Sprunggelenk.
- [66] Engel, Thomas: Ich knicke immer weg – Therapie der akuten und chronischen Instabilität am OSG.
- [67] Ernst, R. ; Grifka, Joachim ; Gritzan, R. ; Kemen, M. ; Weber, A.: Sonographische Kontrolle des Außenbandapparates am oberen Sprunggelenk bei der frischen Bandruptur und chronischen Bandinstabilität. In: Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete Bd. 128, © 1990 F. Enke Verlag Stuttgart (1990), Nr. 05, S. 525–530 — ISBN 0044-3220

- [68] Evans, David L.: Recurrent Instability of the Ankle—a Method of Surgical Treatment. In: Proceedings of the Royal Society of Medicine Bd. 46 (1953), Nr. 5, S. 343–344
- [69] Falk, Steffi ; Mittlmeier, Thomas: Biomechanik des Sprunggelenks. In: Orthopädie und Unfallchirurgie up2date Bd. 12 (2017), Nr. 05, S. 491–518
- [70] Fallat, Lawrence ; Grimm, Douglas J. ; Saracco, Joseph A.: Sprained ankle syndrome: Prevalence and analysis of 639 acute injuries. In: The Journal of Foot and Ankle Surgery Bd. 37 (1998), Nr. 4, S.280–285
- [71] Farrugia, Patricia ; Goldstein, Christina ; Petrisor, Brad A.: Measuring foot and ankle injury outcomes: Common scales and checklists. In: Injury Bd. 42 (2011), Nr. 3, S. 276–280
- [72] Ferkel, Richard D. ; Chams, Roger N.: Chronic Lateral Instability: Arthroscopic Findings and Long-Term Results. In: Foot & Ankle International Bd. 28 (2007), Nr. 1, S. 24–31
- [73] Flick, A. B. ; Gould, Nathaniel: Osteochondritis dissecans of the talus (transchondral fractures of the talus): review of the literature and new surgical approach for medial dome lesions. In: Foot & ankle Bd. 5, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA (1985), Nr. 4, S. 165–185 — ISBN 0198-0211
- [74] Freeman, M. a. R.: Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. In: The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume Bd. 47-B (1965), Nr. 4, S. 669–677
- [75] Freeman, M. a. R.: Treatment of ruptures of the lateral ligament of the ankle. In: The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume Bd. 47-B (1965), Nr. 4, S. 661–668
- [76] Freeman, M. a. R. ; Dean, M. R. E. ; Hanham, I. W. F.: The Etiology and Prevention of Functional Instability of the Foot. In: Bone & Joint Journal Bd. 47-B (1965), Nr. 4, S. 678–685
- [77] Frigg, A. ; Leumann, A. ; Pagenstert, G. ; Ebnetter, L. ; Hintermann, B. ; Valderrabano, V.: Instabilität des oberen Sprunggelenkes im Sport. In: Fuß & Sprunggelenk Bd. 4 (2006), Nr. 3, S. 139–149
- [78] Frost, S. C. ; Amendola, A.: Is stress radiography necessary in the diagnosis of acute or chronic ankle instability? In: Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine Bd. 9 (1999), Nr. 1, S. 40–45
- [79] Galla, M.: Arthroskopische laterale OSG-Stabilisierung in modifizierter Broström-Gould-Technik. In: Arthroskopie Bd. 24 (2011), Nr. 4, S. 283–290
- [80] Galla, M.: Behandlung der lateralen OSG-Instabilität. In: Der Unfallchirurg Bd. 119 (2016), Nr. 2, S. 109–114
- [81] Galla, Mellany: Behandlung der lateralen Instabilität des oberen Sprunggelenks: Offen oder arthroskopisch? In: Arthroskopie Bd. 31 (2018), Nr. 2, S. 141–146
- [82] Garten, Hans: Das Muskeltestbuch: Funktion - Triggerpunkte - Akupunktur. 3. Auflage. München : Elsevier, Urban & Fischer, 2017 — ISBN 978-3-437-58342-1
- [83] Gillman, Scott F.: The Impact of Chiropractic Manipulative Therapy on Chronic Recurrent Lateral Ankle Sprain Syndrome in Two Young Athletes. In: Journal of Chiropractic Medicine Bd. 3 (2004), Nr. 4, S. 153–159
- [84] Giza, Eric ; Nathe, Ryan ; Nathe, Tyler ; Anderson, Matthew ; Campanelli, Valentina: Strength of Bone Tunnel Versus Suture Anchor and Push-Lock Construct in Broström Repair. In: The American Journal of Sports Medicine Bd. 40 (2012), Nr. 6, S. 1419–1423
- [85] Giza, Eric ; Shin, Edward C. ; Wong, Stephanie E. ; Acevedo, Jorge I. ; Mangone, Peter G. ; Olson, Kirstina ; Anderson, Matthew J.: Arthroscopic Suture Anchor Repair of the Lateral Ligament Ankle Complex: A Cadaveric Study. In: The American Journal of Sports Medicine Bd. 41 (2013), Nr. 11, S. 2567–2572
- [86] Gleitz, M. ; Rupp, T. ; Hess, T. ; Hopf, T.: Bei instabilen Sprunggelenken: Reflextraining und Stabilisierung. In: Orthopädie und Schuhtechnik Bd. 5 (1993), S. 65–68
- [87] Glencross, D. ; Thornton, E.: Position Sense following joint Injury (1981)
- [88] Goldie, Patricia A. ; Evans, Owen M. ; Bach, Timothy M.: Postural control following inversion injuries of the ankle. In: Archives of physical medicine and rehabilitation Bd. 75 (1994), Nr. 9, S. 969–975
- [89] Gould, Nathaniel ; Seligson, David ; Gassman, Jeffrey: Early and Late Repair of Lateral Ligament of the Ankle. In: Foot & Ankle Bd. 1 (1980), Nr. 2, S. 84–89
- [90] Gregush, Ronald V. ; Ferkel, Richard D.: Treatment of the Unstable Ankle with an Osteochondral Lesion: Results and Long-term Follow-up. In: The American Journal of Sports Medicine Bd. 38 (2010), Nr. 4, S. 782–790
- [91] Greve, Julia ; Alonso, Angelica ; Bordini, Ana Carolina P.G. ; Camanho, Gilberto Luis: Correlation between body mass index and postural balance. In: Clinics Bd. 62 (2007), Nr. 6, S. 717–720
- [92] Guelfi, Matteo ; Vega, Jordi ; Malagelada, Francesc ; Dalmau-Pastor, Miki: The arthroscopic all-inside ankle lateral collateral ligament repair is a safe and reproducible technique. In: Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy (2019)

- [93] Guelfi, Matteo ; Zamperetti, Marco ; Pantalone, Andrea ; Usuelli, Federico G. ; Salini, Vincenzo ; Oliva, Xavier Martin: Open and arthroscopic lateral ligament repair for treatment of chronic ankle instability: A systematic review. In: *Foot and Ankle Surgery* Bd. 24 (2018), Nr. 1, S. 11–18
- [94] Guillo, S. ; Takao, M. ; Calder, J. ; Karlson, Jon ; Michels, Frederick ; Bauer, Thomas ; Group, Ankle : Arthroscopic anatomical reconstruction of the lateral ankle ligaments. In: *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* Bd. 24 (2016), Nr. 4, S. 998–1002
- [95] Hageman, Patricia A. ; Leibowitz, J. Michael ; Blanke, Daniel: Age and gender effects on postural control measures. In: *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* Bd. 76 (1995), Nr. 10, S.961–965
- [96] Hamel, J.: Anatomische Außenbandrekonstruktion mit freiem Sehnentransplantat bei schwerer Instabilität des oberen Sprunggelenkes. In: Hamel, J. ; Zwipp, H. (Hrsg.): *Sprunggelenk und Rückfuß*. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2016 — ISBN 978-3-662-45570-8, S. 61–67
- [97] Hamel, J.: Anatomischer Außenbandersatz mit Semitendinosussehnentransplantat am oberen Sprunggelenk. In: *Operative Orthopädie und Traumatologie* Bd. 31 (2019), Nr. 3, S. 211–220
- [98] Hamilton, William G. ; Thompson, Francesca M. ; Snow, Stephen W.: The Modified Brostrom Procedure for Lateral Ankle Instability. In: *Foot & Ankle* Bd. 14 (1993), Nr. 1, S. 1–7
- [99] Harper, Marion C.: Stress Radiographs in the Diagnosis of Lateral Instability of the Ankle and Hindfoot. In: *Foot & Ankle* Bd. 13 (1992), Nr. 8, S. 435–438
- [100] Harrington, K. D.: Degenerative arthritis of the ankle secondary to long-standing lateral ligament instability. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* Bd. 61 (1979), Nr. 3, S. 354–361
- [101] Hartung, W. ; Lerch, K.: Sonografie der Stütz- und Bewegungsorgane. In: Weigel, B. ; Nerlich, M. L. (Hrsg.): *Praxisbuch Unfallchirurgie*. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2011 — ISBN 978-3-642-10788-7, S. 1045–1081
- [102] Hawe, W. ; Lippert, M. J. ; Bennett, P.: Funktionelle Anatomie des oberen Sprunggelenks. In: *Sportverletzung · Sportschaden* Bd. 3 (1989), Nr. 01, S. 1–5
- [103] Hawkins, R. B.: Arthroscopic stapling repair for chronic lateral instability. In: *Clinics in podiatric medicine and surgery* Bd. 4 (1987), Nr. 4, S. 875–883
- [104] Hellpap, W.: Das vernachlässigte untere Sprunggelenk: Die „Frakturlinie“ der Supination. In: *Archiv für Orthopädische und Unfall-Chirurgie* Bd. 55 (1963), Nr. 3, S. 289–300
- [105] Hempfling, Harald: Arthroskopie des oberen Sprunggelenks. In: *Trauma und Berufskrankheit* Bd. 3 (2001), Nr. 4, S. 326–332
- [106] Hennrikus, William L. ; Mapes, Randall C. ; Lyons, Patrick M. ; Lapoint, John M.: Outcomes of the Chrisman-Snook and Modified-Broström Procedures for Chronic Lateral Ankle Instability: A Prospective, Randomized Comparison. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 24 (1996), Nr. 4, S. 400–404
- [107] Herman, Richard: ELECTROMYOGRAPHIC EVIDENCE OF SOME CONTROL FACTORS INVOLVED IN THE ACQUISITION OF SKILLED PERFORMANCE. In: *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* Bd. 49 (1970), Nr. 3, S. 177–191
- [108] Hertel, Jay: Functional Instability Following Lateral Ankle Sprain: In: *Sports Medicine* Bd. 29 (2000), Nr. 5, S. 361–371
- [109] Hertel, Jay: Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. In: *Journal of Athletic Training* Bd. 37 (2002), Nr. 4, S. 364–375
- [110] Hess, A. ; Caborn, D. ; Rehak, D. ; Harner, C. D. ; Fu, F. H.: Surgical treatment of chronic lateral ankle instability using the Mitek suture anchor system. In: *Pittsburgh Orthop J* Bd. 2 (1991), S. 54–59
- [111] Hiller, Claire E. ; Kilbreath, Sharon L. ; Refshauge, Kathryn M.: Chronic ankle instability: evolution of the model. In: *Journal of Athletic Training* Bd. 46, National Athletic Trainers' Association, Inc (2011), Nr. 2, S. 133–141 — ISBN 1062-6050
- [112] Hills, Andrew P. ; Parker, Anthony W.: Gait characteristics of obese children. In: *Archives of physical medicine and rehabilitation* Bd. 72 (1991), Nr. 6, S. 403–407
- [113] Hintermann, B.: Diagnostik und Therapie der chronischen Sprunggelenkinstabilität. In: *Arthroskopie* Bd. 22 (2009), Nr. 2, S. 116–124
- [114] Hintermann, Beat: Anatomische Rekonstruktion des Außenbandkomplexes am Sprunggelenk. In: *Operative Orthopädie und Traumatologie* Bd. 10 (1998), Nr. 3, S. 210–218
- [115] Hintermann, Beat ; Boss, Andreas ; Schäfer, Dirk: Arthroscopic Findings in Patients with Chronic Ankle Instability. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 30 (2002), Nr. 3, S. 402–409
- [116] Holz, Ulrich: Die chronische Außenbandinstabilität am oberen Sprunggelenk Außenbandplastik modifiziert nach Watson-Jones. In: *Operative Orthopädie und Traumatologie* Bd. 1 (1989), Nr. 2, S.69–74

