

Aus der Orthopädisch-Unfallchirurgischen Klinik
der Medizinischen Fakultät Mannheim
(Prof. Dr. med. Udo Obertacke)

Häufigkeit und klinischer Stellenwert von begleitenden Knorpelläsionen
bei Sprunggelenk-Luxationsfrakturen

Inauguraldissertation
zur Erlangung des medizinischen Doktorgrades
der
Medizinischen Fakultät Mannheim
der Ruprecht-Karls-Universität
zu
Heidelberg

vorgelegt von
Julia Adam

aus
Starnberg
(2020)

Dekan: Herr Prof. Dr. med. Sergij Goerd
Referent: Herr Priv.-Doz. Dr. med. Ahmed Jawhar

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	1
1 EINLEITUNG.....	2
1.1 KLASSIFIKATION DER SPRUNGGELENKFRAKTUR.....	2
1.2 OSTEOSYNTHESETECHNIKEN BEI SPRUNGGELENKFRAKTUREN	6
1.3 PATHOGENESE VON KNORPELLÄSIONEN	6
1.4 PRÄVALENZ DER KNORPELLÄSIONEN BEI SPRUNGGELENKFRAKTUREN.....	8
1.5 NATÜRLICHER HEILUNGSVERLAUF DER KNORPELLÄSIONEN.....	9
1.6 ARTHROSKOPISCHE BEHANDLUNG BEI SPRUNGGELENKFRAKTUREN	10
1.7 ZIELE DER VORLIEGENDEN STUDIE.....	10
2 MATERIAL UND METHODEN.....	12
2.1 STUDIENDESIGN UND -AUFBAU	12
2.2 BESCHREIBUNG DES PATIENTENKOLLEKTIVS UND DER ORGANISATION DER DATENERFASSUNG	13
2.3 OPERATIVE VERSORGUNG UND ARTHROSKOPIE	15
2.4 AUFBAU UND INHALT DES FRAGEBOGENS	16
2.4.1 <i>Ankle Hindfoot Scale der American Orthopaedic Foot and Ankle Society</i>	16
2.4.2 <i>Foot and Ankle Outcome Score (FAOS)</i>	17
2.4.3 <i>SF-36</i>	17
2.4.4 <i>Tegner-G-Scale</i>	18
2.5 STATISTISCHE AUSWERTUNG	18
3 Ergebnisse	21
3.1 DEMOGRAPHISCHE DATEN.....	21
3.2 HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER FRAKTURTYPEN	22
3.3 ERGEBNISSE DER ARTHROSKOPIE 1 UND 2.....	22
3.3.1 <i>Prävalenz der Knorpelläsionen</i>	23
3.3.2 <i>Schweregradeinteilung der Knorpelläsionen</i>	24
3.3.3 <i>Fläche der Knorpelläsionen</i>	26
3.3.4 <i>Lokalisation der Knorpelläsionen</i>	28
3.4 AUSWERTUNG DER FRAGEBÖGEN UND DER KLINISCHEN UNTERSUCHUNG.....	31
3.4.1 <i>Komplikationen, Schmerzintensität und Analgetikabedarf</i>	31
3.4.2 <i>Untersuchungsstatus Sprunggelenk</i>	34
3.4.3 <i>Ankle Hindfoot Scale</i>	36
3.4.4 <i>Foot and Ankle Outcome Score (FAOS)</i>	37
3.4.5 <i>SF-36</i>	41
3.4.6 <i>Tegner-G-Scale</i>	43
3.4.7 <i>Einfluss der Knorpelläsionen auf den Heilungsprozess</i>	44
3.4.8 <i>Einfluss der Ausprägung der Knorpelläsionen auf den Heilungsprozess</i>	45
3.4.9 <i>Korrelation zwischen psychischer Gesundheit und Heilungsprozess</i>	47
4 DISKUSSION	50
4.1 STÄRKEN UND SCHWÄCHEN VON MATERIAL UND METHODEN	50
4.2 PRÄVALENZ DER KNORPELLÄSIONEN	51
4.3 SCHWEREGRAD, FLÄCHE UND LOKALISATION DER KNORPELLÄSIONEN	54
4.4 NATÜRLICHER HEILUNGSVERLAUF DER KNORPELLÄSIONEN.....	55
4.5 EINFLUSS DER KNORPELLÄSIONEN AUF DAS FUNKTIONELLE ERGEBNIS DES HEILUNGSPROZESSES	58
4.6 ZUSAMMENHANG ZWISCHEN PSYCHISCHER GESUNDHEIT UND DEM FUNKTIONELLEN ERGEBNIS DES HEILUNGSPROZESSES	61
5 ZUSAMMENFASSUNG	63
6 LITERATURVERZEICHNIS	65
7 TABELLARISCHER ANHANG.....	69

8	LEBENS LAUF.....	80
9	DANKSAGUNG.....	82

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

OSG = Oberes Sprunggelenk
AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese
lat. = lateralis
med. = medialis
Lig. = Ligamentum
Min. = Minimum
Max. = Maximum
pAVK = periphere arterielle Verschlusskrankheit
ICRS = International Cartilage Repair Society
ASA-Klassifikation = ASA (American Society of Anesthesiologists) Physical Status Classification
AOFAS = American Orthopaedic Foot And Ankle Society
FAOS = Foot and Ankle Outcome Score
ADL = Activity of Daily Life (= Teilaspekt des FAOS)
QoL = Quality of Life (= Teilaspekt des FAOS)
MCID = Minimal Clinically Important Difference
BMI = Body-Mass-Index
NAS = Numerische Analogskala
k. A. = keine Angaben
SEF = Supinations-Eversions-Fraktur nach Lauge-Hansen
PEF = Pronations-Eversions-Fraktur nach Lauge-Hansen
SAF = Supinations-Adduktions-Fraktur nach Lauge-Hansen
PAF = Pronations-Abduktions-Fraktur nach Lauge Hansen
Unimal. = unimalleolare Fraktur
Bimal. = bimalleolare Fraktur
Trimal. = trimalleolare Fraktur
MRT = Magnet-Resonanz-Tomographie
VAS = Visuelle Analogskala
durchschnittl. = durchschnittlich

1 EINLEITUNG

Obere Sprunggelenkfrakturen sind mit einer Häufigkeit von 174 pro 100000 Erwachsenen pro Jahr ¹ keine Seltenheit. In bis zu 20% der Fälle kann auch bei optimaler Behandlung kein gutes Ergebnis erzielt werden und die Patienten leiden möglicherweise unter langfristigen Beschwerden ².

In der Vergangenheit durchgeführte Studien geben Hinweise darauf, dass posttraumatische BegleitleSIONen des Gelenkknorpels für langfristige Beschwerden und Funktionsdefizite verantwortlich sein können ^{3, 4, 5}. Dazu zählt auch die Sprunggelenkarthrose ⁶, die in ca. 80% der Fälle posttraumatische Ursachen hat ⁷.

1.1 Klassifikation der Sprunggelenkfraktur

Zur Beschreibung und Unterscheidung der Sprunggelenkfrakturen stehen folgende drei Klassifikationssysteme zur Verfügung ⁸:

- Danis-Weber-Klassifikation
- AO-Klassifikation
- Lauge-Hansen-Klassifikation

Die Einteilung der Frakturen wird auf Basis der Röntgenbilder oder des Unfallmechanismus vorgenommen ⁸. Die Danis-Weber- und die AO-Klassifikation sind auf Basis der Röntgenbilder anwendbar ⁸. Eine Einteilung der Fraktur nach Lauge-Hansen ist nur möglich, wenn der Unfallmechanismus bekannt ist ⁸. Über diese drei standardmäßigen Klassifikationen hinaus existiert im klinischen Sprachgebrauch auch eine Einteilung in uni-, bi- oder trimalleolare Sprunggelenkfraktur ⁹. Hierbei wird die hintere Tibiakante, auch als hinteres Volkmann-Dreieck bekannt, als dritter Malleolus bezeichnet ⁹.

Danis-Weber-Klassifikation

Die Danis-Weber-Klassifikation wurde 1949 von dem belgischen Chirurgen Danis entwickelt und 1966 von Weber modifiziert ^{8,9}. Je nach Höhe der Fibulafraktur bezogen auf die Syndesmose werden die Frakturen in Gruppen A bis C eingeteilt ⁹. A beschreibt eine Fibulafraktur unterhalb der Syndesmose mit intakter Syndesmose, B steht für eine Fibulafraktur auf Höhe der Syndesmose mit oder ohne Syndesmosenruptur ⁹. C beschreibt eine Fibulafraktur oberhalb der Syndesmose mit konsekutiver Syndesmosenruptur ⁹. Eine Sonderform stellt die Maisonneuve-Fraktur dar, die eine proximale Fibulafraktur mit Zerreißung der Membrana interossea cruris, Syndesmose und des Ligamentums deltoideum beschreibt ¹⁰. Abbildung 1.1 zeigt eine graphische Darstellung der Frakturklassifikation:

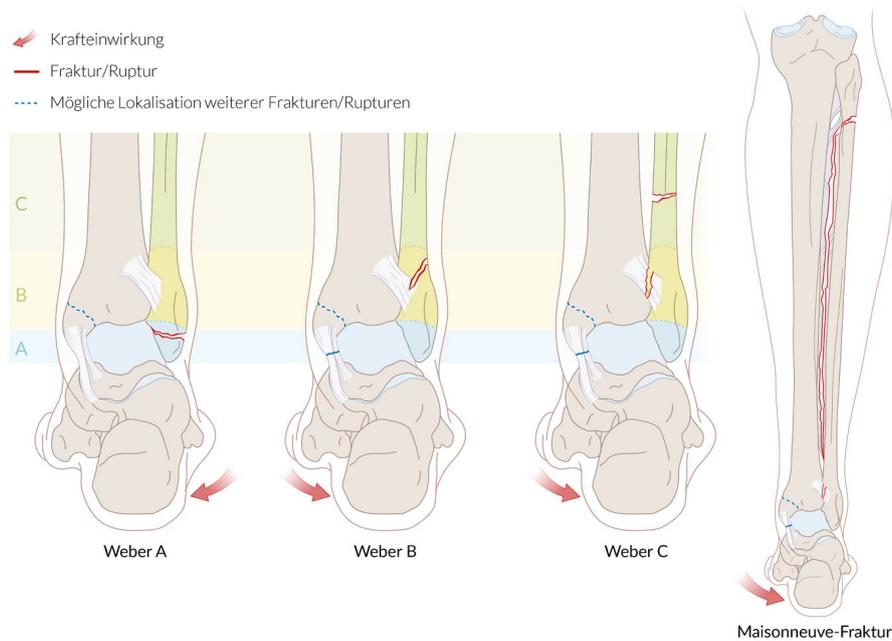


Abbildung 1.1: Einteilung der Sprunggelenkfraktur nach Danis-Weber-Klassifikation, Abbildung aus der Lernplattform Amboss ¹¹

Diese Art der Klassifikation ist einfach zu handhaben und deshalb im klinischen Alltag weit verbreitet. Allerdings kann an Hand dieser Einteilung vor allem bei den Weber-B-Frakturen keine sichere Aussage über die Stabilität beziehungsweise Instabilität des Sprunggelenks getroffen werden ⁹. Demzufolge kann mit dieser Klassifikation alleine oftmals keine Operationsindikation gestellt werden ⁹.