- [117] Hower, R.: Fußprobleme in der orthopädisch-unfallchirurgischen Praxis. In: Trauma und Berufskrankheit Bd. 17 (2015), Nr. S1, S. 22–26
- [118] Hu, Chang-Yong ; Lee, Keun-Bae ; Song, Eun-Kyoo ; Kim, Myung-Sun ; Park, Kyung-Soon: Comparison of Bone Tunnel and Suture Anchor Techniques in the Modified Broström Procedure for Chronic Lateral Ankle Instability. In: The American Journal of Sports Medicine Bd. 41 (2013), Nr. 8, S. 1877–1884
- [119] Hua, Yinghui ; Chen, Shiyi ; Li, Yunxia ; Chen, Jiwu ; Li, Hong: Combination of Modified Broström Procedure With Ankle Arthroscopy for Chronic Ankle Instability Accompanied by Intra-articular Symptoms. In: Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery Bd. 26(2010), Nr. 4, S. 524–528
- [120] Hua, Yinghui ; Yang, Yongming ; Chen, Shiyi ; Cai, Yehua: Ultrasound Examination for the Diagnosis of Chronic Anterior Talofibular Ligament Injury. In: Acta Radiologica Bd. 53 (2012), Nr. 10, S. 1142–1145
- [121] Imhoff, A. B.: Impingementsyndrom des OSG beim Sportler, Imhoff, A. B. (Hrsg.). Fuß.
- [122] Jerosch, J.: [Arthroscopic ankle surgery. Indications, methods, results, complications]. In: Der Orthopäde Bd. 28 (1999), Nr. 6, S. 538–549
- [123] Jerosch, J. ; Bischof, M.: Der Einfluß der Propriozeptivität auf die funktionelle Stabilität des oberen Sprunggelenkes unter besonderer Berücksichtigung von Stabilisierungshilfen. In: Sportverletzung · Sportschaden Bd. 8 (1994), Nr. 03, S. 111–121
- [124] Jerosch, J. ; Steinbeck, J. ; Schröder, M. ; Halm, H.: Arthroscopic treatment of anterior synovitis of the ankle in athletes. In: Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy Bd. 2 (1994), Nr. 3, S. 176–181
- [125] Jorge, João Torrinha ; Gomes, Tiago Mota ; Oliva, Xavier Martin: An anatomical study about the arthroscopic repair of the lateral ligament of the ankle. In: Foot and Ankle Surgery Bd. 24 (2018), Nr. 2, S. 143–148
- [126] Josten, C. ; Rose, T.: Acute and chronic osteochondral talus lesions. In: Der Orthopäde Bd. 28 (1999), Nr. 6, S. 500–508
- [127] Jung, Hong-Geun ; Kim, Tae-Hoon ; Park, Jae-Yong ; Bae, Eui-Jung: Anatomic reconstruction of the anterior talofibular and calcaneofibular ligaments using a semitendinosus tendon allograft and interference screws. In: Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy Bd. 20(2012), Nr. 8, S. 1432–1437
- [128] Kakwani, Rajesh ; Siddique, Malik: Sprained Ankles. VI. Surgical Treatment of Chronic Ligament Ruptures. In: Banaszkiwicz, P. A. ; Kader, D. F. (Hrsg.): Classic Papers in Orthopaedics : Springer London, 2014 — ISBN 978-1-4471-5450-1, S. 233–235
- [129] Kapandji, Ibrahim A. ; Rehart, Stefan ; Koebke, J. (Übers.): Funktionelle Anatomie der Gelenke: schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik. 6. Auflage. Stuttgart New York : Georg Thieme Verlag, 2016 — ISBN 978-3-13-142216-3
- [130] Karlsson, J. ; Peterson, L.: Evaluation of ankle joint function: the use of a scoring scale. In: The Foot Bd. 1 (1991), Nr. 1, S. 15–19
- [131] Karlsson, Jon ; Eriksson, Bengt I. ; Bergsten, Tommy ; Rudholm, Olof ; Swärd, Leif: Comparison of Two Anatomic Reconstructions for Chronic Lateral instability of the Ankle Joint. In: The American Journal of Sports Medicine Bd. 25 (1997), Nr. 1, S. 48–53
- [132] Kashuk, K. B. ; Carbonell, J. A. ; Blum, J. A.: Arthroscopic stabilization of the ankle. In: Clinics in podiatric medicine and surgery Bd. 14 (1997), Nr. 3, S. 459–478
- [133] Kerkhoffs, Gino MMJ ; Handoll, Helen HG ; Bie, Rob de ; Rowe, Brian H. ; Struijs, Peter AA: Surgical versus conservative treatment for acute injuries of the lateral ligament complex of the ankle in adults. In: Cochrane Database of Systematic Reviews (2007), Nr. 2
- [134] Kerkhoffs, Gino ; Struijs, Peter ; Marti, René ; Blankevoort, Leendert ; Assendelft, Willem ; van Dijk, C: Functional treatments for acute ruptures of the lateral ankle ligament. In: Acta Orthopaedica Scandinavica Bd. 74 (2003), Nr. 1, S. 69–77
- [135] Kibler, W. B.: Arthroscopic findings in ankle ligament reconstruction. In: Clinics in sports medicine Bd. 15 (1996), Nr. 4, S. 799–804
- [136] Kim, Eung Soo ; Lee, Kyung Tai ; Park, Jun Sic ; Lee, Young Koo: Arthroscopic Anterior Talofibular Ligament Repair for Chronic Ankle Instability With a Suture Anchor Technique. In: Orthopedics Bd. 34 (2011), Nr. 4, S. 273–273
- [137] Kitaoka, Harold B. ; Alexander, Ian J. ; Adelaar, Robert S. ; Nunley, James A. ; Myerson, Mark S. ; Sanders, Melanie: Clinical Rating Systems for the Ankle-Hindfoot, Midfoot, Hallux, and Lesser Toes. In: Foot & Ankle International Bd. 15 (1994), Nr. 7, S. 349–353
- [138] Klos, K. ; Knobe, M. ; Randt, T. ; Simons, P. ; Mückley, T.: Verletzungen der Peronealsehnen: Häufig übersehen. In: Der Unfallchirurg Bd. 120 (2017), Nr. 12, S. 1020–1030

- [139] Knöß, P. ; Knöß, M. ; Otto, M. ; Kriegsmann, J. ; Krukemeyer, M.G. ; Krenn, V.: Das differenzialdiagnostische Spektrum der Synovialitis. In: Zeitschrift für Rheumatologie Bd. 67 (2008), Nr. 1, S. 8–16
- [140] Knupp, M. ; Valderrabano, V. ; Hintermann, B.: Anatomische und biomechanische Überlegungen zur Sprunggelenkprothetik. In: Der Orthopäde Bd. 35 (2006), Nr. 5, S. 489–494
- [141] Komenda, Gregory A. ; Ferkel, Richard D.: Arthroscopic Findings Associated with the Unstable Ankle. In: Foot & Ankle International Bd. 20 (1999), Nr. 11, S. 708–713
- [142] Komenda, Gregory A. ; Ferkel, Richard D.: Arthroscopic Findings Associated with the Unstable Ankle. In: Foot & Ankle International Bd. 20 (1999), Nr. 11, S. 708–713
- [143] Konradsen, L. ; Ravn, J. B. ; Sorensen, A. I.: Proprioception at the ankle: the effect of anaesthetic blockade of ligament receptors. In: The Journal of bone and joint surgery. British volume Bd. 75 (1993), Nr. 3, S. 433–436
- [144] Konradsen, Lars ; Hølmer, Per ; Søndergaard, Lars: Early Mobilizing Treatment for Grade III Ankle Ligament Injuries. In: Foot & Ankle Bd. 12 (1991), Nr. 2, S. 69–73
- [145] Konradsen, Lars ; Ravn, Jesper Bohsen: Ankle instability caused by prolonged peroneal reaction time. In: Acta Orthopaedica Scandinavica Bd. 61 (1990), Nr. 5, S. 388–390
- [146] Konradsen, Lars ; Voigt, Michael ; Hojsgaard, Charlotte: Ankle Inversion Injuries: The Role of the Dynamic Defense Mechanism, The Role of the Dynamic Defense Mechanism. In: The American Journal of Sports Medicine Bd. 25 (1997), Nr. 1, S. 54–58
- [147] Kopsch ; Rauber: Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. Bd. 1 v. 3. 19. : Georg Thieme Verlag, 1955
- [148] Kostuj, Tanja ; Schaper, Katharina. ; Baums, Mike H. ; Lieske, Sebastian: Eine Validierung des AOFAS-Ankle-Hindfoot-Scale für den deutschen Sprachraum. In: Fuß & Sprunggelenk Bd. 12 (2014), Nr. 2, S. 100–106
- [149] Kramer, J. ; Scheurecker, G. ; Ruthmann, E. ; Stelzl, R.: Sprunggelenk. In: Arthroskopie Bd. 24 (2011), Nr. 2, S. 141–149
- [150] Krips, Rover ; van Dijk, C. Niek ; Halasi, Tamas ; Lehtonen, Hannu ; Corradini, Constantino ; Moyen, Bernard ; Karlsson, Jon: Long-Term Outcome of Anatomical Reconstruction Versus Tenodesis for the Treatment of Chronic Anterolateral Instability of the Ankle Joint: A Multicenter Study. In: Foot & Ankle International Bd. 22 (2001), Nr. 5, S. 415–421
- [151] Krips, Rover ; van Dijk, C. Niek ; Lehtonen, Hannu ; Halasi, Tamas ; Moyen, Bernard ; Karlsson, Jon: Sports Activity Level after Surgical Treatment for Chronic Anterolateral Ankle Instability. In: The American Journal of Sports Medicine Bd. 30 (2002), Nr. 1, S. 13–19
- [152] von Lanz, T. ; Wachsmuth, W.: Pes der Fuß. In: Praktische Anatomie: Ein Lehr- und Hilfsbuch der anatomischen Grundlagen ärztlichen Handelns. Berlin: Springer (1972), S. 351–410
- [153] Larsen, Eilif: Longitudinal rupture of the peroneus brevis tendon. In: Journal of bone and joint surgery. British volume Bd. 69 (1987), Nr. 2, S. 340–341 — ISBN 0301-620X
- [154] Lauge-Hansen, N.: FRACTURES OF THE ANKLE: II. Combined Experimental-Surgical and Experimental-Roentgenologic Investigations. In: Archives of Surgery Bd. 60 (1950), Nr. 5, S. 957–985
- [155] Leach, R. E. ; Namiki, O. ; Paul, G. R. ; Stockel, J.: Secondary reconstruction of the lateral ligaments of the ankle. In: Clinical orthopaedics and related research (1981), Nr. 160, S. 201–211
- [156] Lee, Jake ; Hamilton, Graham ; Ford, Lawrence: Associated Intra-articular Ankle Pathologies in Patients With Chronic Lateral Ankle Instability: Arthroscopic Findings at the Time of Lateral Ankle Reconstruction. In: Foot & Ankle Specialist Bd. 4 (2011), Nr. 5, S. 284–289
- [157] Lee, Kyung Tai ; Kim, Eung Soo ; Kim, Young Ho ; Ryu, Je Seong ; Rhyu, Im Joo ; Lee, Young Koo: All-inside arthroscopic modified Broström operation for chronic ankle instability: a biomechanical study. In: Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy Bd. 24 (2016), Nr. 4, S. 1096–1100
- [158] Lee, Kyung Tai ; Park, Young Uk ; Kim, Jin Su ; Kim, Jun Beom ; Kim, Ki Chun ; Kang, Seung Kyun: Long-Term Results after Modified Brostrom Procedure without Calcaneo-fibular Ligament Reconstruction. In: Foot & Ankle International Bd. 32 (2011), Nr. 2, S. 153–157
- [159] Lee, Kyung-Tai ; Lee, Jung Il ; Sung, Ki Sun ; Kim, J-Young ; Kim, Eung Soo ; Lee, Sang-Heon ; Wang, Joon Ho: Biomechanical evaluation against calcaneofibular ligament repair in the Brostrom procedure: a cadaveric study. In: Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy Bd. 16 (2008), Nr. 8, S. 781–786
- [160] Lentell, Gary ; Baas, Brian ; Lopez, Darryl ; McGuire, Leif ; Sarrels, Mike ; Snyder, Paul: The Contributions of Proprioceptive Deficits, Muscle Function, and Anatomic Laxity to Functional Instability of the Ankle. In: Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy Bd. 21 (1995), Nr. 4, S. 206–215

- [161] Lentell, Gary ; Baas, Brian ; Lopez, Darryl ; McGuire, Leif ; Sarrels, Mike ; Snyder, Paul: The Contributions of Proprioceptive Deficits, Muscle Function, and Anatomic Laxity to Functional Instability of the Ankle. In: *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* Bd. 21 (1995), Nr. 4, S. 206–215
- [162] Leumann, A. ; Valderrabano, V ; Pagenstert, G.: Ligamentäre Instabilität des oberen Sprunggelenkes. In: Ruchholtz, Steffen, S. ; Wirtz, D. C. (Hrsg.): *Orthopädie und Unfallchirurgie essentials Intensivkurs zur Weiterbildung, 2019* — ISBN 978-3-13-148443-7, S. 664–669
- [163] Leumann, André Georges: *Chronische Sprunggelenksinstabilität im Schweizer Orientierungslauf-Nationalkader*, Verlag nicht ermittelbar, 2006
- [164] Li, Xinning ; Killie, Heather ; Guerrero, Patrick ; Busconi, Brian D.: Anatomical Reconstruction for Chronic Lateral Ankle Instability in the High-Demand Athlete: Functional Outcomes After the Modified Broström Repair Using Suture Anchors. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 37 (2009), Nr. 3, S. 488–494
- [165] Li, Xinning ; Lin, Timothy J. ; Busconi, Brian D.: Treatment of chronic lateral ankle instability: a modified broström technique using three suture anchors. In: *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* Bd. 4 (2009), S. 41
- [166] Liu, Stephen H. ; Baker, Champ L.: Comparison of Lateral Ankle Ligamentous Reconstruction Procedures. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 22 (1994), Nr. 3, S. 313–317
- [167] Löfvenberg, R. ; Kärrholm, J. ; Sundelin, G.: Die propriozeptive Reaktion beim gesunden und beim chronisch instabilen Sprunggelenk. In: *Sportverletzung · Sportschaden* Bd. 10 (1996), Nr. 04, S. 79–83
- [168] Lohrer, H. ; Alt, W. ; Gollhofer, A. ; Rappe, B.: Verletzungen am lateralen Kapselbandapparat des Sprunggelenks—eine Übersicht. In: *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* Bd. 51 (2000), Nr. 6, S. 196–203
- [169] Lohrer, Heinz ; Bonsignore, Giuseppe ; Dorn-Lange, Nadja ; Li, Lu ; Gollhofer, Albert ; Gehring, Dominic: Stabilizing lateral ankle instability by suture tape – a cadaver study. In: *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* Bd. 14 (2019), Nr. 1, S. 175
- [170] Lundberg, A. ; Svensson, O. K. ; Nemeth, G. ; Selvik, G.: The axis of rotation of the ankle joint. In: *Bone & Joint Journal* Bd. 71-B (1989), Nr. 1, S. 94–99
- [171] Maffulli, Nicola ; Del Buono, Angelo ; Maffulli, Gayle D. ; Oliva, Francesco ; Testa, Vittorino ; Capasso, Giovanni ; Denaro, Vincenzo: Isolated Anterior Talofibular Ligament Broström Repair for Chronic Lateral Ankle Instability: 9-Year Follow-up. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 41 (2013), Nr. 4, S. 858–864
- [172] Maffulli, Nicola ; Ferran, Nicholas A.: Management of Acute and Chronic Ankle Instability. In: *JAAOS - Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* Bd. 16 (2008), Nr. 10, S. 608
- [173] Malviya, Ajay ; Makwana, Nilesh ; Laing, Patrick: Correlation of the AOFAS Scores with a Generic Health Qualy Score in Foot and Ankle Surgery. In: *Foot & Ankle International* Bd. 28 (2007), Nr. 4, S. 494–498
- [174] Martin, Robroy L. ; Davenport, Todd E. ; Paulseth, Stephen ; Wukich, Dane K. ; Godges, Joseph J.: Ankle Stability and Movement Coordination Impairments: Ankle Ligament Sprains: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health From the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. In: *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* Bd. 43 (2013), Nr. 9, S. A1–A40
- [175] Martin, Robroy L. ; Irrgang, James J.: A survey of self-reported outcome instruments for the foot and ankle. In: *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* Bd. 37, JOSPT, Inc. JOSPT, 1033 North Fairfax Street, Suite 304, Alexandria, VA ... (2007), Nr. 2, S. 72–84 — ISBN 0190-6011
- [176] Martin, Robroy L. ; Irrgang, James J. ; Burdett, Ray G. ; Conti, Stephen F. ; Van Swearingen, Jessie M.: Evidence of validity for the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM). In: *Foot & Ankle International* Bd. 26 (2005), Nr. 11, S. 968–983
- [177] Martin, RobRoy L. ; Irrgang, James J. ; Lalonde, Karl A. ; Conti, Stephen: Current Concepts Review: Foot and Ankle Outcome Instruments. In: *Foot & Ankle International* Bd. 27 (2006), Nr. 5, S. 383–390
- [178] Matsui, Kentaro ; Takao, Masato ; Miyamoto, Wataru ; Matsushita, Takashi: Early recovery after arthroscopic repair compared to open repair of the anterior talofibular ligament for lateral instability of the ankle. In: *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* Bd. 136 (2016), Nr. 1, S. 93–100
- [179] Mattacola, Carl G. ; Dwyer, Maureen K.: Rehabilitation of the Ankle After Acute Sprain or Chronic Instability. In: *Journal of Athletic Training* Bd. 37 (2002), Nr. 4, S. 413–429
- [180] McCullough, C. J. ; Burge, P. D.: Rotatory stability of the load-bearing ankle. An experimental study. In: *Bone & Joint Journal* Bd. 62-B (1980), Nr. 4, S. 460–464
- [181] McKeon, Patrick O. ; Hertel, Jay: Systematic Review of Postural Control and Lateral Ankle Instability, Part I: Can Deficits Be Detected With Instrumented Testing? In: *Journal of Athletic Training* Bd. 43 (2008), Nr. 3, S. 293–304

- [182] Messer, Terry M. ; Cummins, Craig A. ; Ahn, Joseph ; Kelikian, Armen S.: Outcome of the Modified Broström Procedure for Chronic Lateral Ankle Instability Using Suture Anchors. In: *Foot & Ankle International* Bd. 21 (2000), Nr. 12, S. 996–1003
- [183] Milos, R.-I. ; Fritz, L. B. ; Schueller-Weidekamm, C.: Impingement-Syndrom des oberen Sprunggelenks. In: *Der Radiologe* Bd. 57 (2017), Nr. 4, S. 309–326
- [184] Möllenhoff, G. ; Richter, J. ; Muhr, G.: Supination trauma. A classic case. In: *Der Orthopäde* Bd. 28 (1999), Nr. 6, S. 469–475
- [185] Moraes, Miguel R. B.; Cavalcante, Maria Luzete C. ; Leite, José Alberto D. ; Ferreira, Francisco Valdecir; Castro, Antônio Juvêncio O. ; Santana, Mariana G.: Histomorphometric Evaluation of Mechanoreceptors and Free Nerve Endings in Human Lateral Ankle Ligaments. In: *Foot & Ankle International* Bd. 29 (2008), Nr. 1, S. 87–90
- [186] Morawietz, L. ; Fernahl, G. ; Krenn, V.: Differenzialdiagnostik der Synovialitis. In: *Der Pathologe* Bd. 29 (2008), Nr. S2, S. 218–222
- [187] Müller-Gerbl, M.: [Anatomy and biomechanics of the upper ankle joint]. In: *Der Orthopäde* Bd. 30 (2001), Nr. 1, S. 3–11
- [188] Munn, Joanne ; Sullivan, S. John ; Schneiders, Anthony G.: Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: A systematic review with meta-analysis. In: *Journal of Science and Medicine in Sport* Bd. 13 (2010), Nr. 1, S. 2–12
- [189] Nashner, Lewis M. ; McCollum, Gin: The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. In: *Behavioral and Brain Sciences* Bd. 8 (1985), Nr. 1, S. 135–150
- [190] Nauck, T. ; Lohrer, H.: Translation, cross-cultural adaption and validation of the German version of the Foot and Ankle Ability Measure for patients with chronic ankle instability. In: *British Journal of Sports Medicine* Bd. 45 (2011), Nr. 10, S. 785–790
- [191] Nehrer, S.: Die Frau im Sport: Genderspezifische Probleme in der Sportorthopädie. In: *Manuelle Medizin* Bd. 51 (2013), Nr. 1, S. 21–26
- [192] Nery, Caio ; Raduan, Fernando ; Del Buono, Angelo ; Asami, Inacio Diogo ; Cohen, Moises ; Maffulli, Nicola: Arthroscopic-Assisted Broström-Gould for Chronic Ankle Instability: A Long-Term Follow-up. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 39 (2011), Nr. 11, S. 2381–2388
- [193] Neumann, H. W. (Hrsg.): *Sprunggelenk und Fuß, AE-Manual der Endoprothetik*. Heidelberg : Springer, 2012 — ISBN 978-3-642-14885-9
- [194] Ng, ZD ; De, S Das: Modified Brostrom-Evans-Gould Technique for Recurrent Lateral Ankle Ligament Instability. In: *Journal of Orthopaedic Surgery* Bd. 15 (2007), Nr. 3, S. 306–310
- [195] Niethard, Fritz U. ; Pfeil, Joachim ; Biberthaler, Peter: *Orthopädie und Unfallchirurgie: 78 Tabellen ; [inklusive Video-CD-ROM], Duale Reihe. 6., vollst. überarb. und erw. Aufl.* Stuttgart : Thieme, 2009 — ISBN 978-3-13-130816-0
- [196] Noailles, Thibaut ; Lopes, Ronny ; Padiolleau, Giovanni ; Gouin, François ; Brilhault, Jean: Non-anatomical or direct anatomical repair of chronic lateral instability of the ankle: A systematic review of the literature after at least 10 years of follow-up. In: *Foot and Ankle Surgery* Bd. 24 (2018), Nr. 2, S. 80–85
- [197] Noguchi, K.: Biomechanical analysis for osteoarthritis of the ankle. In: *Nihon Seikeigeka Gakkai zasshi* Bd. 59 (1985), Nr. 2, S. 215–222
- [198] Odak, Saurabh ; Ahluwalia, Raju ; Shivarathre, Deepak G. ; Mahmood, Atif ; Blucher, Nicola ; Hennessy, Michael ; Platt, Simon: Arthroscopic Evaluation of Impingement and Osteochondral Lesions in Chronic Lateral Ankle Instability. In: *Foot & Ankle International* Bd. 36 (2015), Nr. 9, S. 1045–1049
- [199] O’Donoghue, DH: Treatment of ankle injuries. In: *Northwest medicine* Bd. 57 (1958), Nr. 10, S. 1277-1286
- [200] O’Driscoll, Jeremiah ; Kerin, Fearghal ; Delahunt, Eamonn: Effect of a 6-week dynamic neuromuscular training programme on ankle joint function: a case report. In: *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology* Bd. 3, Springer (2011), Nr. 1, S. 13 — ISBN 1758-2555
- [201] Ogilvie-Harris, D. J. ; Gilbert, Michael K. ; Chorney, Katheryn: Chronic pain following ankle sprains in athletes: the role of arthroscopic surgery. In: *Arthroscopy* Bd. 13 (1997), Nr. 5, S. 564–574
- [202] Okuda, Ryuzo ; Kinoshita, Mitsuo ; Morikawa, Junichi ; Yasuda, Toshito ; Abe, Muneaki: Arthroscopic Findings in Chronic Lateral Ankle Instability: Do Focal Chondral Lesions Influence the Results of Ligament Reconstruction? In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 33 (2005), Nr. 1, S. 35–42
- [203] Osel, J.: Die Arthroskopie am oberen und unteren Sprunggelenk. In: *Arthritis und Rheuma* Bd. 31 (2011), Nr. 1, S. 25–29
- [204] Otis, James C. ; Deland, Jonathan T. ; Lee, Samuel ; Gordon, Jonathan: Peroneus Brevis is a More Effective Evertor than Peroneus Longus. In: *Foot & Ankle International* Bd. 25 (2004), Nr. 4, S. 242–246