AO-Klassifikation

Die AO-Klassifikation stellt eine weiterentwickelte Form der Danis-Weber-Klassifikation dar ¹⁰, die eine Aussage über die Stabilität beziehungsweise Instabilität der Sprunggelenkfraktur zulässt ⁹.

Die Einteilung von A bis C wird durch die jeweiligen Untergruppen 1 – 3 ergänzt ⁹. Diese beschreiben die Ausprägung der Begleitverletzung und lassen hiermit einen Rückschluss auf die Stabilität des Frakturtyps zu ⁹. Abbildung 1.2 zeigt die AO-Klassifikation für die Sprunggelenkfraktur.

Knochen (1-9)		Position (1-4)		Komplexität (1-3)		
Tibia (4xxx)		Sprunggelenk (44xx)		44x1	44x2	44x3
	Frakturtyp (A-C)	44Ax	Unterhalb der Syndesmose	 44A1: Isolierte Verletzung des Außenknöchels	 44A2: Zusätzlich: Verletzung des Innenknöchels	 44A3: Zusätzlich: Absprengung eines dorso-medialen Tibiafragments
		44Bx	In Höhe der Syndesmose	 44B1: Isolierte Verletzung des Außenknöchels	 44B2: Zusätzlich: Verletzung des Innenknöchels	 44B3: Zusätzlich: Absprengung eines dorso-lateralen Tibiafragments (Volkman-Dreieck)
		44Cx	Oberhalb der Syndesmose	 44C1: Einfache Fibulafraktur mit medialer Verletzung	 44C2: Keil- oder Mehrfragmentfraktur der Fibula mit medialer Verletzung	 44C3: Proximale Fibulafraktur (Maisonneuve-Fraktur) mit medialer Verletzung

Abbildung 1.2: Einteilung der Sprunggelenkfraktur nach AO-Klassifikation, Abbildung aus der Lernplattform Amboss ¹¹

Lauge-Hansen-Klassifikation

Die ausführliche Klassifikation nach Lauge-Hansen ermöglicht eine genaue Aussage über das Ausmaß der Instabilität ⁹. Dies ist möglich, da den üblichen Verletzungsklassen (Unfallmechanismen) die hierdurch denkbaren knöchernen und ligamentären Verletzungsmuster einer Sprunggelenkfraktur zugeordnet sind ⁸. Tabelle 1.1 zeigt die Einteilung und Abbildung 1.3 stellt die jeweiligen Unfallmechanismen bildlich dar.

Verletzungsklasse	Beginn	Grad
Supinations-Adduktionsverletzung	Außenknöchel	<ul style="list-style-type: none"> • Grad I: Infrasyndesmale, horizontale Abrissfraktur des Malleolus lat. (alternativ Außenbandruptur) • Grad II: + vertikale Abscherfraktur des Innenknöchels
Supinations-Eversionsverletzung		<ul style="list-style-type: none"> • Grad I: Ruptur oder knöcherner Ausriss des vorderen Syndesmosebandes • Grad II: + Spiralfaktur der distalen Fibula auf Höhe des Syndesmosebandes • Grad III: + Ruptur oder knöcherner Ausriss des hinteren Syndesmosebandes (Volkman-Fraktur) • Grad IV: + Ruptur des Lig. deltoideum oder horizontale Fraktur des Malleolus med.
Pronations-Abduktionsverletzung	Innenknöchel	<ul style="list-style-type: none"> • Grad I: Ruptur des Lig. deltoideum oder horizontale Fraktur des Malleolus med. • Grad II: + Ruptur oder knöcherner Ausriss von vorderem und hinterem Syndesmoseband • Grad III: + schräge Abscherfraktur des Malleolus lat.
Pronations-Eversionsverletzung		<ul style="list-style-type: none"> • Grad I: Ruptur des Lig. deltoideum oder horizontale Fraktur des Malleolus med. • Grad II: + Ruptur oder knöcherner Ausriss des vorderen Syndesmosebandes • Grad III: + Ruptur der Membrana interossea mit horizontaler, suprasyndesmalen Fibulafraktur • Grad IV: + Ruptur des hinteren Syndesmosebandes oder knöcherner Ausriss (Volkman-Dreieck)

Tabelle 1.1: Einteilung der Sprunggelenkfraktur nach Lauge-Hansen-Klassifikation ¹¹

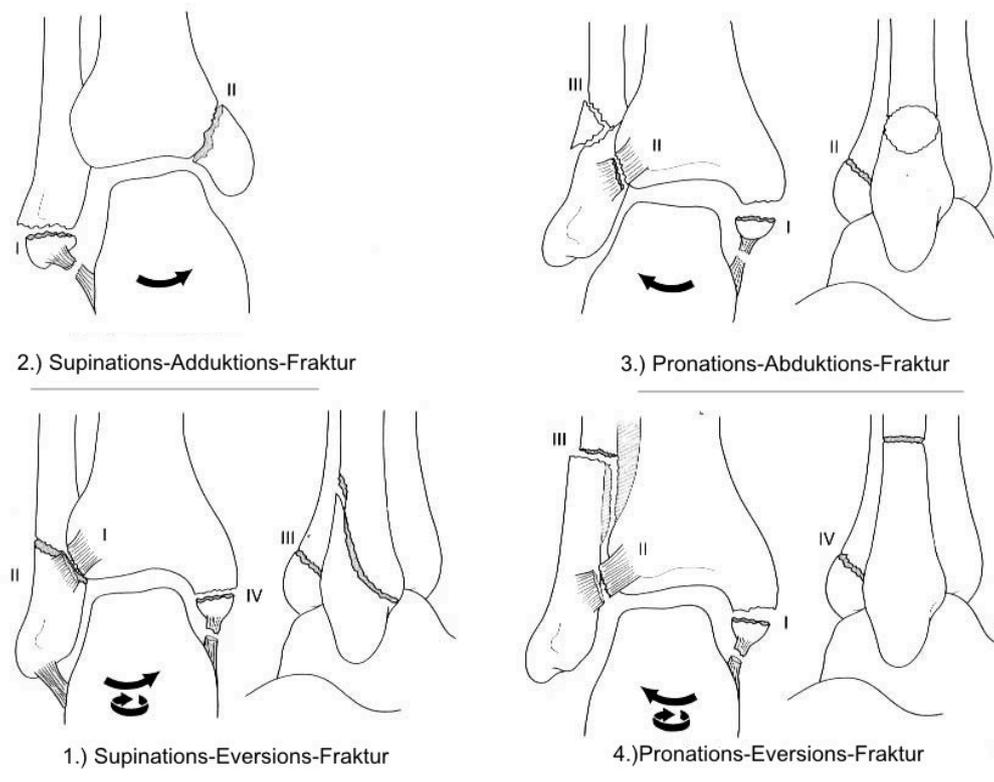


Abbildung 1.3: Einteilung der Sprunggelenkfraktur nach Lauge-Hansen-Klassifikation, Abbildung aus der Diplomarbeit von Winterheller ¹²

Diese Klassifikationsmethode wird allerdings in der klinischen Praxis eher selten angewandt, da die Einteilung aufwendiger und komplizierter anzuwenden ist als die der anderen Klassifikationssysteme^{9, 10}.

1.2 Osteosynthesetechniken bei Sprunggelenkfrakturen

Sprunggelenkfrakturen, die sich instabil präsentieren oder eine Dislokation aufweisen, sollten operativ versorgt werden⁸. Ziel der operativen Therapie ist eine Reposition und Stabilisierung der Frakturen und des Bandapparates⁸. Im Folgenden wird auf die Osteosyntheseverfahren bei einer Sprunggelenkfraktur eingegangen.

Die Fibulafraktur wird in der Regel nach der Reposition mittels Schrauben- und Plattenosteosynthese fixiert⁸. Bei komplexen Fibulafrakturen oder Patienten mit Osteoporose sollte eine winkelstabile Plattenosteosynthese bevorzugt werden⁸.

Die Osteosynthese der Tibiafraktur erfolgt je nach Frakturtyp mittels Zugschrauben, Bohrdrähten, Zuggurtung und/oder einer Platte⁸. Eine Abrissfraktur der dorsolateralen Tibiakante (hinteres Volkmann-Dreieck) muss nicht immer operativ versorgt werden⁸. Eine direkte oder indirekte Zugschraubenosteosynthese wird bei Dislokation des Tibiafragments oder bei einer Größe von über 1/5 der Gelenkfläche der Tibia empfohlen⁸.

Im Anschluss an die Frakturversorgung sollte die Stabilität des Sprunggelenks radiologisch überprüft werden⁸. Hierzu dient der Haken- oder Frick-Test⁸. Falls sich hier eine Instabilität des Sprunggelenks darstellen lässt, sollte die Sprunggelenkstabilität mittels Stellschraube wieder hergestellt werden⁸. Hierbei ist eine tri- oder quadrikortikale Fixierung möglich⁸. Anschließend sollte mittels 3D-Bildgebung überprüft werden, ob nun eine kongruente Malleolengabel ohne Fehlstellung der Fibula vorliegt⁸.

Je nach Ausmaß der Sprunggelenkverletzung kann zusätzlich die Versorgung von Weichteil-, Gefäß- und Nervenschäden notwendig sein⁸. Bei einer Maisonneuve-Fraktur ist die Naht/Refixation der vorderen Syndesmose unter Umständen sinnvoll⁸.

Im Falle von ausgeprägtem Weichteilschaden ist die initiale operative Versorgung mit einem Fixateur externe sinnvoll⁸.