- [205] Ozbaydar, Mehmet ; Elhassan, Bassem ; Warner, Jon J. P.: The Use of Anchors in Shoulder Surgery: A Shift From Metallic to Bioabsorbable Anchors. In: *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* Bd. 23 (2007), Nr. 10, S. 1124–1126
- [206] Paden, M. H. ; Stone, P. A. ; McGarry, J. J.: Modified Brostrom lateral ankle stabilization utilizing an implantable anchoring system. In: *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons* Bd. 33 (1994), Nr. 6, S. 617–622
- [207] Paterson, R. ; Cohen, B. ; Taylor, D. ; Bourne, A. ; Black, J.: Reconstruction of the Lateral Ligaments of the Ankle Using Semi-tendinosis Graft. In: *Foot & Ankle International* Bd. 21 (2000), Nr. 5, S. 413–419
- [208] Peetrons, Philippe ; Creteur, Viviane ; Bacq, Christian: Sonography of ankle ligaments. In: *Journal of Clinical Ultrasound* Bd. 32 (2004), Nr. 9, S. 491–499
- [209] Petersen, W. ; Tillmann, B.: Topographische und funktionelle Anatomie des oberen Sprunggelenks. In: *Arthroskopie* Bd. 14 (2001), Nr. 3, S. 148–153
- [210] Petersen, Wolf ; Rembitzki, Ingo Volker ; Koppenburg, Andreas Gösele ; Ellermann, Andre ; Liebau, Christian ; Brüggemann, Gerd Peter ; Best, Raymond: Treatment of acute ankle ligament injuries: a systematic review. In: *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* Bd. 133 (2013), Nr. 8, S. 1129–1141
- [211] Petersen, Wolf ; Rosenbaum, Dieter ; Raschke, Michael: Rupturen des vorderen Kreuzbandes bei weiblichen Athleten. Teil 1: Epidemiologie, Verletzungsmechanismen und Ursachen. In: *SPORTMEDIZIN* Bd. 56 (2005), Nr. 6, S. 150
- [212] Pihlajamäki, Harri ; Hietaniemi, Kalevi ; Paavola, Mika ; Visuri, Tuomo ; Mattila, Ville M: Surgical Versus Functional Treatment for Acute Ruptures of the Lateral Ligament Complex of the Ankle in Young Men: A Randomized Controlled Trial. In: *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume* Bd. 92 (2010), Nr. 14, S. 2367–2374
- [213] Pijnenburg, A. C. M. ; Bogaard, K. ; Krips, R. ; Marti, R. K. ; Bossuyt, P. M. M. ; van Dijk, C. N.: Operative and functional treatment of rupture of the lateral ligament of the ankle: A RANDOMISED, PROSPECTIVE TRIAL. In: *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume* Bd. 85-B (2003), Nr. 4, S. 525–530
- [214] Povacz, P. ; Unger, F. ; Miller, K. ; Tockner, R. ; Resch, H.: A randomized, prospective study of operative and non-operative treatment of injuries of the fibular collateral ligaments of the ankle. In: *JBJS* Bd. 80, LWW (1998), Nr. 3, S. 345–51 — ISBN 0021-9355
- [215] Pretterklieber, M. L.: [Anatomy and kinematics of the human ankle joint]. In: *Der Radiologe* Bd. 39 (1999), Nr. 1, S. 1–7
- [216] Prisk, Victor R. ; Imhauser, Carl W. ; O’Loughlin, Padhraig F. ; Kennedy, John G.: Lateral Ligament Repair and Reconstruction Restore Neither Contact Mechanics of the Ankle Joint nor Motion Patterns of the Hindfoot. In: *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume*. Bd. 92 (2010), Nr. 14, S. 2375–2386
- [217] van Putte-Katier, Nienke ; van Ochten, John M. ; van Middelkoop, Marienke ; Bierma-Zeinstra, Sita M.A. ; Oei, Edwin H.G.: Magnetic resonance imaging abnormalities after lateral ankle trauma in injured and contralateral ankles. In: *European Journal of Radiology* Bd. 84 (2015), Nr. 12, S. 2586–2592
- [218] Rammelt, S. ; Schneiders, W. ; Grass, R. ; Rein, S. ; Zwipp, H.: Bandverletzungen am oberen Sprunggelenk. In: *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie* Bd. 149 (2011), Nr. 05, S. e45–e67
- [219] Rammelt, S. ; Zwipp, H.: Sprunggelenk und Fuß. In: Weigel, B. ; Nerlich, M. L. (Hrsg.): *Praxisbuch Unfallchirurgie*. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2011 — ISBN 978-3-642-10788-7, S. 691–769
- [220] Rammelt, Stefan ; Amlang, Michael ; Zwipp, Hans: Standardröntgendiagnostik an Fuß und Sprunggelenk. In: *Fuß & Sprunggelenk* Bd. 8 (2010), Nr. 2, S. 80–91
- [221] Rammelt, Stefan ; Grass, René ; Biewener, Achim ; Zwipp, Hans: Bandverletzungen am oberen Sprunggelenk. In: *Trauma und Berufskrankheit* Bd. 5 (2003), Nr. 2, S. 170–178
- [222] Rammelt, Stefan ; Richter, Martinus ; Walther, Markus: Frische Außenbandruptur am Oberen Sprunggelenk. In: *Leitlinien Unfallchirurgie*. Bd. AWMF-Nr. 012-022 (2017), S. 22
- [223] Refshauge, Kathryn M. ; KILBREATH, SHARON L. ; RAYMOND, JACQUELENE: The effect of recurrent ankle inversion sprain and taping on proprioception at the ankle. In: *Medicine & Science in Sports & Exercise* Bd. 32 (2000), Nr. 1, S. 10
- [224] Reimann, R ; Anderhuber, F.: [Compensatory movements of the fibula necessitated by the wedge shape of the trochlea tali]. In: *Acta anatomica* Bd. 108 (1980), Nr. 1, S. 60–67
- [225] Rein, Susanne ; Fabian, Tobias ; Zwipp, Hans ; Mittag-Bonsch, Martina ; Weindel, Stefan: Influence of Age, Body Mass Index and Leg Dominance on Functional Ankle Stability. In: *Foot & Ankle International* Bd. 31 (2010), Nr. 5, S. 423–432