1.3 Pathogenese von Knorpelläsionen

Knorpelläsionen des Sprunggelenks werden hauptsächlich durch Traumata verursacht¹³. Dies können sowohl akute Traumata als auch chronisch wiederkehrende Mikrotraumata im Rahmen von chronischer Überbelastung des Gelenks sein¹⁴. Die höchste biomechanische Belastung im Sprunggelenk tritt in den Bereichen der medialen und lateralen Talusschulter auf¹⁵. Folglich sind traumatische Knorpelschäden in diesen Bereichen am häufigsten zu finden¹⁵. 93 – 98 % der Knorpelläsionen an der lateralen Talusschulter und 61 – 70 % der Knorpelläsionen an der medialen Talusschulter sind traumatisch bedingt¹⁶. Weitere mögliche Ursachen für Knorpelläsionen des Sprunggelenks können Fehlbelastung des Gelenks oder in seltenen Fällen auch Entzündungen wie Gichtarthropathie oder Rheuma sein¹⁴. Fehlbelastungen resultieren unter anderem aus Achsfehlstellungen und/oder Bandinstabilitäten¹⁴.

Der Pathomechanismus einer Knorpelschädigung in Folge eines akuten Traumas stellt sich wie folgt dar. Im Rahmen eines Sprunggelenktraumas können einwirkende Kompressions- und Scherkräfte Knorpelschäden verursachen¹⁷. Als unmittelbare Folge des Traumas können je nach Krafteinwirkung morphologisch unterschiedliche intraartikuläre Knorpelläsionen entstehen¹⁷:

- Risse und/oder Fissuren unterschiedlicher Tiefe
- Einreißen des Kollagennetzwerkes mit folgender Schwellung des Knorpels (mangels intaktem Kollagennetzwerks kann der durch Glykosaminoglykane verursachte physiologische Schwellendruck nicht unterdrückt werden)
- Subchondrales Knochenödem
- Ablösen des Knorpels vom subchondralen Knochen

Im weiteren Verlauf können als Reaktion auf die mechanische Schädigung des Gelenks verschiedene Stoffwechselwege beeinflusst werden¹⁷:

- Verstärkter Zellmetabolismus
- Bildung von Entzündungsmediatoren
- Entstehung von oxidativen Radikalen
- Produktion von Enzymen mit destruktiver Wirkung auf die Extrazellulärmatrix des Knorpels
- Verminderte Kollagen- und Glykosaminoglykansynthese des Knorpels

Die Entzündungsmediatoren TNF- α , IL-6 und IL-1 β (proinflammatorische Zytokine) sind vor allem in den ersten Tagen nach dem Trauma erhöht nachweisbar¹⁸. Diese diffundieren in den Knorpel und bewirken eine erhöhte Proteasenaktivität¹⁸. Hierdurch kommt es zur Degeneration multipler Makromoleküle der Extrazellulärmatrix des Knorpels¹⁸. Die Ausprägung der IL-1-Expression korreliert mit der Schwere der Knorpelläsion¹⁷. Das Zytokin IL-1 aktiviert Mediatoren, die für die Gelenkschmerzen verantwortlich sind und induziert die Expression von Enzymen, die eine destruktive Wirkung auf die Extrazellulärmatrix haben¹⁷. Das Zytokin IL-6 potenziert den katabolen Effekt von TNF- α ¹⁷. IL-6 und TNF- α führen zu einer Schädigung und einem Verlust von Proteoglykanen des Knorpels¹⁷.

Auch die Chondrozyten, die für Erhalt und Funktion des Knorpels relevant sind, können durch ein Trauma geschädigt werden. Am Ort der Krafteinwirkung kann eine Nekrose der Chondrozyten entstehen^{13, 17}. Je nach Ausmaß der Druckbelastung kann durch das Enzym Caspase die Apoptose der umliegenden, zunächst unbeschädigten Chondrozyten induziert werden^{13, 17}. Dies führt zu einer Vergrößerung des Defektareals¹⁷. Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Krafteinwirkung durch das Trauma und dem Zelltod¹⁷. Der Tod der Chondrozyten führt zu einer Verminderung der Fähigkeit die Bestandteile der Extrazellulärmatrix zu produzieren und zu erhalten¹⁷. Zudem ist die biosynthetische Aktivität der übrig gebliebenen Chondrozyten verringert¹³. Folglich kommt es zu einer Reduzierung des Glykangehaltes und zur Matrixdegeneration des Knorpels^{13, 17}. Es konnte gezeigt werden, dass das Ausmaß des Chondrozytenverlustes durch Apoptose mit der Höhe des Verlustes an Glykosaminoglykanen im Bereich des verletzten Gewebes korreliert¹⁷. Dem zu Folge ist der Chondrozytenverlust für den Knorpelabbau und die verminderte Fähigkeit zur RepARATION mitverantwortlich¹⁷.

Letztendlich verliert der betroffene Knorpelbereich seine wichtigen mechanischen Eigenschaften¹³. Es kommt zu einer Aufweichung und Abnahme der Schersteifigkeit des Knorpels¹³.

Im Fall vollschichtiger Knorpeldefekte ist der subchondrale Knochen der entzündlichen Gelenkflüssigkeit ausgesetzt¹⁵. Hierdurch bildet die subchondrale Knochenlamelle Risse aus und verliert ihre Tragfähigkeit und Barrierefunktion¹⁵. Über diese Risse tritt die pathologisch unter positivem intraartikulärem Druck stehende Gelenkflüssigkeit in die Spongiosa-Bälkchen¹⁵. Dieser lokal hohe Flüssigkeitsdruck kann zu Osteolysen und der Entstehung von subchondralen Zysten führen¹⁶. Die Ausbildung von subchondralen Zysten erfordert einen ausreichend hohen intraartikulären Druck¹⁶.

Zusammenfassend scheint durch die akute intraartikuläre mechanische Schädigung ein unbalancierter kataboler Stoffwechsel-Prozess aktiviert zu werden, der langfristig das Risiko der Entstehung einer posttraumatischen Arthrose signifikant erhöht¹⁷.

1.4 Prävalenz der Knorpelläsionen bei Sprunggelenkfrakturen

Die Literaturangaben zur Prävalenz der Knorpelläsionen im Rahmen von Sprunggelenkfrakturen sind unterschiedlich. Angaben zur Häufigkeit der Knorpelläsionen, die mit Hilfe der Arthroskopie im Rahmen der Frakturversorgung festgestellt wurden, reichen von 20%¹⁹ bis 100%²⁰. Studien^{21, 22, 23} zur Untersuchung der Prävalenz von Knorpelläsionen mittels MRT unmittelbar posttraumatisch kamen ebenfalls zu unterschiedlichen Ergebnissen. Eine Studie gibt eine Prävalenz von 17%²¹ an, wobei hierbei nur Knorpelläsionen des Talus berücksichtigt wurden. Andere Studien stellten eine Prävalenz der Knorpelläsionen von 54%²² und 33%²³ fest. Tabelle 1.2 zeigt eine Übersicht der Literaturangaben bezüglich der Prävalenz von Knorpelläsionen, die im Rahmen von Sprunggelenkfrakturen entstanden sind.

Autor	Jahr	Titel	N	Methode	Prävalenz Knorpelläsionen
Chen et al.	2019	Prevalence and associated factors of intra-articular lesions in acute ankle fractures evaluated by arthroscopy and clinical outcomes with minimum 24-month follow-up ²⁴	36	Arthroskopie	72%
Zhang et al.	2018	Clinical characteristics and surgical experience of Type III Wagstaffe fractures: Pay attention to concomitant chondral injury of the talus ²⁵	13	Intraoperative Inspektion des Talus	61% (nur lateraler Talus)
Da Cunha et al.	2018	Ankle Arthroscopy for Diagnosis of Full-thickness Talar Cartilage Lesions in the Setting of Acute Ankle Fractures ⁵	116	Arthroskopie	78% (nur Talus)
Braunstein et al.	2016	Arthroscopically assisted treatment of ankle fractures ²⁶	37	Arthroskopie	64%
Fuchs et al.	2016	Effect of Arthroscopic Evaluation of Acute Ankle Fractures on PROMIS Intermediate-Term Functional Outcomes ²⁷	42	Arthroskopie	67%
Chen et al.	2015	Arthroscopy-Assisted Surgery for Acute Ankle Fractures: A Systematic Review ²⁸	861	Arthroskopie	63,3%

Kortekangas et al.	2015	Effect of syndesmosis injury in SER IV (Weber B)-type ankle fractures on function and incidence of osteoarthritis ²²	48	MRT	54%
Swart et al.	2014	Arthroscopic assessment of medial malleolar reduction ²⁹	12	Arthroskopie	42%
Yan et al.	2011	Treatment of acute ankle fractures with arthroscopy-assisted open reduction and internal fixation ⁴	42	Arthroskopie	74%
Stufkens et al.	2010	Cartilage lesions and the development of osteoarthritis after internal fixation of ankle fractures: a prospective study ⁶	288	Arthroskopie	81%
Boraiah et al.	2009	Osteochondral lesions of talus associated with ankle fractures ²¹	153	MRT	17% (nur Talus)
Leontaritis et al.	2009	Arthroscopically detected intra-articular lesions associated with acute ankle fractures ³⁰	84	Arthroskopie	73%
Yoshimura et al.	2008	Arthroscopic findings in Maisonneuve fractures ²⁰	4	Arthroskopie	100%
Aktas et al.	2008	Incidence of chondral lesions of talar dome in ankle fracture types ³¹	86	Arthroskopie	28% (nur Talus)
Takao et al.	2004	Diagnosis and treatment of combined intra-articular disorders in acute distal fibular fractures. ³²	41	Arthroskopie	73% (nur Talus)
Ono et al.	2004	Arthroscopically assisted treatment of ankle fractures: arthroscopic findings and surgical outcomes ¹⁹	105	Arthroskopie	20% (nur Läsionen ≥ 50% der Knorpel-dicke)
Loren et al.	2002	Arthroscopic assessment of occult intra-articular injury in acute ankle fractures ³³	48	Arthroskopie	63% (nur Läsionen > 5mm)
Thordarson et al.	2001	The role of ankle arthroscopy on the surgical management of ankle fractures ³⁴	9	Arthroskopie	89% (nur Talus)
Hintermann et al.	2000	Arthroscopic findings in acute fractures of the ankle ³⁵	288	Arthroskopie	79,2%
Sorrento et al.	2000	Incidence of lateral talar dome lesions in SER IV ankle fractures ³⁶	50	Intraoperative Inspektion des lateralen Talus	38% (nur Talus)
Elsner et al.	1996	Magnetic resonance tomography study of ankle joint fractures. A prospective pathologic-anatomic study ²³	21	MRT	33%
Lantz et al.	1991	The effect of concomitant chondral injuries accompanying operatively reduced malleolar fractures ³⁷	63	Intraoperative Inspektion des Talus	49% (nur Talus)