- [226] Rein, Susanne ; Hagert, Elisabet ; Hanisch, Uwe ; Lwowski, Sophie ; Fieguth, Armin ; Zwipp, Hans: Immunohistochemical Analysis of Sensory Nerve Endings in Ankle Ligaments: A Cadaver Study. In: *Cells Tissues Organs* Bd. 197 (2013), Nr. 1, S. 64–76
- [227] Rein, Susanne ; Hagert, Elisabet ; Schneiders, Wolfgang ; Fieguth, Armin ; Zwipp, Hans: Histological analysis of the structural composition of ankle ligaments. In: *Foot & Ankle International* Bd. 36 (2015), Nr. 2, S. 211–224
- [228] Rein, Susanne ; Hanisch, Uwe ; Zwipp, Hans ; Fieguth, Armin ; Lwowski, Sophie ; Hagert, Elisabet: Comparative Analysis of Inter- and IntraLigamentous Distribution of Sensory Nerve Endings in Ankle Ligaments: A Cadaver Study. In: *Foot & Ankle International* Bd. 34 (2013), Nr. 7, S. 1017–1024
- [229] Rein, Susanne ; Manthey, Suzanne ; Zwipp, Hans ; Witt, Andreas: Distribution of sensory nerve endings around the human sinus tarsi: a cadaver study. In: *Journal of Anatomy* Bd. 224 (2014), Nr. 4, S.499–508
- [230] Richter, J.: Ergebnisse nach Rekonstruktion des Außenbandapparates des oberen Sprunggelenkes mittels freier Hamstringsehne in neuer Markgröninger OP-Technik.
- [231] Richter, J. ; Volz, R. ; Immendorfer, M. ; Schulz, M.: Rekonstruktion des Außenbandapparats mittels Kniebeugesehnentransplantat bei chronischer Außenbandinstabilität des OSG. In: *Operative Orthopädie und Traumatologie* Bd. 24 (2012), Nr. 1, S. 50–60
- [232] Richter, Martinus ; Zech, Stefan ; Geerling, Jens ; Frink, Michael ; Knobloch, Karsten ; Krettek, Christian: A new foot and ankle outcome score: Questionnaire based, subjective, Visual-Analogue-Scale, validated and computerized. In: *Foot and Ankle Surgery* Bd. 12 (2006), Nr. 4, S. 191–199
- [233] van der Rijt, Aj ; Evans, Ga: The long-term results of Watson-Jones tenodesis. In: *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume* Bd. 66-B (1984), Nr. 3, S. 371–375
- [234] Rodriguez-Merchan, E. Carlos: Chronic ankle instability: diagnosis and treatment. In: *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* Bd. 132 (2012), Nr. 2, S. 211–219
- [235] Romero, P. ; Günther, P. ; Schenk, J.-P. ; Holland-Cunz, S.: Tumor oder Trauma: Kasuistik zu synovialen Weichteiltumoren im Kindesalter. In: *Der Unfallchirurg* Bd. 111 (2008), Nr. 7, S. 559–562
- [236] Rudert, M. ; Wülker, N. ; Wirth, C. J.: RECONSTRUCTION OF THE LATERAL LIGAMENTS OF THE ANKLE USING A REGIONAL PERIOSTEAL FLAP. In: *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume* Bd. 79-B (1997), Nr. 3, S. 446–451
- [237] Sammarco, G. James ; Diraimondo, Charles V.: Surgical treatment of lateral ankle instability syndrome. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 16 (1988), Nr. 5, S. 501–511
- [238] Schäfer, D. ; Hintermann, B.: Arthroscopic assessment of the chronic unstable ankle joint. In: *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* Bd. 4 (1996), Nr. 1, S. 48–52
- [239] Schäfer, D. ; Hintermann, B.: Bildgebende Diagnostik der Sprunggelenksinstabilität. In: *Sportverletzung · Sportschaden* Bd. 10 (1996), Nr. 03, S. 55–57
- [240] Schäfer, D. ; Hintermann, B.: Arthroscopische Befunde im instabilen OSG. In: *Sportverletzung · Sportschaden* Bd. 10 (1996), Nr. 03, S. 63–66
- [241] Scheuba, G. ; Vossköhler, E.: Zur Diagnostik der Bandverletzungen des oberen Sprunggelenks. In: *Unfallchirurgie* Bd. 9 (1983), Nr. 6, S. 341–344
- [242] Schneiderbauer, M. M. ; Frigg, A. ; Valderrabano, V. ; Hintermann, B.: Arthroscopische Befunde bei der chronischen Sprunggelenkinstabilität. In: *Arthroskopie* Bd. 18 (2005), Nr. 2, S. 104–111
- [243] Schneppenheim, M. ; Philipps, B. ; Schunck, J. ; Jerosch, J.: Komplikationen bei arthroscopischen Operationen am oberen Sprunggelenk. In: *Arthroskopie* Bd. 14 (2001), Nr. 3, S. 221–225
- [244] Schricker, T. ; Hien, N. M. ; Wirth, C. J.: Klinische Ergebnisse sonographischer funktionsuntersuchungen bei Kapselbandläsionen am Knie-und Sprunggelenk. In: *Ultraschall in der Medizin* Bd. 8, © Georg Thieme Verlag Stuttgart· New York (1987), Nr. 01, S. 27–31 — ISBN 0172-4614
- [245] Schünke, M. ; Schulte, E. ; Schumacher, U. ; Voll, M. ; Wesker, K. (Hrsg.): *Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem: 182 Tabellen*, Prometheus. 3., überarb. und erw. Aufl. Stuttgart : Thieme, 2011 — ISBN 978-3-13-139523-8
- [246] Seifarth, A.: Anatomie und Pathologie der Bänder im oberen und unteren Sprunggelenk. In: *Arthroskopie* Bd. 32 (2019), Nr. 2, S. 125–132
- [247] Seiler, H.: Biomechanics and functional anatomy of the upper ankle. In: *Der Orthopäde* Bd. 28 (1999), Nr. 6, S. 460–468
- [248] Selmani, Edvin ; Dogjani, Agron: Treatment of Chronic Ankle Instability. In: *Albanian Journal of Trauma and Emergency Surgery* Bd. 3 (2019), Nr. 2
- [249] Shahrulazua, A. ; Ariff Sukimin, M. S. ; Tengku Muzaffar, T. M. ; Yusof, M. I.: Early functional outcome of a modified Brostrom-Gould surgery using bioabsorbable suture anchor for chronic lateral ankle instability. In: *Singapore Medical Journal* Bd. 51 (2010), Nr. 3, S. 235–241

- [250] Shakked, Rachel J. ; Karnovsky, Sydney ; Drakos, Mark C.: Operative treatment of lateral ligament instability. In: *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* (2017), S. 1–9
- [251] Sizer, Phillip S. ; Phelps, Valerie ; James, Roger ; Matthijs, Omer: Diagnosis and Management of the Painful Ankle/Foot Part 1: Clinical Anatomy and Pathomechanics. In: *Pain Practice* Bd. 3 (2003), Nr. 3, S. 238–262
- [252] Stadelmayer, B. ; Dauber, A. ; Pelzl, H.: Operative oder konservative Therapie der Außenbandruptur am oberen Sprunggelenk? In: *Unfallchirurgie* Bd. 18 (1992), Nr. 1, S. 37–43
- [253] Stauffer, RICHARD N. M. D. ; Chao, EDWARD Y. S. PH D. ; Brewster, ROBERT C. M. D.: Force and Motion Analysis of the Normal, Diseased, and Prosthetic Ankle Joint. In: *Clinical Orthopaedics & Related Research* Bd. 127 (1977), S. 189–196
- [254] Stephens, Michael M. ; Sammarco, G. James: The Stabilizing Role of the Lateral Ligament Complex around the Ankle and Subtalar Joints. In: *Foot & Ankle* Bd. 13 (1992), Nr. 3, S. 130–136
- [255] Stormont, Daniel M. ; Morrey, Bernard F. ; An, Kai-Nan ; Cass, Joseph R.: Stability of the loaded ankle: Relation between articular restraint and primary and secondary static restraints. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 13 (1985), Nr. 5, S. 295–300
- [256] Stribley, Richard F. ; Albers, J. W. ; Tourtellotte, W. W. ; Cockrell, J. L.: A quantitative study of stance in normal subjects. In: *Arch Phys Med Rehabil* Bd. 55 (1974), Nr. 2, S. 74–80
- [257] Sugimoto, Kazuya ; Takakura, Yoshinori ; Akiyama, Kohichi ; Kamei, Shigeru ; Kitada, Chikara ; Kumai, Tsukasa: Long-Term Results of Watson-Jones Tenodesis of the Ankle. Clinical and Radiographic Findings After Ten to Eighteen Years of Follow-up\*. In: *JBS* Bd. 80 (1998), Nr. 11, S. 1587
- [258] Taga, Ichiro ; Shino, Konsei ; Inoue, Masahiro ; Nakata, Ken ; Maeda, Akira: Articular cartilage lesions in ankles with lateral ligament injury: An arthroscopic study. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 21 (1993), Nr. 1, S. 120–127
- [259] Takahashi, Toshiaki ; Nakahira, Masato ; Kaho, Kuninobu ; Kawakami, Teruhiko: Anatomical reconstruction of chronic lateral ligament injury of the ankle using pedicle tendon of the extensor digitorum longus. In: *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* Bd. 123 (2003), Nr. 4, S. 175–179
- [260] Tegner, Y. ; Lysholm, J.: Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. In: *Clinical Orthopaedics and Related Research* (1985), Nr. 198, S. 43–49
- [261] Testerman, Chris ; Griend, Robert Vander: Evaluation of Ankle Instability Using the Biodex Stability System. In: *Foot & Ankle International* Bd. 20 (1999), Nr. 5, S. 317–321
- [262] Tohyama, Harukazu ; Yasuda, Kazunori ; Ohkoshi, Yasumitsu ; Beynon, Bruce D. ; Renstrom, Per A.: Anterior Drawer Test for Acute Anterior Talofibular Ligament Injuries of the Ankle. In: *The American Journal of Sports Medicine* Bd. 31 (2003), Nr. 2, S. 226–232
- [263] Tourné, Y. ; Besse, J. -L. ; Mabit, C.: Chronic ankle instability. Which tests to assess the lesions? Which therapeutic options? In: *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* Bd. 96 (2010), Nr. 4, S. 433–446
- [264] Tropp, H. ; Odenrick, P. ; Gillquist, J.: Stabilometry Recordings in Functional and Mechanical Instability of the Ankle Joint. In: *International Journal of Sports Medicine* Bd. 06 (1985), Nr. 03, S. 180–182
- [265] Tropp, Hans: Functional Instability of the Ankle-Joint. In: *ACTA ORTHOPAEDICA SCANDINAVICA*. Bd. 56 : SCANDINAVIAN UNIVERSITY PRESS PO BOX 2959 TOYEN, JOURNAL DIVISION CUSTOMER ..., 1985 — ISBN 0001-6470, S. 513–513
- [266] Tropp, Hans ; Odenrick, Per: Postural control in single-limb stance. In: *Journal of Orthopaedic Research* Bd. 6 (1988), Nr. 6, S. 833–839
- [267] Ulku, Tekin Kerem ; Kocaoglu, Baris ; Tok, Okan ; Irgit, Kaan ; Nalbantoglu, Ufuk: Arthroscopic suture-tape internal bracing is safe as arthroscopic modified Broström repair in the treatment of chronic ankle instability. In: *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* Bd. 28 (2020), Nr. 1, S. 227–232
- [268] Ull, Christopher ; Dudda, Marcel ; Schildhauer, Thomas Armin ; Seybold, Dominik ; Geßmann, Jan: Osteochondrosis dissecans des Talus im Überblick. In: *Trauma und Berufskrankheit* Bd. 18 (2016), Nr. 1, S. 48–55
- [269] Valderrabano, V. ; Wiewiorski, M. ; Frigg, A. ; Hintermann, B. ; Leumann, A.: Chronische Instabilität des oberen Sprunggelenks. In: *Der Unfallchirurg* Bd. 110 (2007), Nr. 8, S. 691–700
- [270] Vega, Jordi ; Golanó, Pau ; Pellegrino, Alexandro ; Rabat, Eduard ; Peña, Fernando: All-inside Arthroscopic Lateral Collateral Ligament Repair for Ankle Instability With a Knotless Suture Anchor Technique. In: *Foot & Ankle International* Bd. 34 (2013), Nr. 12, S. 1701–1709
- [271] Vega, Jordi ; Peña, Fernando ; Golanó, Pau: Minor or occult ankle instability as a cause of anterolateral pain after ankle sprain. In: *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* Bd. 24 (2016), Nr. 4, S. 1116–1123