Tabelle 1.2 Literaturangaben bezüglich der Prävalenz von Knorpelläsionen, entstanden im Rahmen von Sprunggelenkfrakturen; Untersuchungszeitpunkt zeitnah nach Trauma

1.5 Natürlicher Heilungsverlauf der Knorpelläsionen

Der natürliche Heilungsverlauf der posttraumatischen Knorpelläsionen im Sprunggelenk wurde bisher nicht gezielt untersucht. Studien zur Untersuchung der Knorpelläsionen unmittelbar nach dem Trauma und im zeitlichen Verlauf sind nicht bekannt. In bisherigen Studien wurden Knorpelläsionen entweder unmittelbar

posttraumatisch oder mehr als ein Jahr nach dem Unfall untersucht. Die Untersuchungen mehr als ein Jahr posttraumatisch fanden mittels Arthroskopie im Rahmen der Metallentfernung³⁸ oder mittels MRT³⁹ statt. Knorpelläsionen konnten bei einem Teil der Patienten nachgewiesen werden^{38, 39}. Bei 90% der Patienten mit langanhaltenden Beschwerden nach einer Sprunggelenkfraktur zeigte die arthroskopische Untersuchung 20,5 Monate posttraumatisch Knorpelläsionen⁴⁰. Dies weist darauf hin, dass sich Knorpelläsionen nicht komplett zurückbilden und einen Einfluss auf die langfristigen Beschwerden haben können. Des Weiteren wäre möglich, dass die Prävalenz der Knorpelläsionen im zeitlichen Verlauf ansteigt. Im Rahmen des Traumas können mikroskopisch kleine Knorpelschäden entstehen, die dem Untersucher zunächst verborgen bleiben. Diese könnten abheilen, oder sich im Rahmen eines katabolen Prozesses zu makroskopischen Defekten entwickeln. Allerdings kann die Ursache der Knorpelläsionen nicht immer eindeutig auf die Sprunggelenkfraktur zurückgeführt werden, da die Knorpelläsionen auch bereits vor dem letzten Trauma entstanden sein könnten.

1.6 Arthroskopische Behandlung bei Sprunggelenkfrakturen

Eine arthroskopische Behandlung der Läsionen des Knorpels und Kapsel-Bandapparates führt vermutlich zu einer Verbesserung der Sprunggelenkfunktion und Abnahme der Beschwerden^{19, 26, 32, 38, 41}. Es bleibt die Frage zu klären, welches Patientenkollektiv dieser Behandlung bedarf. Hierfür ist neben der Diagnostik von Knorpelläsionen auch die Beobachtung des natürlichen Heilungsverlaufs von wissenschaftlichem Interesse. Zusätzlich muss das langfristige Beschwerdebild der Patienten erfasst werden und in Zusammenhang mit den begleitenden Läsionen des Sprunggelenkknorpels und Kapsel-Bandapparates gebracht werden.

1.7 Ziele der vorliegenden Studie

Im Rahmen dieser prospektiven Studie wurden die Knorpelläsionen im Zusammenhang mit einer Sprunggelenk-Luxationsfraktur näher untersucht. Die Prävalenz von begleitenden Knorpelläsionen bei Sprunggelenk-Luxationsfrakturen wurde erfasst und deren natürlicher Heilungsverlauf beobachtet. Darüber hinaus wurde untersucht, in wie weit eine vorliegende Knorpelläsion das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses beeinflusst. Die Untersuchung der Knorpelläsionen erfolgte durch Arthroskopie.

Im Einzelnen ist Ziel der Studie, folgende Fragestellungen und Hypothesen zu klären, wobei Hypothese I und IV die Haupthypothesen dieser Arbeit sind:

I. Die Prävalenz von Knorpelläsionen nach einer OSG-Luxationsfraktur ist höher als 50%.

II. Wie stellt sich die Häufigkeitsverteilung der Knorpelläsionen im Hinblick auf Schwere, Größe und Lokalisation dar?

III. Wie stellt sich der natürliche Heilungsverlauf posttraumatischer Knorpelläsionen nach einem Jahr dar?

IV. Die nachgewiesenen Knorpelläsionen haben einen negativen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses.

V. Je ausgeprägter die Knorpelläsionen sind, desto schlechter ist das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses.

VI. Gibt es eine Korrelation zwischen dem funktionellen Ergebnis des Heilungsprozesses und der prätraumatischen psychischen Gesundheit?

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Studiendesign und -aufbau

Zur Beantwortung der in Kapitel 1.7 aufgelisteten Fragestellungen und Hypothesen wurde eine prospektive Beobachtungsstudie in dem Zeitraum von Januar 2017 bis März 2020 durchgeführt. Das positive Ethikvotum liegt unter dem Kennzeichen 2016-509N-MA vor. Die chronologische Durchführung der einzelnen Studienschritte und deren Einbindung in den Behandlungsprozess sind in folgendem Schaubild dargestellt. In den Kapiteln 2.3 und 2.4 wird die Durchführung der einzelnen Schritte näher erläutert.

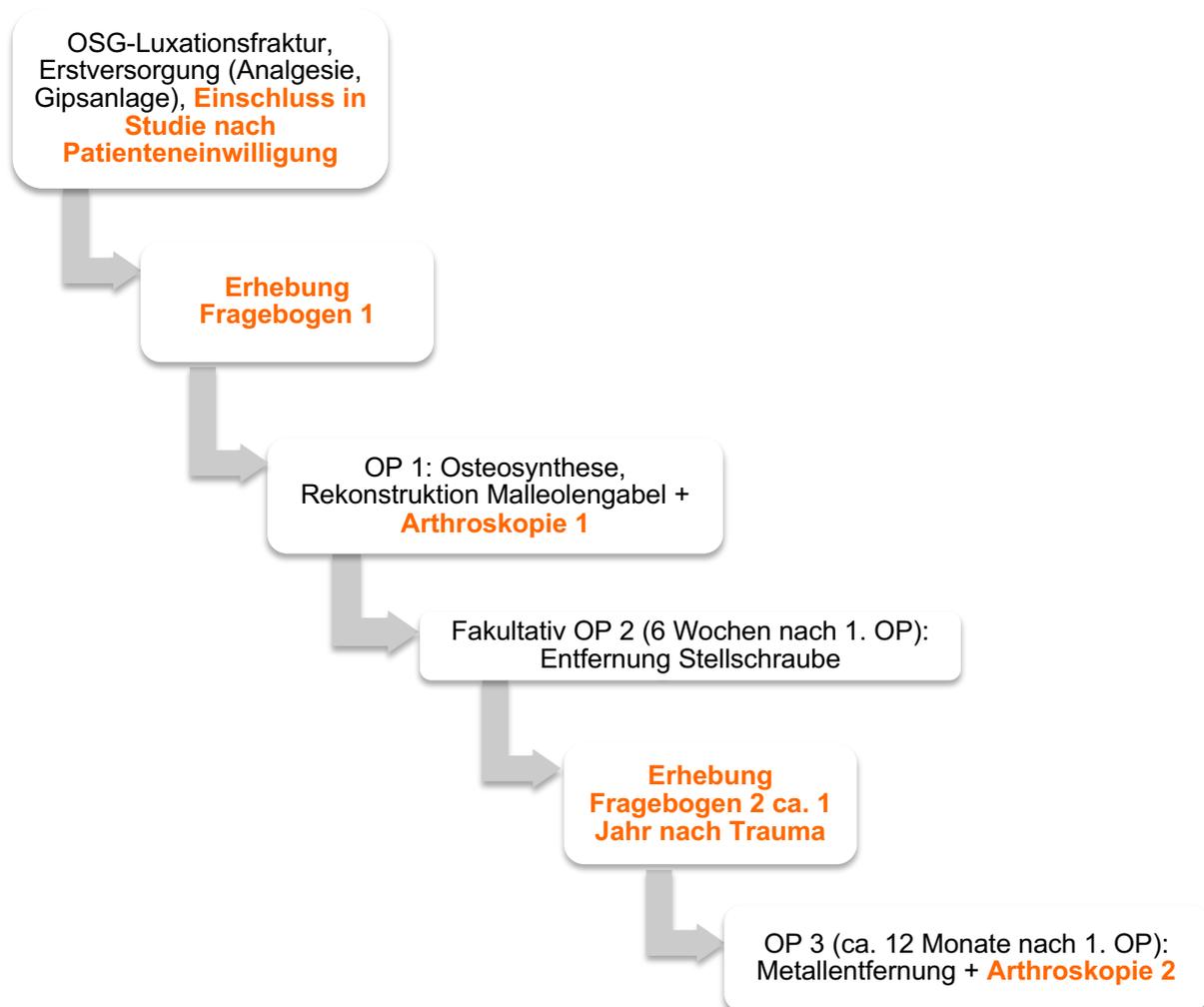


Abbildung 2.1: Ablauf der Versorgung von OSG-Luxationsfrakturen und Einbindung der Studienaktivitäten (orange hervorgehoben). Mit 1 gekennzeichnete Untersuchungen finden im Rahmen der Frakturversorgung unmittelbar nach dem Trauma statt. Mit 2 gekennzeichnete Untersuchungen sind Bestandteil der Nachuntersuchung ca. ein Jahr nach Trauma.

Nach Einschluss der Patienten in die Studie wurden die Fragebögen zur Erfassung des Zustandes vor dem Unfall im Rahmen des stationären Aufenthaltes erhoben. Zu diesem Zweck wurde das gesunde Sprunggelenk der Gegenseite untersucht. Im Zuge der operativen Versorgung fand die Arthroskopie 1 statt. Die Nachuntersuchungen wurden nach Vereinbarung ca. 12 Monate nach dem Unfall geplant. Bei dieser

Gelegenheit wurden die Fragebögen erneut erhoben und die Metallentfernung fakultativ geplant. Im Rahmen der Metallentfernung fand die Arthroskopie 2 statt. Während mit den Fragebögen der physische und psychische Zustand vor und ein Jahr nach dem Unfall erfasst wurde, dienten die Arthroskopien dem Zweck, eventuell vorhandene Knorpelläsionen zu detektieren, zu klassifizieren und deren natürlichen Heilungsverlauf festzustellen.

2.2 Beschreibung des Patientenkollektivs und der Organisation der Datenerfassung

60 Patienten wurden in die Studie eingeschlossen. Die Patienten wurden mit einer oberen Sprunggelenk-Luxationsfraktur in der Notaufnahme des Universitätsklinikums Mannheim vorstellig und bedurften einer operativen Intervention. Voraussetzung für den Studieneinschluss war neben der Einwilligungsfähigkeit der Patienten und Patientinnen der Ausschluss folgender Pathologien:

- offene Sprunggelenkfraktur
- fortgeschrittene Arthrose
- weitere Verletzungen an der selben Extremität
- Arthritis
- Lähmungen der Extremität
- bekannte Gerinnungsstörungen
- Polytrauma

Abbildung 2.2 gibt eine Übersicht der Datenerhebung und erläutert die Gründe der Datenausfälle.

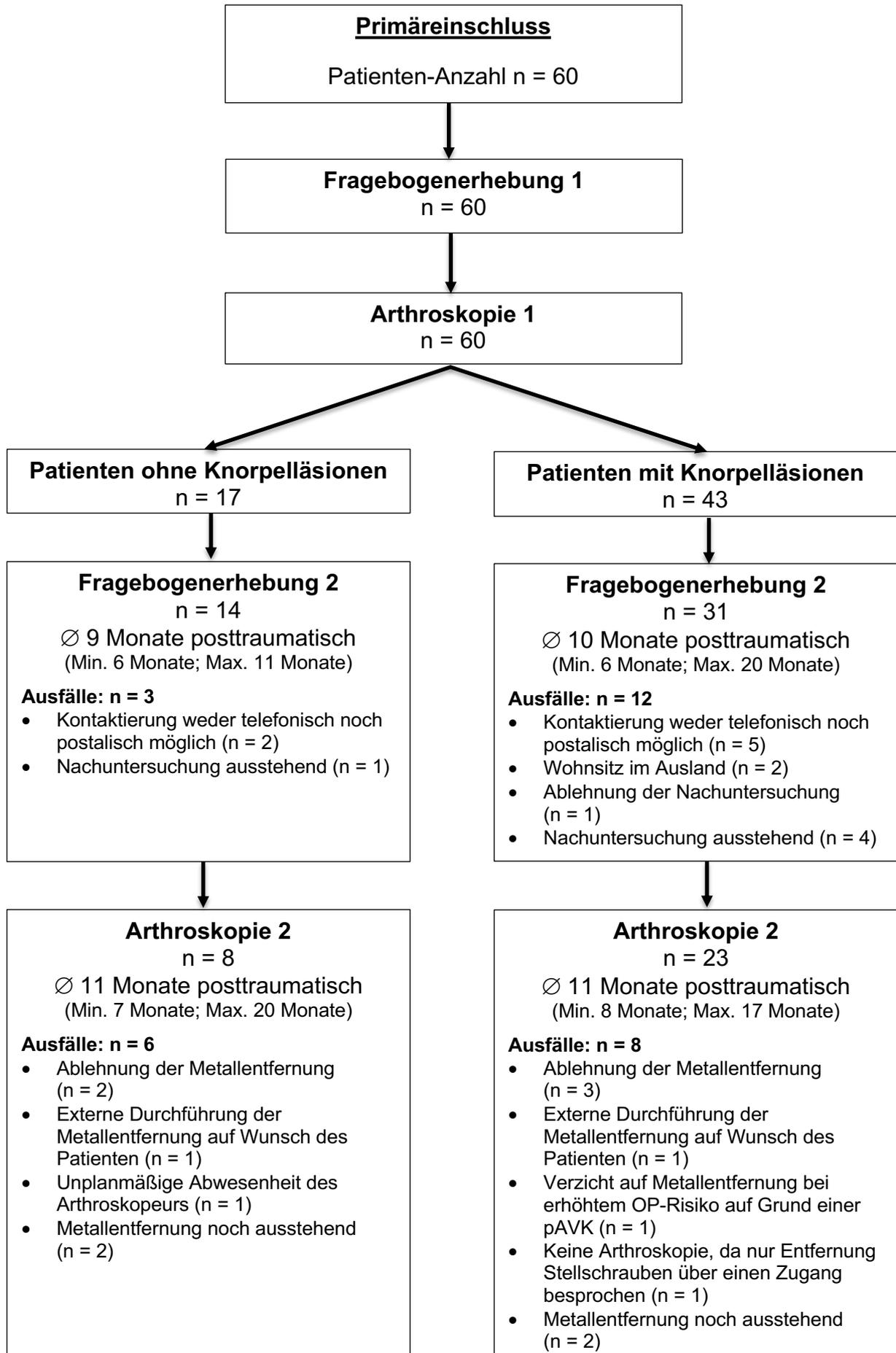


Abbildung 2.2: Übersicht Datenerhebung für die einzelnen Untersuchungsschritte der Studie

2.3 Operative Versorgung und Arthroskopie

Die Fraktur des oberen Sprunggelenks wurde bei allen Studienpatienten über einen lateralen Zugang und gegebenenfalls über einen zusätzlichen medialen Zugang osteosynthetisch versorgt. Die vordere Syndesmose wurde dargestellt. Die Fibula wurde bei rupturierter vorderer Syndesmose in die Incisura reponiert und mit einer Stellschraube retiniert.

Die postoperative Behandlung wurde standardmäßig wie folgt durchgeführt: Neben der Analgetika-Therapie und Thromboseprophylaxe wurden Röntgenkontrollen nach 48 Stunden, sowie nach sechs Wochen durchgeführt. Es erfolgte jeweils eine schmerzadaptierte Belastung für 6 Wochen unter Verwendung eines Air Walkers und zwei Unterarm-Gehstützen. Bei trockenen Wundverhältnissen konnten die Patienten aus der stationären Behandlung entlassen werden. Fakultativ wurde nach sechs bis acht Wochen die Stellschraube entfernt.

Im Rahmen der operativen Frakturversorgung und der fakultativen Metallentfernung ein Jahr später wurde jeweils eine Arthroskopie durchgeführt, um eventuell vorhandene Knorpelläsionen zu visualisieren und zu klassifizieren. Arthroskopie 1 wurde vor der Frakturversorgung durchgeführt. Für die Arthroskopie wurden in aller Regel die studienunabhängig nötigen operativen Zugänge genutzt, um keine weiteren Weichteilläsionen zu verursachen. Dementsprechend stand in den meisten Fällen der laterale Zugang zur Verfügung. Der einsehbare Bereich ist in Abbildung 2.3 durch rote Umrandung dargestellt.

Die Dokumentation der Lokalisation der Knorpelläsionen erfolgte mit Hilfe der schematischen Zeichnung aus der Studie von Leontaritis et al.³⁰. Sie ist in Abbildung 2.3 dargestellt. Sie wurde zur Darstellung der Lokalisationshäufigkeit von traumatisch bedingten Knorpelläsionen nach einer OSG-Fraktur entworfen. Für diese Studie wurden die Zonen, entsprechend Abbildung 2.3, nummeriert, sodass jede Knorpelläsion einer Zone zugeordnet werden kann.

Zoneneinteilung des Talus von 1 bis 8

Zonen von Tibia und Fibula (T1, T2, F1)

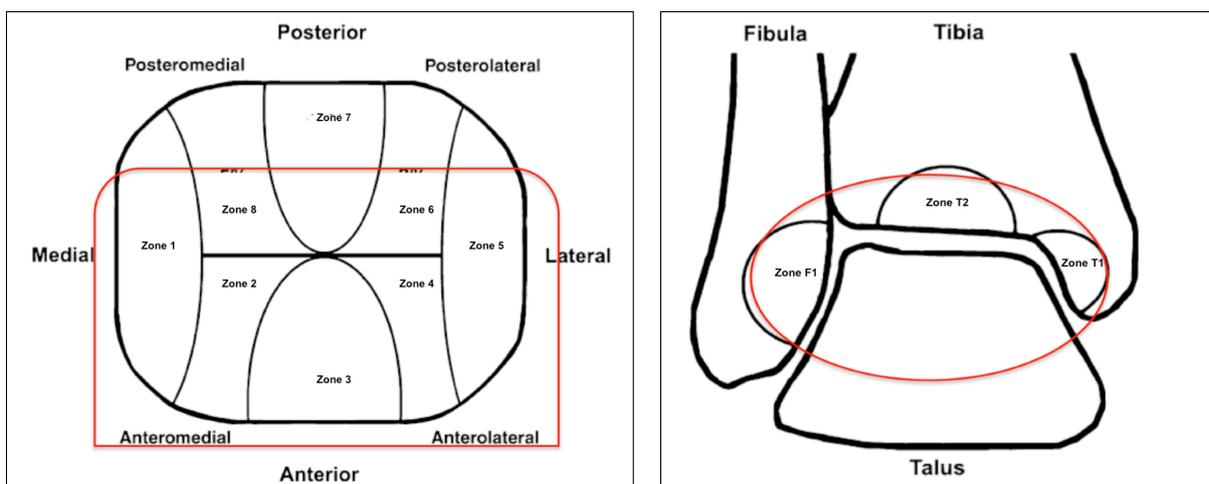


Abbildung 2.3: Schematische Zeichnung aus der Studie Leontaritis et al.³⁰ mit Nummerierung der Zonen

Die Schweregradeinteilung der einzelnen Knorpelläsionen wurde mit Hilfe der ICRS-Klassifikation ⁴² (siehe Anhang 1) vorgenommen. Sie wurde von der International Cartilage Research Society auf Basis der Outerbridge-Klassifikation entwickelt und 2003 veröffentlicht ⁴².

Die Arthroscopien des gesamten Patientenkollektivs und die Einteilung der Knorpelläsionen wurden von dem gleichen Operateur durchgeführt.