- [272] Vetter, S. ; Grützner, P.: Verletzungen. In: Wirth, C. J. ; Abdolvahab, F. (Hrsg.): Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie, 2014 — ISBN 978-3-13-140643-9, S. 825–856
- [273] Vuurberg, G. ; Pereira, H. ; Blankevoort, L. ; van Dijk, C. N.: Anatomic stabilization techniques provide superior results in terms of functional outcome in patients suffering from chronic ankle instability compared to non-anatomic techniques. In: Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy Bd. 26 (2018), Nr. 7, S. 2183–2195
- [274] Waizy, H. ; Harrasser, N. ; Fehske, K.: Außenbandverletzungen. In: Der Unfallchirurg Bd. 121 (2018), Nr. 9, S. 683–692
- [275] Wallenböck, E. ; Ledinski, C. ; Höfler, S.: Spätergebnisse nach operativer Behandlung einer chronisch antero-lateralen Instabilität des oberen Sprunggelenks. In: Langenbecks Archiv für Chirurgie Bd. 378 (1993), Nr. 3, S. 139–144
- [276] Watson-Jones, Reginald: Fractures and other bone and joint injuries : Williams and Wilkins, 1941
- [277] Weigel, B. ; Baumgartner, R.: Arm. In: Weigel, B. ; Nerlich, M. L. (Hrsg.): Praxisbuch Unfallchirurgie. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2011 — ISBN 978-3-642-10788-7, S. 303–385
- [278] Wirth, C. J. ; Küsswetter, W. ; Jäger, M.: Biomechanik und Pathomechanik des oberen Sprunggelenkes. In: Hefte Unfallheilkd Bd. 131 (1978), Nr. 10
- [279] Witchalls, Jeremy B. ; Newman, Phillip ; Waddington, Gordon ; Adams, Roger ; Blanch, Peter: Functional performance deficits associated with ligamentous instability at the ankle. In: Journal of Science and Medicine in Sport Bd. 16 (2013), Nr. 2, S. 89–93
- [280] Wülker, N. ; Wirth, C. ; Rudert, M.: Die Behandlung der fibularen Kapselband-Ruptur. Eine Multicenter-Studie. In: Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete Bd. 134 (2008), Nr. 02, S. 149–154
- [281] Wurm, M. ; Wiewiorski, M. ; Gösele, A. ; Valderrabano, V.: Die klinische Untersuchung von Fuß und Sprunggelenk. In: German Journal of Sports Medicine/Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin Bd. 67 (2016), Nr. 5 — ISBN 0344-5925
- [282] Wurzing, L. J.: Unterschenkel und Fuß. In: Aumüller, G. (Hrsg.): Anatomie: 208 Tabellen ; [mit DVD zum Präp.-Kurs], Duale Reihe. 2., überarb. Aufl., 2010 — ISBN 978-3-13-136042-7, S. 351–386
- [283] Ziai, Pejman ; Benca, Emir ; Skrbensky, Gobert von ; Graf, Alexandra ; Wenzel, Florian ; Basad, Erhan ; Windhager, Reinhard ; Buchhorn, Tomas: The role of the peroneal tendons in passive stabilisation of the ankle joint: an in vitro study. In: Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy Bd. 21 (2013), Nr. 6, S. 1404–1408
- [284] Zwipp, H. ; Dahlen, C. ; Grass, R. ; Rammelt, S.: Fibuläre Bandruptur - Naht oder konservative Therapie? In: Trauma und Berufskrankheit (2000)
- [285] Zwipp, H. ; Hoffmann, R. ; Thermann, H. ; Wippermann, B. W.: Rupture of the ankle ligaments. In: International Orthopaedics Bd. 15 (1991), Nr. 3, S. 245–249
- [286] Zwipp, H. ; Hoffmann, R. ; Wippermann, B. ; Thermann, H. ; Gottschalk, F.: [Rupture of the fibular ligament of the upper ankle joint]. In: Der Orthopäde Bd. 18 (1989), Nr. 4, S. 336–340; discussion 340-341
- [287] Zwipp, H. ; Schievink, B.: Primary orthotic treatment of ruptured ankle ligaments: A recommended procedure. In: Prosthetics and Orthotics International Bd. 16 (1992), Nr. 1, S. 49–56
- [288] Zwipp, H. ; Tscherne, H.: [Treatment of chronic anterolateral instability of the upper ankle joint: direct ligament reconstruction--periosteal flap--tenodesis]. In: Unfallheilkunde Bd. 87 (1984), Nr. 10, S. 405–415
- [289] Zwipp, Hans: Die antero-laterale Rotationsinstabilität des oberen Sprunggelenkes, Hefte zur Unfallheilkunde. Berlin : Springer, 1986 — ISBN 978-3-540-16194-3
- [290] Zwipp, Hans: Chirurgie des Fußes. Wien : Springer, 1994 — ISBN 978-3-211-82411-5

## IV. Anlagen

The Karlsson and Peterson Scoring System (Karlsson 1991)

<b>Schmerz</b>	Keiner / nie	20
	Während Sport/Übungen	15
	Laufen auf unebenen Oberflächen	10
	Laufen auf ebenen Oberflächen	5
	Konstant / Immer	0
<b>Schwellung</b>	Keine / nie	10
	Nach Übungen/Sport	5
	Konstant / Immer	0
<b>Instabilität</b>	Keine / nie	25
	1-2 / Jahr (während Übungen)	20
	1-2 / Monat (während Übungen)	15
	Laufen auf unebenen Oberflächen	10
	Laufen auf ebenen Oberflächen	5
	Konstant&ernst; Unterstützung notwendig	0
<b>Steifheit</b>	Keine / nie	5
	Moderat (morgens, nach Übungen)	2
	Deutlich (konstant & ernsthaft)	0
<b>Treppen steigen</b>	Keine Probleme	10
	Beeinträchtigung (instabil)	5
	Unmöglich	0
<b>Rennen</b>	Keine Probleme	10
	Beeinträchtigung	5
	Unmöglich	0
<b>Arbeitsaktivität / „Funktion“</b>	Genau wie vor der Verletzung	15
	Gleiche Arbeit, weniger Sport, normale Freizeitaktivität	10
	Leichtere Arbeit, weniger Sport, normale Freizeitaktivitäten	5
	Starke Arbeitsbeeinträchtigung, verminderte Freizeitaktivität	0
<b>Unterstützung</b>	Keine / nie	5
	Unterstützung während des Sports	2
	Unterstützung während Alltagsaktivität	0

American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Score – Hindfoot Section (AHS)  
(Kitaoka 1994) / Deutsche Übersetzung (Kostuj 2014)

<b>Schmerz</b>	keiner	40
	leicht ,gelegentlich	30
	mittelmäßig, täglich	20
	heftig, fast immer	0
<b>Funktion</b>	keine Einschränkung, keine Stütze/Hilfe	10
	keine Einschränkung bei den täglichen Aktivitäten Einschränkung bei Freizeitaktivitäten keine Hilfen	7
	Einschränkungen bei den täglichen Aktivitäten, Freizeitaktivitäten Stock	4
	Starke Einschränkungen bei täglichen Aktivitäten Gehstütze, Krücke, Rollstuhl, Korsett	0
<b>Gehstrecke (Blocks)</b>	mehr als 6 (keine Einschränkungen/lange Strecken)	5
	4 bis 6 (mittlere Strecken)	4
	1 bis 3 (kurze Strecken)	2
	weniger als 1 (starke Einschränkung, sehr kurze Strecken)	0
<b>Gehen auf Oberflächen</b>	keine Schwierigkeiten auf sämtlichen Oberflächen	5
	geringe Schwierigkeiten auf unebenem Terrain, Treppen, Neigung, Leiter	3
	Große Schwierigkeiten auf unebenem Terrain, Treppen, Neigungen, Leiter	0
<b>Gangabnormalität</b>	keine oder leichte	8
	augenscheinlich	4
	erhebliche	0
<b>Saggitale Bewegung</b>	normal, leichte Einschränkung (30° oder mehr)	8
	mäßige Einschränkung (15° - 29°)	4
	starke Einschränkung (weniger als 15°)	0
<b>Rückfußbewegung (Inversion/Eversion)</b>	normal oder leichte Einschränkungen (75 - 100%)	6
	mäßige Einschränkung (25 - 75%)	3
	starke Einschränkung (weniger als 25%)	0
<b>Gelenk-Rückfuß- Stabilität (ap &amp; varus/valgus)</b>	stabil	8
	definitiv instabil	0
<b>Achse</b>	gut plantigrader Fuß, Gelenk-Hinterfußachse normal	10
	ausreichend plantigrader Fuß, um einige Grad der Gelenk-Hinterfußachse abweichend ohne Symptome	5
	nicht plantigrader Fuß, erhebliche Abweichung der Gelenk-Hinterfußachse mit Symptomen	0

Foot and Ankle Ability Measure (Martin 2005) / Deutsche Übersetzung (Nauck 2011)

	keine (4)	leichte (3)	mäßige (2)	extreme (1)	nicht ausführbar (0)	Nicht zutreffend
<b>1. Teilbereich Aktivitäten des täglichen Lebens *</b>						
Wie viele Schwierigkeiten haben sie aufgrund ihres Fußes/Sprunggelenkes mit:						
Stehen						
Gehen auf ebenem Untergrund						
Gehen auf ebenem Untergrund ohne Schuhe						
Bergauf gehen						
Bergab gehen						
Treppen herauf steigen						
Treppen herunter steigen						
Gehen auf unebenem Grund						
An der Bordsteinkante auf und absteigen						
In die Hocke gehen						
In den Zehenstand gehen						
Gehbeginn						
5 Minuten oder weniger gehen						
ca. 10 Minuten gehen						
15 Minuten oder länger gehen						
Tätigkeiten im Haushalt						
Alltagsaktivitäten						
Körperpflege						
Leichte bis mittelschwere Arbeit (Stehen, Gehen)						
Schwere Arbeit (schieben, ziehen, aufsteigen, tragen)						
Freizeitaktivitäten						
Wie würden sie Ihren derzeitigen Funktionszustand während Ihrer alltäglichen Aktivitäten auf einer Skala von 0 bis 100 einschätzen? **						
<b>2. Teilbereich Sport*</b>						
Wie viele Schwierigkeiten haben sie aufgrund ihres Fußes/Sprunggelenkes mit:						
Rennen						
Absprung						
Landung						
Schnelle Starts und Stopps						
Richtungsänderungen, Seitwärtsbewegungen						
Aktivitäten mit niedriger Stoßbelastung						
Fähigkeit, Aktivitäten mit Ihrer normalen Technik durchzuführen						
zeitlich unbegrenzte Fähigkeit zur Teilnahme in einer von Ihnen gewählten Sportart						
Wie würden sie Ihren derzeitigen Funktionszustand während Ihrer sportlichen Aktivitäten auf einer Skala von 0 bis 100 einschätzen? **						
<b>3. Wie würden Sie den derzeitigen Funktionszustand Ihres Fußes insgesamt beurteilen?</b> (normal / beinahe normal / abnormal / schwer abnormal)						
* Wird die angegebene Tätigkeit durch etwas anderes als Ihr Sprunggelenk oder Ihren Fuß begrenzt, kreuzen Sie bitte „Nicht zutreffend“ an						
** 100 entspricht dabei dem Funktionszustand bevor Sie Fuß- und Sprunggelenksprobleme hatten und 0 bedeutet die Unfähigkeit irgendeiner Ihrer alltäglichen Aktivitäten durchzuführen						

# Untersuchungsbogen

Name

Fall

Operierte Seite

FRAGEBOGEN BROSTRÖM-GOULD NACHSORGEUNTERSUCHUNG

Allgemeines	SPSS-Schlüssel (Wert - Beschriftung)	Vor OP	Nach OP
Fall-Nummer			
Name			
Alter			
Beruf			
Geschlecht	m=Männlich w=weiblich		
Größe (cm)			
Gewicht (kg)			
BMI	16,0-17,0 - mäßiges Untergewicht 17,0-18,5 - leichtes Untergewicht 18,5-25,0 - Normalgewicht 25,0-30,0 - Päradipositas > 30,0 - Adipositas		
Raucher	j - ja n - nein		
Nebendiagnosen			
Krankengeschichte			
Betroffene Seite	li - links re - rechts		
Weitere Verletzungen der betroffenen unteren Extremität	0 - nein 2 - Knie 3 - Hüfte k.A. - keine Angabe		
Datum initiales Trauma			
Tätigkeit die zum Trauma führte?	0 - Alltag 1 - Freizeit 2 - Arbeit 3 - Sport		
Datum 1. Arztbesuch			
Zeit bis zum Arztbesuch?			
Erstbehandelnder Arzt	0 - Hausarzt 1 - Facharzt 2 - Notaufnahme 3 - Vereinsarzt		

Name

Fall

Operierte Seite

---

**Warum sind Sie schließlich zum Arzt gegangen/ Art der Beschwerden, kann man unten dann weglassen**

0 - Schmerz
1 - Schwellung
2 - Instabilitätsgefühl
3 - Wiederholte Zerrungen
4 - Taubheitsgefühl
5 - Keine Angabe

---

Zeitraum konservative Therapie

---

Art der Maßnahmen

0 - NSAID
1 - Schiene
2 - Physiotherapie
3 - propriozeptives Training
4 - Ruhe/Schonung
5 - Hochlagern
6 - Kühlung
7 - weitere Diagnostik
8 - Kinesio - Tape

---

Bemerkungen zu eingeleiteten Maßnahmen

---

Krankschreibung?  
Arbeitsunfähig?

k.A. - keine Angabe
j - ja
n - nein

---

wenn ja,  
wie lang?