2.4 Aufbau und Inhalt des Fragebogens

Um den Zustand der Patienten vor dem Unfall zu beschreiben, wurden die Fragebögen vor der operativen Versorgung erhoben. Die Patienten wurden über den Zustand des Sprunggelenks und über ihren allgemeinen Gesundheitszustand vor dem Unfall befragt. Zusätzlich wurde das gesunde Sprunggelenk der Gegenseite untersucht. Ein Jahr später wurde der gleiche Fragebogen noch einmal erhoben, um den Zustand der Patienten im Verlauf des Heilungsprozesses zu erfassen und mit dem Zustand vor dem Unfall zu vergleichen. Im Folgenden ist der Inhalt des Fragebogens beschrieben:

- Kontaktdaten des Patienten
- Anamnestische Erhebung allgemeiner gesundheitsrelevanter Daten:
 - Alter
 - Geschlecht
 - BMI
 - Gesundheitszustand mittels ASA Physical Status Classification ⁴³
 - Raucherstatus
- Anamnestische Erhebung von Daten im Bezug auf das Sprunggelenk:
 - Komplikationen während des Heilungsverlaufes
 - Numerische Analogskala zur Ermittlung der durchschnittlichen subjektiven Schmerzintensität des betroffenen Sprunggelenks unter Belastung
 - regelmäßiger Analgetikabedarf
- Körperliche Untersuchung
 - Gangbild: hinkend, flüssig
 - Aktives Bewegungsausmaß des Sprunggelenks (Dorsalextension/Plantarflexion und Pronation/Supination) im Seitenvergleich (Messung gesunder Fuß und Messung verletzter Fuß ein Jahr posttraumatisch)
- Ankle Hindfoot Scale der American Orthopaedic Foot and Ankle Society
- Foot and Ankle Outcome Score
- SF-36
- Tegner-G-Scale

2.4.1 Ankle Hindfoot Scale der American Orthopaedic Foot and Ankle Society

Der Fragebogen „Ankle Hindfoot Scale“ wurde entwickelt, um den klinischen Zustand von Sprunggelenk und Hinterfuß zu erfassen ⁴⁴. Zur Erhebung wurde die validierte deutsche Form verwendet ⁴⁵. Der Fragebogen ist in Anhang 2 dargestellt. Er besteht aus neun Fragen, die Schmerz, Funktion und Ausrichtung des Sprunggelenks erfassen.

Während die ersten vier Fragen die jeweilige subjektive Einschätzung der Patienten wiedergeben, werden die letzten vier Fragen mit Hilfe objektiver Untersuchung beantwortet. Die Abfrage einer eventuellen Gangabnormalität vor dem Unfall (Frage fünf) basiert auf der subjektiven Einschätzung der Patienten. Ein Jahr später kann diese Frage durch Begutachtung des Gangbildes beantwortet werden.

Die Beantwortung der Fragen führt zu einer Gesamtpunktzahl, die als Maß für den Zustand des Sprunggelenks verwendet wird. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 100 (60 Punkte Anamnese; 40 Punkte Klinik) und bedeutet sehr gute Funktionalität und Ausrichtung des Fußes, sowie Schmerzfreiheit. Die Minimalpunktzahl von 0 entspricht dem Gegenteil. Nach Kitaoka et al., 1994 wird die Punkteskala folgendermaßen bewertet ⁴⁴:

100 - 90 Punkte: hervorragendes Ergebnis
89 - 80 Punkte: gutes Ergebnis
79 - 70 Punkte: zufrieden stellendes Ergebnis
Unter 70 Punkte: schlechtes Ergebnis

2.4.2 Foot and Ankle Outcome Score (FAOS)

Der Foot and Ankle Outcome Score ist aus dem Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score ⁴⁶ entstanden ⁴⁷. Für die Erhebung wurde die in deutsch validierte Version ⁴⁸ genutzt. Der Fragebogen ist in Anhang 3 dargestellt.

Alle Fragen sind von den Patienten zu beantworten und bilden demnach ihre subjektive Einschätzung hinsichtlich eventuell vorhandener Beschwerden im Sprunggelenk ab. Der Fragebogen enthält 42 Fragen, die sich in folgende Frageblöcke gliedern ⁴⁷:

- Symptome
- Schmerz
- Aktivitäten des täglichen Lebens
- Aktivität bei Sport und Freizeit
- Lebensqualität

Den Antwortmöglichkeiten werden Punkte von null bis vier zugeordnet, um die Antworten statistisch auswertbar zu machen ⁴⁷. Die Auswertung erfolgt in Analogie zu der Auswertung des Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Scores ⁴⁷. Jeder Frageblock wird normiert⁴⁹, sodass für jeden Frageblock eine Punktzahl zwischen null und hundert erreicht werden kann. 100 Punkte bedeuten einwandfreie Funktionalität ohne jegliche Beschwerden, null Punkte bedeuten im Gegensatz dazu sehr starke Beschwerden und maximal eingeschränkte Funktionalität.

2.4.3 SF-36

Der SF-36-Fragebogen wurde zur Erfassung der subjektiven physischen und psychischen Gesundheit der Patienten verwendet. Es wurde die in deutsch validierte Fragebogenform ⁵⁰ verwendet.

36 Fragen sind folgenden acht Dimensionen zugeordnet:

- Körperliche Funktionsfähigkeit
- Körperliche Rollenfunktion
- Körperliche Schmerzen
- Allgemeine Gesundheitswahrnehmung
- Vitalität
- Soziale Funktionsfähigkeit
- Emotionale Rollenfunktion
- Psychisches Wohlbefinden

Diese Dimensionen können in die übergeordneten Kategorien "Körperliche Gesundheit" und "Psychische Gesundheit" gebündelt werden. Die Frage "Veränderung der Gesundheit" steht für sich allein. Der SF-36-Fragebogen ist in Anhang 4 beigelegt.

Die Auswertung wurde entsprechend des Handbuchs "SF-36, Fragebogen zum Gesundheitszustand" ⁵¹ durchgeführt. Falls ein oder mehrere Werte fehlen, können diese bei Beantwortung von mindestens 50% der Fragen einer Dimension über Bildung des Mittelwertes errechnet werden. 10 Fragen müssen vor der Auswertung rekaliert werden. Anschließend werden die Roh-Skalenwerte der Dimensionen bestimmt. Zuletzt werden diese normiert ⁵¹. Für jede der acht Dimensionen kann ein Punktwert zwischen null und hundert erreicht werden. Je höher der Punktwert jeweils ausfällt, desto besser ist die Gesundheit. Es existieren alters- und geschlechtsadaptierte Normwerte einer gesunden Population für diesen Fragebogen, welche in dem bereits genannten Handbuch aufgeführt sind ⁵¹.

Für die im Rahmen dieser Studie durchgeführte Auswertung wurden die Ergebnisse der acht Dimensionen aufaddiert, sodass insgesamt eine Punktzahl zwischen 0 und 800 erreicht werden kann. Die Dimensionen sind zu gleichen Anteilen aufgeteilt in die Untergruppen "Körperliche Gesundheit" und "Psychische Gesundheit". Folglich kann für jede Untergruppe ein Punktwert zwischen 0 und 400 erreicht werden.

2.4.4 Tegner-G-Scale

Der Tegner-G-Scale entspricht der validierten deutschen Form des ursprünglichen Tegner-Activity-Scales ⁵². Dieser Fragebogen dient der Erhebung des Aktivitätsgrades der Patienten. Der Tegner-G-Scale ist in Anhang 5 dargestellt.

Der Bewertungsbereich reicht von null bis zehn Punkte, wobei null Punkte einem inaktiven Patienten mit nur eingeschränkter Gehfähigkeit und zehn Punkte einem Wettkampfsportler auf nationalem und internationalem Niveau entspricht.

Anhand dieses Fragebogens wurde untersucht, ob es eine Korrelation zwischen dem funktionellen und morphologischen Ergebnis des Heilungsprozesses nach einer OSG-Luxationsfraktur und der körperlichen Aktivität gibt.

2.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe der Statistiksoftware SAS 9.4 durchgeführt. Für qualitative Daten wurden die absolute und relative Häufigkeit

angegeben. Für quantitative Merkmale wurden Mittelwert, Standardabweichung, sowie Minimum und Maximum bestimmt.

Die unterschiedlichen Fragestellungen erfordern spezifische Berechnungsmethoden. Den Berechnungen liegt jeweils eine Null-Hypothese zugrunde, die besagt, dass kein Unterschied zwischen den zu vergleichenden Gruppen besteht. Wie für derartige Untersuchungen in der Medizin üblich, wurde für die statistische Auswertung in dieser Arbeit ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0.05$ festgelegt. Wenn die statistische Berechnung p-Werte kleiner als 0.05 ergibt, ist die zugrunde liegende Null-Hypothese zu verwerfen. Im Umkehrschluss ist damit ein signifikanter Unterschied zwischen den zu vergleichenden Parametern verifiziert. Im Folgenden ist beschrieben, welche Berechnungsmethoden für die hier untersuchten Fragestellungen und Hypothesen verwendet wurden.

- "Die Prävalenz von Knorpelläsionen nach einer OSG-Luxationsfraktur ist höher als 50%":
 - Überprüfung durch Binomialtest für eine Stichprobe
- Vergleich der Prävalenzangaben, ermittelt in Arthroskopie 1 und Arthroskopie 2:
 - Überprüfung durch McNemar's Test
- Vergleich der Ergebnisse vor dem Unfall und ein Jahr posttraumatisch (zwei verbundene Stichproben):
 - Überprüfung durch Wilcoxon-Test für 2 verbundene Stichproben
- Vergleich der Ergebnisse zwischen den Patientengruppen mit und ohne Knorpelläsionen (unabhängige Stichproben):
 - Überprüfung durch Fisher's Exact Test für die Merkmale
 - Gangbild
 - Analgesiebedarf
 - Überprüfung durch Trendtest von Cochran-Armitage für das Merkmal Bewegungsumfang
 - Überprüfung durch Wilcoxon Two-Sample Test für die Merkmale
 - Schmerzintensität
 - Ankle Hindfoot Scale
 - Foot and Ankle Outcome Score
 - SF-36
 - Tegner-G-Score
- Überprüfung möglicher Korrelation zwischen der Ausprägung der Knorpelläsionen und dem Heilungsergebnis des Sprunggelenks (Kapitel 3.4.8):
 - Berechnung der Korrelationskoeffizienten nach Spearman
- Überprüfung möglicher Korrelation zwischen der psychischen Gesundheit und dem Heilungsergebnis des Sprunggelenks (Kapitel 3.4.9):
 - Berechnung der Korrelationskoeffizienten nach Pearson

Vor Durchführung der Studie wurde mittels Prehoc-Poweranalyse die nötige Patientenanzahl geschätzt. Die Analyse wurde mit Hilfe der Software G*Power 3.1 für die Haupthypothesen I und IV durchgeführt.