---

Sportpause?

j - ja
n - nein
k.A. - keine Angabe

---

wenn ja,  
wie lang?

---

Trainingsabbruch?

j - ja
n - nein
k.A. - keine Angabe

---

wenn ja,  
wie lang?

---

Wettkampfabbruch?

j - ja
n - nein
k.A. - keine Angabe

---

wenn ja,  
wie lang?

---

Aufnahmedatum

---

OP-Datum

---

Entlassungsdatum

---

Aufenthaltsdauer in Tagen

---

Zeitraum Trauma - OP

---

**OP**

---

Name

Fall

Operierte Seite

Intraoperativ gefundene Läsionen	0 - keine Schäden 1 - Osteophyten 2 - osteochondrale Läsionen 3 - anterolaterales Impingement 4 - freie Gelenkkörper 5 - Narbenstränge 6 - weitere Verletzungen	Ergänzung zu (6 - siehe SPSS)
Arthroskopische Maßnahmen	0 - Entfernung freier Gelenkkörper 1 - Debridement 2 - Synovektomie 3 - Abrasionschondroplastik 4 - Chondropikes 5 - Osteophytenabtragung 6 - weitere Maßnahmen	Ergänzung zu (6 - siehe SPSS)
Komplikationen im Anschluss an die OP	0 - keine 1 - Schmerzen 2 - Schwellung 3 - Parästhesien 4 - Wundheilungsstörungen 5 - Lähmungen 6 - vermehrte Sekretion	
Eventuelle Bemerkungen zu Komplikationen		

**Alltagsbeschwerden**

<b>Art der Beschwerden (siehe oben)</b>	0 - Schmerzen 1 - Schwellung 2 - Instabilitätsgefühl 3 - Funktionseinschränkung 4 - erneute Verletzungen 5 - Blockierung 6 - Steifheit 7 - keine k.A. - keine Angabe		
Unterstützung nötig? <i>Karlsson</i>	0 - keine nötig - 5 Pkt. 1 - beim Sport (Unterstützung des Knöchels) - 2 Pkt. 2 - auch bei Alltagsaktivitäten - 0 -Pkt. k.A. - keine Angabe		
Wenn ja, welche Hilfsmittel?	0 - keine 1 - Stock 2 - Gehstützen 3 - Rollstuhl 4 - Korsett 5 - Orthese 6 - AirCast 7 - Strumpf k.A. - keine Angabe		
Wenn ja, wann	0 - keine Angabe 1 - keine notwendig 2 - Aktivitäten drinnen 3 - Aktivitäten draußen		

Name

Fall

Operierte Seite

Wann traten Schmerzen auf? <i>Karlsson</i>	0 - Nie - 20 Pkt. 1 - während Sport/Übungen - 15 Pkt. 2 - Laufen auf unebenem Gelände - 10 Pkt. 3 - Laufen auf ebenem Gelände - 5 Pkt. 4 - immer/konstant - 0 Pkt. k.A. keine Angabe		
Stärke der Schmerzen <i>AOFAS</i>	0 - kein Schmerz - 40 Pkt. 1 - leicht, gelegentlich - 30 Pkt. 2 - mittelmäßig, täglich - 20 Pkt. 3 - heftig, fast immer - 0 Pkt. k.A. - keine Angabe		
Schwellung? <i>Karlsson</i>	0 - keine - 10 Pkt. 1 - Nach dem Sport/Übungen - 5 Pkt. 2 - Immer - 0 Pkt. k.A. - keine Angabe		
Instabilität/ Instabilitätsgefühl? <i>Karlsson</i>	0 - nie - 25 Pkt. 1 - 1-2 / Jahr (während Sport) - 20 Pkt. 2 - 1-2/Monat (während Sport) - 15 Pkt. 3 - Gehen auf unebenem Untergrund - 10 Pkt. 4 - Gehen auf ebenem Untergrund - 5 Pkt. 5 - Konstant (Stark) Unterstützung Knöchel notwendig - 0 Pkt. k.A. - keine Angabe		
Hinken/Humpeln	0 - nie 1 - selten 2 - gelegentlich 3 - häufig 4 - immer k.A. - keine Angabe		
Plötzlich einsetzende Schmerzen/Krämpfe o.ä.? <i>Karlsson</i>	0 - selten 1 - gelegentlich (mehrmals pro Jahr) 2 - häufig (mehrmals pro Monat) 3 - regelmäßig (mehrmals pro Woche) k.A. - keine Angabe		
Gelenksteife/ (Muskelkater)? <i>Karlsson</i>	0 - keine Probleme - 5 Pkt. 1 - moderat (morgens, nach Übungen/Sport) - 2 Pkt. 2 - deutlich (konstant, ernst) - 0 Pkt. k.A. - keine Angabe		
Schwierigkeiten bei:	0 - keine Schwierigkeiten - 4 Pkt. 1 - leichte Schwierigkeiten - 3 Pkt. 2 - mäßige/moderate Schwierigkeiten - 2 Pkt. 3 - extreme Schwierigkeiten - 1 Pkt. 4 - Nicht möglich - 0 Pkt. k.A. - Urs. der Probleme liegt nicht im OSG; keine Angabe		
a) Alltägliche Aktivitäten <i>Karlsson</i>			
b) Tätigkeiten im Haushalt Hausarbeit			
d) Sport			
e) Freizeit / Freizeitaktivitäten			
f) Schlaf			
g) Aufstehen			

Name

Fall

Operierte Seite

h) Körperpflege / Personal Care		
<i>Karlsson</i>		
i) leichte bis mittelschwere Arbeit (Stehen, Gehen)		
j) schwere Arbeit (schieben, ziehen, aufsteigen, tragen)		
Bemerkungen zu Hilfsmiteleininsatz (Ziffern a - j)		
Funktion - „Zusammenfassend“  AOFAS	0 - keine Einschränkung, keine Stütze/Hilfe - 10 Pkt. 1 - keine Einschränkung bei ADL, Einschränkung Freizeitaktivitäten, keine Hilfen - 7 Pkt. 2 - Einschränkung bei ADL & Freizeitaktivitäten, Stock - 4 Pkt. 3 - starke Einschränkungen bei ADL, Gehstütze, Krücke, Rollstuhl, Korsett - 0 Pkt. k.A. - keine Angabe	

**Bewegungen**

	0 - keine Schwierigkeiten - 4 Pkt. 1 - leichte Schwierigkeiten - 3 Pkt. 2 - mäßige/moderate Schwierigkeiten - 2 Pkt. 3 - extreme Schwierigkeiten - 1 Pkt. 4 - Nicht möglich - 0 Pkt. k.A. - Urs. der Probleme liegt nicht im OSG; keine Angabe	
Stehen		
Gehbeginn/ weniger als 1 Block		
Kurze Strecken 5 Min und weniger (1 - 3 Blocks)		
mittlere Entfernungen 10 Minuten (4 - 6 Blocks)		
lange Entfernungen 15 Minuten oder länger (mehr als 6 Blocks)		
Gehen auf ebenem Untergrund		
Gehen auf ebenem Untergrund ohne Schuhe		
Gehen auf <i>unebenem</i> Untergrund		
Bergauf Gehen		
Bergab gehen		
Treppen rauf steigen		

Name

Fall

Operierte Seite

Treppen herunter steigen		
Bordsteinkante auf und Absteigen		
In die Hocke gehen		
In den Zehenstand gehen		

Wie würden Sie Ihren derzeitigen Funktionszustand während Ihrer alltäglichen Aktivitäten auf einer Skala von 0 - 100 einschätzen? (100=Zustand vor der Verletzung; 0=Unfähigkeit Irgendetwas auszuführen)

Sport		
Sportart	0 - kein Sport 1 - Fußball 2 - Laufen 3 - Volleyball 4 - Handball 5 - Basketball 6 - Schwimmen 7 - Kampfsport 8 - Tanzen 9 - Koordinationslauf 10 - Radfahren 11 - Fitness (Crosstrainer, Übungen, Fitnessstudio) 12 - sonstige (Kanu, Radfahren, Klettern) k.A. - keine Angabe	
Hauptbein	1 - links 2 - rechts 3 - keine Angabe	
Kontaktsportart	1 - ja (Fußball, Handball, Basketball, Kampfsport,...) 2 - nein (Laufen, Schwimmen, Volleyball,...)	
Schwierigkeiten bei:	0 - keine Schwierigkeiten - 4 Pkt. 1 - leichte Schwierigkeiten - 3 Pkt. 2 - mäßige/moderate Schwierigkeiten - 2 Pkt. 3 - extreme Schwierigkeiten - 1 Pkt. 4 - Nicht möglich - 0 Pkt. k.A. - Urs. der Probleme liegt nicht im OSG; keine Angabe	
Rennen		
Absprung		
Landung		
Schnelle Starts und Stopps		
Richtungsänderungen/ Seitwärtsbewegungen		
Aktivitäten mit niedriger Stoßbelastung		
Fähigkeit Aktivitäten mit Ihrer normalen Technik auszuführen		

Name

Fall

Operierte Seite

Zeitlich unbegrenzte Fähigkeit zur Teilnahme in einer von Ihnen gewählten Sportart		
--	--	--

Wie würden Sie Ihren derzeitigen Funktionszustand während Ihrer sportlichen Aktivitäten auf einer Skala von 0 - 100 einschätzen? (100=Zustand vor der Verletzung; 0=Unfähigkeit Irgendetwas auszuführen)

Rückkehr möglich?	j - ja n - nein k.A. - keine Angabe
-------------------	---

Level vor OP	0 - kein Sport 1 - Freizeit -> unregelmäßig 2 - niedriges Amateurlevel -> z.B. Verein 3 - hohes Amateurlevel -> z.B. Verein in einer hohen/höheren Liga, sehr regelmäßiges Training 4 - Profi -> i.S. mögliche Einkommensgrundlage k.A. - keine Angabe
--------------	---

Level nach OP	0 - kein Sport 1 - Freizeit -> unregelmäßig 2 - niedriges Amateurlevel -> z.B. Verein 3 - hohes Amateurlevel -> z.B. Verein in einer hohen/höheren Liga, sehr regelmäßiges Training 4 - Profi -> i.S. mögliche Einkommensgrundlage k.A. - keine Angabe
---------------	---

Unterschied Prä - Post	0 - gleich 1 - verschlechtert 2 - verbessert 3 - keine Rückkehr möglich 4 - keine Angabe
------------------------	--

**Nachbehandlung**

Wann Stiefel abgelegt?

Wann Aircast abgelegt?

Schema eingehalten?

Schema eingehalten?	k.A. - keine Angabe j - ja n - nein
---------------------	---

Erfolgte Physiotherapie	k.A. - keine Angabe j - ja n - nein
-------------------------	---

Wenn ja, welche Maßnahmen?	0 - keine Angabe 1 - Propriozeptives Training 2 - Kräftigung Peronealmuskulatur 3 - Gangschule
----------------------------	---

Bemerkungen zur PT

ambulante Reha erfolgt?

ambulante Reha erfolgt?	0 - keine Angabe 1 - ja 2 - nein
-------------------------	--

Wenn ja, welche Maßnahmen?

Bemerkungen zur amb. Reha

Reha

Name

Fall

Operierte Seite

---

Datum / Zeitpunkt  
Wiederaufnahme von  
leichtem Sport (z.B.  
laufen)

---

Datum / Zeitpunkt  
Wiederaufnahme von  
normalem Training

---

Datum / Zeitpunkt  
Wiederaufnahme des  
Wettkampfbetriebes

---

**Follow - up**

---

Zeitraum des Follow Up  
(Monate)

---

Erneutes Umknicken? k.A. - keine Angabe  
j - ja  
n - nein

---

Wenn ja, wie oft?