Hypothese I:

Für die Analyse wurde angenommen, dass die tatsächliche Prävalenz von Knorpelläsionen bei 67% liegt. Unter der Annahme müssen 60 Patienten untersucht werden, damit mit einer 84,5%-igen Wahrscheinlichkeit eine Prävalenz von über 50% ermittelt werden kann.

Hypothese IV:

Für die Hypothese IV wurden der Ankle Hindfoot Scale und der FAOS als Hauptzielvariablen betrachtet. Die Effektstärken für den Ankle Hindfoot Scale, sowie für die einzelnen Unterkategorien des FAOS wurden mit Hilfe des „Minimal Clinically Important Difference“ (MCID), entnommen aus der Literatur, berechnet. Die MCID-Werte für die Fragebögen sind in Tabelle 2.1 aufgelistet. Die kleinste ermittelte Effektstärke liegt bei 0,91. An Hand dieser wurde die Poweranalyse durchgeführt. Für eine Power von 0,8 müssen 38 Patienten (13 Patienten ohne Knorpelläsionen und 25 Patienten mit Knorpelläsionen) untersucht werden, um einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen feststellen zu können.

	MCID
AOFAS (Ankermethode) ⁵³	8,9
FAOS (Ankermethode) ⁵⁴	
Symptome	12,5
Schmerz	12,5
Aktivität im täglichen Leben	13,9
Aktivität in Sport + Freizeit	32,5
Lebensqualität	21,8
SF-36 (Ankermethode) ⁵³	
Allgemeine Gesundheit	9,58
Körperliche Funktionsfähigkeit	12,78
Körperliche Rollenfunktion	22,92
Körperliche Schmerzen	20,35
Emotionale Rollenfunktion	4,86
Soziale Funktionsfähigkeit	7,29
Vitalität	3,65
Psychisches Wohlbefinden	4,48
Tegner-G-Score ⁵⁵	1

Tabelle 2.1: MCID-Werte für die in der Studie verwendeten Fragebögen

3 Ergebnisse

3.1 Demographische Daten

Tabelle 3.1 zeigt eine Übersicht der demographischen Daten der 60 Studienpatienten aufgeteilt in Kollektive ohne und mit Knorpelläsionen.

	Patientenkollektiv ohne Knorpelläsionen (n = 17)	Patientenkollektiv mit Knorpelläsionen (n = 43)
Alter in Jahren		
Mittelwert ± SD	40 ± 12,8	41 ± 16,0
Min; Max	18; 62	15; 69
Geschlecht		
Weiblich	9 (53%)	15 (35%)
Männlich	8 (47%)	28 (65%)
Seite frakturiertes OSG		
Rechts	8 (47%)	23 (53%)
Links	9 (53%)	20 (47%)
BMI in kg/m²		
Mittelwert ± SD	27,3 ± 5,2	26,3 ± 4,3
Min; Max	21,5; 42,7	19,1; 36,8
Raucherstatus		
Raucher	13 (76%)	25 (58%)
Nicht-Raucher	4 (24%)	18 (42%)
Gesundheitszustand mittels ASA-Klassifikation		
ASA I	12 (71%)	28 (65%)
ASA II	5 (29%)	15 (35%)

Tabelle 3.1: Demographische Daten der Patientenkollektive mit und ohne Knorpelläsionen

3.2 Häufigkeitsverteilung der Frakturtypen

Tabellen 3.2 und 3.3 zeigen die Häufigkeitsverteilung der Sprunggelenkfraktur-Typen nach unterschiedlichen Einteilungskriterien.

Art der Fraktur	Anzahl Patienten gesamtes Kollektiv (n = 60)	Aufteilung der Patienten in Gruppen ohne/mit Knorpelläsionen
Weber B-Fraktur	4 (7%)	1 (25%) / 3 (75%)
Weber C-Fraktur	41 (68%)	13 (32%) / 28 (68%)
Maisonneuve- Fraktur	3 (5%)	2 (67%) / 1 (33%)
Trimalleolarfraktur	10 (17%)	1 (10%) / 9 (90%)
Isolierte Fraktur des Volkman-Dreiecks	2 (3%)	1 (50%) / 1 (50%)

Tabelle 3.2: Häufigkeitsverteilung der Frakturarten für das gesamte Patientenkollektiv, sowie für die Patientengruppen ohne und mit Knorpelläsionen auf Basis der Röntgendiagnostik

Frakturtyp	Anzahl Patienten Gesamtes Kollektiv (n = 60)	Aufteilung der Patienten in Gruppen ohne/mit Knorpelläsionen
Unimalleolar	33 (55%)	12 (36%) / 21 (64%)
Bimalleolar	17 (28%)	4 (24%) / 13 (76%)
Trimalleolar	10 (17%)	1 (10%) / 9 (90%)

Tabelle 3.3: Häufigkeitsverteilung der Frakturarten für das gesamte Patientenkollektiv, sowie für die Patientengruppen ohne und mit Knorpelläsionen auf Basis der Röntgendiagnostik

3.3 Ergebnisse der Arthroskopie 1 und 2

Die Untersuchungen dienen der Klärung folgender Hypothese und Fragestellungen:

- I. Die Prävalenz von Knorpelläsionen nach einer OSG-Luxationsfraktur ist höher als 50%.
- II. Wie stellt sich die Häufigkeitsverteilung der Knorpelläsionen im Hinblick auf Schwere, Größe und Lokalisation dar?
- III. Wie stellt sich der natürliche Heilungsverlauf posttraumatischer Knorpelläsionen nach einem Jahr dar?

Die Datenauswertung bezüglich der Fragestellungen und die resultierenden Ergebnisse sind in den Kapiteln 3.3.1 bis 3.3.4 beschrieben.

3.3.1 Prävalenz der Knorpelläsionen

Im Rahmen der ersten Arthroskopie wurden bei 43 von 60 Patienten (72%) frische Knorpelläsionen als Begleitverletzung der Sprunggelenk-Luxationsfraktur nachgewiesen. Zusätzlich wurden bei 4 Patienten alte Knorpelschäden nachgewiesen.

Die Hypothese "Die Prävalenz von Knorpelläsionen nach einer OSG-Luxationsfraktur ist höher als 50%" wurde mittels des Binomialtests für eine Stichprobe statistisch überprüft. Die Nullhypothese lautet "Die Prävalenz von Knorpelläsionen entspricht 50%". Der berechnete p-Wert für die Nullhypothese liegt mit 0,0004 deutlich unterhalb des Signifikanzniveaus von 0,05. Demnach ist bestätigt, dass die ermittelte Prävalenz von Knorpelläsionen mit 72% statistisch signifikant über 50% liegt.

Abbildung 3.1 zeigt die Aufteilung des untersuchten Patientenkollektivs in Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen auf Basis der arthroskopischen Untersuchung 1.

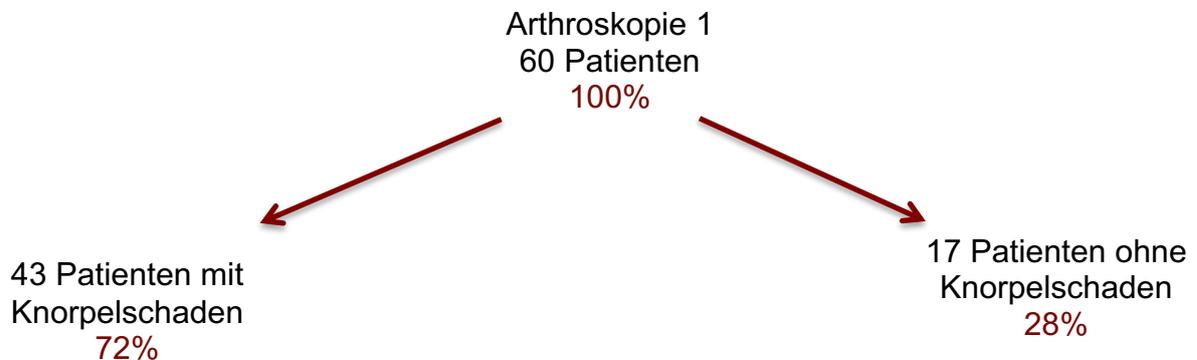


Abbildung 3.1: Aufteilung des untersuchten Patientenkollektivs in Gruppen mit und ohne Knorpelschaden als Ergebnis der Arthroskopie 1

Der natürliche Verlauf der Knorpelläsionen wurde mit Hilfe einer zweiten Arthroskopie im Zuge der Metallentfernung etwa ein Jahr nach dem Unfall untersucht. Für diese Untersuchung standen 31 Patienten zur Verfügung. Für diese Patienten bestand entweder eine Indikation zur Metallentfernung oder sie wurde explizit gewünscht. Entsprechend der Ergebnisse der Arthroskopie 1 hatten 23 Patienten dieses Kollektivs Knorpelläsionen und 8 Patienten hatten keine erkennbaren Knorpelschäden. Im Rahmen der zweiten Arthroskopie wurden bei 20 Patienten (65%) Knorpelläsionen festgestellt. Für das Patientenkollektiv mit zweimaliger Arthroskopie sind in Diagramm 3.1 die Prävalenzen von Knorpelläsionen dargestellt.

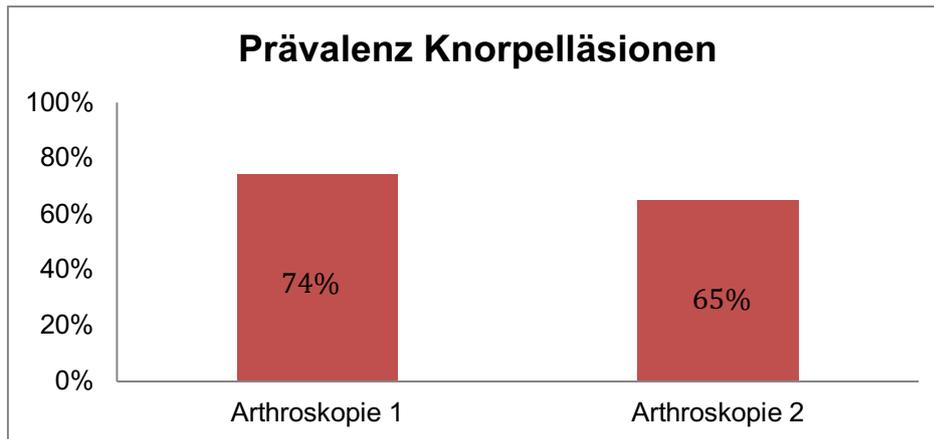


Diagramm 3.1: Prävalenz von Knorpelläsionen im Sprunggelenk nach Arthroskopie 1 und Arthroskopie 2, n = 31

Mit Hilfe des McNemar's Test wurde der Unterschied der beiden Prävalenzen statistisch überprüft. Der resultierende p-Wert von 0,3750 lässt darauf schließen, dass die Prävalenzen der Knorpelläsionen zu den Zeitpunkten der zwei Arthroskopien nicht signifikant unterschiedlich sind.