---

Erneute Beschwerden? 0 - Schmerz  
1 - Schwellung  
2 - Instabilitätsgefühl  
3 - Blockierung/Gelenksteifheit  
4 - Taubheitsgefühl  
k.A. - Keine Angabe

---

Arztbesuch notwendig? k.A. - keine Angabe  
j - ja  
n - nein

---

Erneute Bildgebung? 0 - nein  
1 - Röntgen  
2 - MRT  
3 - CT  
4 - US  
k.A. - keine Angabe

---

Wenn ja, Befunde?

---

Krankschreibung?  
Arbeitsunfähig? k.A. - keine Angabe  
j - ja  
n - nein

---

wenn ja,  
wie lang?

---

Erneute Sportpause? k.A. - keine Angabe  
j - ja  
n - nein

---

wenn ja,  
wie lang?

---

Erneuter  
Trainingsabbruch? k.A. - keine Angabe  
j - ja  
n - nein

---

wenn ja,  
wie lang?

---

Erneuter Wettkampfabbruch?	k.A. - keine Angabe j - ja n - nein		
wenn ja, wie lang?			
<b>Untersuchung</b>			
Gangabnormalität	0 - keine, leichte - 8 Pkt. 1 - augenscheinlich - 4 Pkt.		
AOFAS	2 - erhebliche - 0 Pkt. k.A. - keine Angabe		
Volle Streckung möglich?	k.A. - keine Angabe j - ja n - nein		
Zehenstand	0 - keine Schwierigkeiten - 4 Pkt. 1 - leichte Schwierigkeiten - 3 Pkt. 2 - mäßige/moderate Schwierigkeiten - 2 Pkt. 3 - extreme Schwierigkeiten - 1 Pkt. 4 - Nicht möglich - 0 Pkt.		
Hocke	0 - keine Schwierigkeiten - 4 Pkt. 1 - leichte Schwierigkeiten - 3 Pkt. 2 - mäßige/moderate Schwierigkeiten - 2 Pkt. 3 - extreme Schwierigkeiten - 1 Pkt. 4 - Nicht möglich - 0 Pkt.		
Volle Beugung möglich?	k.A. - keine Angabe j - ja n - nein		
Saggitale Bewegung	0 - normal, leichte Einschränkung (30° oder mehr) - 8 Pkt. 1 - mäßige Einschränkung (15° - 29°) - 4 Pkt. 2 - starke Einschränkung (weniger als 15°) - 0 k.A. - keine Angabe		
AOFAS			
Hinterfußbewegung (Inversion/Eversion)	0 - normal oder leichte Einschränkung (75-100%) - 6 Pkt. 1 - mäßige Einschränkung (25-75%) - 3 Pkt. 2 - starke Einschränkung (weniger als 25%) - 0 Pkt. k.A. - keine Angabe		
AOFAS			
Neutral Null	0 - FROM 1 - leichte Einschränkung 2 - mäßige Einschränkung 3 - starke Einschränkung		
Gelenk und Hinterfuß Stabilität(ap, varus/ valgus) AOFAS	0 - stabil - 8 Pkt. 1 - definitiv instabil - 0 Pkt. k.A. - keine Angabe		
Achse	0 - gut plantigrader Fuß, Gelenk&Hinterfuß-Achse normal - 10 Pkt. 1 - ausreichend plantigrader Fuß, um einige Grad der Gelenk-Hinterfuß-Achse abweichend ohne Symptome - 5 Pkt. 2 - nicht plantigrader Fuß, erhebliche Abweichung der Gelenk-Hinterfuß-Achse mit Symptomen - 0 Pkt. k.A. - keine Angabe		
AOFAS			
radiologische Hinweise auf Instabilität	k.A. - keine Angabe j - ja n - nein		

Name

Fall

Operierte Seite

MRT - Befund (initial) (wenn vorhanden)	0 - keine Schäden sichtbar 1 - Bandruptur 2 - Knorpelschäden 3 - knöcherne Läsionen 4 - weitere Verletzungen		
Aufklappbarkeit (klinisch)	k.A. - keine Angabe j - ja (+dezent / ++ mäßig / +++ deutlich) n - nein		
Aufklappbarkeit in Grad (radiologisch)			
Positive Vordere Schublade (klinisch)	k.A. - keine Angabe j - ja n - nein		
Vorschub im mm (radiologisch, wenn vorhanden)			
Druckschmerzen?	k.A. - keine Angabe j - ja n - nein		

wenn ja, wo?

**Abschluss**

Wie würden Sie den derzeitigen Funktionszustand Ihres Fußes insgesamt beurteilen

normal / beinahe normal / abnormal / schwer abnormal

Vertrauen in die Stabilität des Gelenkes?	k.A. - keine Angabe j - ja n - nein		
Abschluss/ Wo erkennen Sie sich wieder? Karlssoon	0 - keine Probleme / Genau wie vor der Verletzung - 15 Pkt. 1 - gleiche Arbeit, <i>weniger</i> Sport, normale Freizeitgestaltung - 10 Pkt. 2 - <i>leichtere</i> Arbeit, <i>kein</i> Sport, normale Freizeitgestaltung - 5 Pkt. 3 - Starke Arbeitseinschränkung, kein Sport, Einschränkung der Freizeitgestaltung („herabgesetzt“) - 0 Pkt. k.A. - keine Angabe		
Subjektive Zufriedenheit	0 - nicht 1 - wenig 2 - gut 2 - sehr gut 4 - hervorragend k.A. - keine Angabe		
Würden Sie die OP noch mal machen lassen?	k.A. - keine Angabe j - ja n - nein		

Übersicht Propriozeptive Messungen I – Gemessene Wegstrecke in Millimetern

	Patienten		Differenz	p *	Kontrollgruppe		Differenz	p *	p-Wert Mittelwert-differenz **
	OP	NOP			Rechts	Links			
<i>AOKK</i>									
Mittelwert	9.863,21	9.565,85	297,36	0,390	6.391,67	6.033,24	358,42	0,060	0,843
Median	8.292,01	7.557,31			6.252,93	5.411,96			
Minimum	2.611,55	3.874,38			2.280,59	2.212,82			
Maximum	18.301,07	18.653,25			10.291,30	12.661,26			
<i>AGKK</i>									
Mittelwert	24.071,36	22.560,61	1.510,75	0,140	16.327,09	16.836,51	-509,42	0,652	0,108
Median	23.173,15	20.225,55			14.661,44	14.339,37			
Minimum	8.667,10	8.141,61			4.292,21	4.506,63			
Maximum	63.571,24	56.845,87			44.409,62	49.743,51			
<i>AOMK</i>									
Mittelwert	18.763,08	16.355,72	2.407,36	<b>0,008</b>	11.114,26	10.863,66	250,61	0,481	<b>0,028</b>
Median	16.348,38	14.501,93			9.613,47	10.368,76			
Minimum	6.737,45	5.121,00			3.475,52	4.152,60			
Maximum	66.317,29	45.871,27			21.539,88	19.601,68			

\* Wilcoxon-Test

\*\* Mann-Whitney-Test

Übersicht propriozeptive Messungen II – Gemessener Durchschnittlicher Schwankungsradius in Millimetern

	Patienten		Differenz	p *	Kontrollgruppe		Differenz	p *	p-Wert Mittelwert-differenz **
	OP	NOP			Rechts	Links			
<i>AOKK</i>									
Mittelwert	16,10	14,96	1,14	0,168	10,23	9,84	0,39	0,203	0,620
Median	14,84	13,69			10,06	9,34			
Minimum	1.070,00	9,86			5,67	6,25			
Maximum	24,97	23,32			14,72	17,26			
<i>AGKK</i>									
Mittelwert	37,07	33,89	3,18	<b>0,007</b>	25,42	25,88	-0,46	0,860	<b>0,005</b>
Median	34,84	32,00			22,11	23,05			
Minimum	21,52	18,15			7,27	13,10			
Maximum	68,99	59,42			52,73	58,96			
<i>AOMK</i>									
Mittelwert	24,57	21,31	3,26	<b>0,007</b>	14,65	14,28	0,38	0,272	<b>0,043</b>
Median	20,57	19,68			13,30	13,09			
Minimum	11,93	10,83			6,54	6,89			
Maximum	71,98	46,38			26,46	28,44			

\* Wilcoxon-Test

\*\* Mann-Whitney-Test

Übersicht propriozeptive Messungen III – Gemessener Maximaler Schwankungsradius in Millimetern

	Patienten		Differenz	p *	Kontrollgruppe		Differenz	p *	p-Wert Mittelwert-differenz **
	OP	NOP			rechts	links			
<i>AOKK</i>									
Mittelwert	71,41	58,90	12,50	<b>0,022</b>	41,98	38,74	3,24	<b>0,023</b>	0,125
Median	59,71	56,64			41,99	33,69			
Minimum	32,21	29,38			20,80	18,77			
Maximum	129,85	104,93			87,95	136,07			
<i>AGKK</i>									
Mittelwert	225,77	189,76	36,01	0,067	141,46	146,87	-5,41	0,739	<b>0,015</b>
Median	176,76	151,74			107,05	117,58			
Minimum	78,73	73,28			45,03	44,42			
Maximum	597,64	418,37			479,94	502,80			
<i>AOMK</i>									
Mittelwert	115,88	95,52	20,36	<b>0,002</b>	66,69	68,95	-2,26	0,739	<b>0,007</b>
Median	97,13	92,56			63,29	61,34			
Minimum	52,87	38,02			26,07	29,24			
Maximum	302,23	208,83			130,65	180,34			

\* Wilcoxon-Test

\*\* Mann-Whitney-Test

## Danksagung

Mein Dank gilt zunächst Professor Dr. med. Hepp für die Vergabe des Themas und die Annahme als Promovent der Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und plastische Chirurgie der Universitätsklinik Leipzig.

Bedanken möchte ich mich auch bei der Abteilung und allen Mitarbeitern der Chirurgie II – Unfallchirurgie und Orthopädie des St. Elisabeth Krankenhauses Leipzig, welche mir jederzeit die Möglichkeit des intensiven und zielorientierten Arbeitens bot.

Ein großer persönlicher Dank gilt meinem leitenden Oberarzt und engem Betreuer Dr. med. Thomas Engel für seinen unermüdlichen Einsatz und das stete konstruktive Vorantreiben meiner Arbeit.

„Jeden Tag eine Seite“

Weiterer Dank gilt Frau Dr. Enzenbach vom IMISE-Institut Leipzig, welche mir mit ihrer kritischen Projektanalyse an den entscheidenden Stellen viele wertvolle Hinweise gegeben hat.

Danken möchte ich allen Freunden und Kollegen, welche mir mit Rat und Tat zur Seite gestanden haben.

Auch danke ich von Herzen meinen Eltern Holger und Gabriele Fuchs sowie meinen Großeltern Christa und Christian Kirsten für die immerwährende Unterstützung.

Mein abschließender Dank sowie die Widmung der vorliegenden Arbeit gelten Stefanie und Joshua Kather für Ihre unendliche Geduld, die vielen großen und kleinen Inspirationen und Entbehrungen sowie ihrer schier unerschütterlichen Unterstützung meiner Berufung nachgehen zu können.

## V. Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar eine Vergütung oder geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Die aktuellen gesetzlichen Vorgaben in Bezug auf die Zulassung der klinischen Studien, die Bestimmungen des Tierschutzgesetzes, die Bestimmungen des Gentechnikgesetzes und die allgemeinen Datenschutzbestimmungen wurden eingehalten. Ich versichere, dass ich die Regelungen der Satzung der Universität Leipzig zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis kenne und eingehalten habe.

.....  
Datum

.....  
Unterschrift