Abbildung 3.2 zeigt, wie sich die Anzahl der Patienten mit und ohne Knorpelschaden als Ergebnis der Arthroskopie 2 verändert haben.

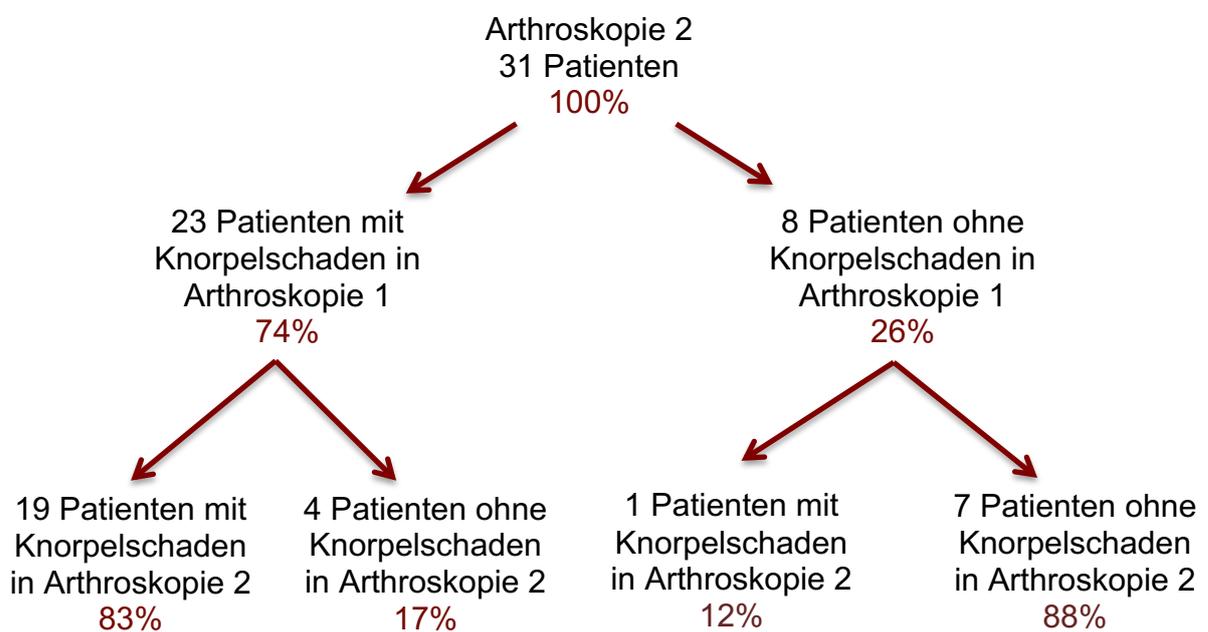


Abbildung 3.2: Aufteilung des untersuchten Patientenkollektivs in Gruppen mit und ohne Knorpelschaden als Ergebnis der Arthroskopie 2

3.3.2 Schweregradeinteilung der Knorpelläsionen

Zur Ermittlung der prozentualen Verteilung der Schweregrade wurde die Anzahl der Knorpelläsionen pro Schweregrad aufaddiert und zur Gesamtzahl aller Knorpelläsionen in Relation gesetzt. Dies wurde für die Ergebnisse der Arthroskopie 1 und 2 von einander getrennt durchgeführt. Entsprechend der Befunde der

Arthroskopie 1 wurden bei 43 der 60 untersuchten Patienten Knorpelläsionen entdeckt. Die Häufigkeit der Schweregrade der Läsionen nach der ICRS-Klassifikation ist in Diagramm 3.2 dargestellt.

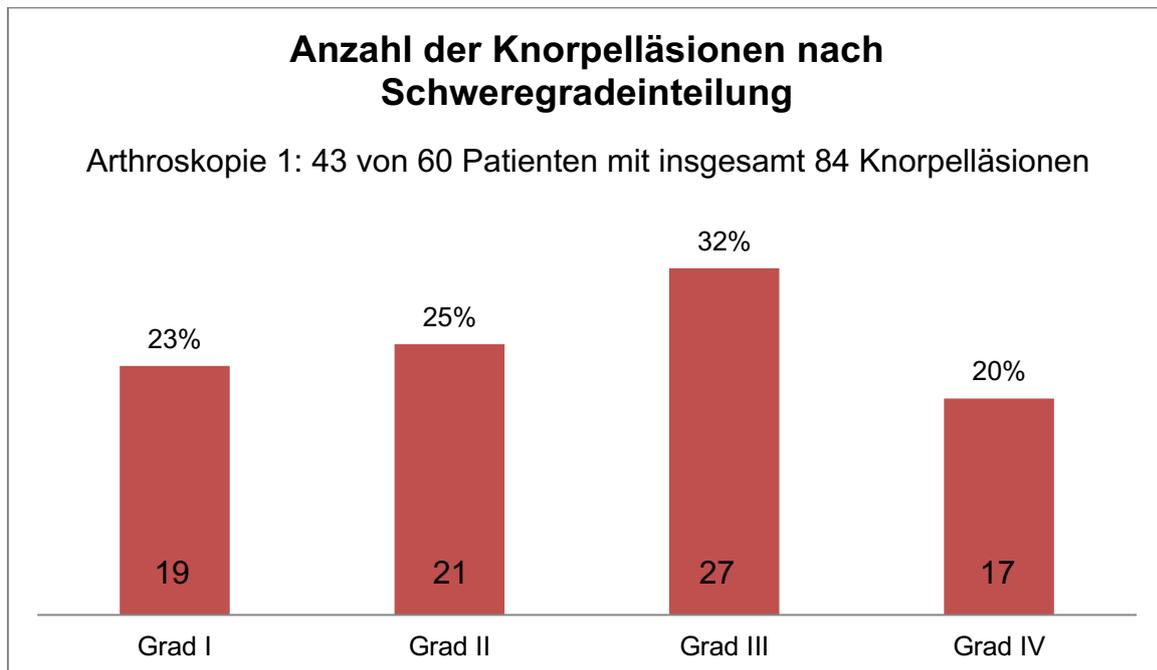


Diagramm 3.2: Absolute und relative Verteilung der Knorpelläsionen nach Schweregrad I - IV der ICRS-Klassifikation; Ergebnisse von Arthroskopie 1

Bei 31 Patienten konnten beide Arthroskopien durchgeführt werden, um den natürlichen Verlauf der Knorpelläsionen zu beobachten. In Diagramm 3.3 sind die Befunde beider Arthroskopien gegenübergestellt. Während im Rahmen der ersten Arthroskopie bei 23 Patienten Knorpelläsionen nachgewiesen wurden, waren es bei der zweiten arthroskopischen Untersuchung 20 Patienten.

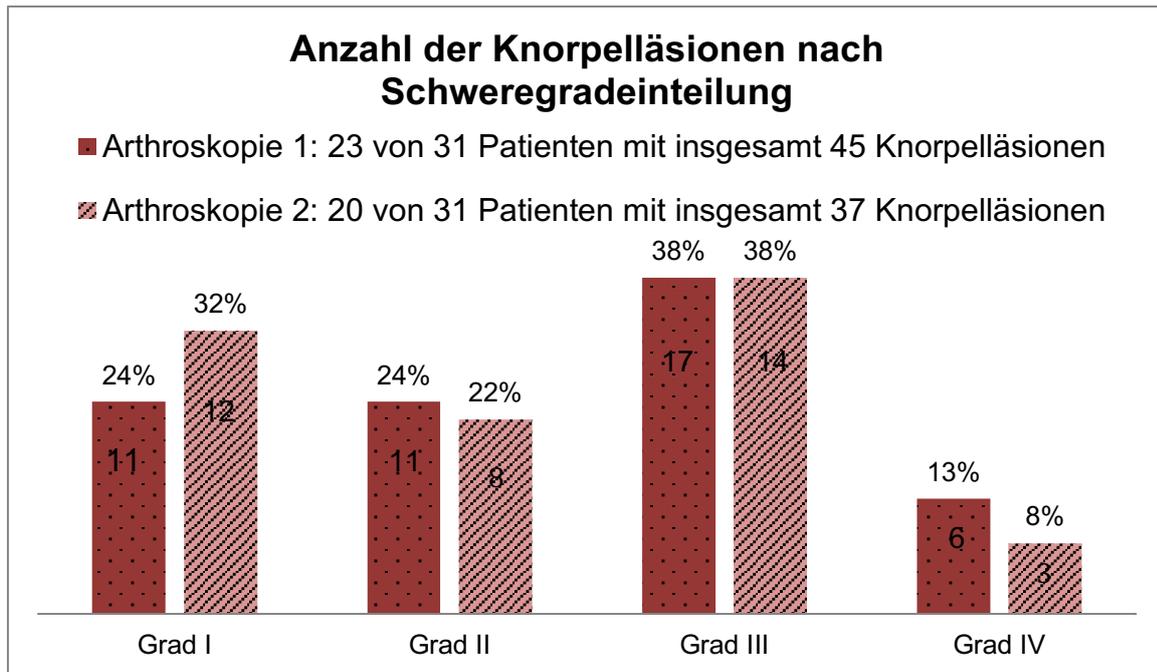


Diagramm 3.3: Absolute und relative Verteilung der Knorpelläsionen nach Schweregrad I - IV der ICRS-Klassifikation; Gegenüberstellung der Ergebnisse von Arthroskopie 1 und 2

Demnach hat die Häufigkeit der Knorpelläsionen von Grad I zugenommen, während die Häufigkeit der Knorpelläsionen von Grad II und IV abgenommen hat. Konkret zeigte sich bei 4 Patienten eine Verschlechterung des ICRS-Grades, bei 10 Patienten eine Verbesserung und bei 17 Patienten keine Veränderung.

3.3.3 Fläche der Knorpelläsionen

Die Ergebnisse der Arthroskopie 1 und 2 hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung der Gesamtflächen der Knorpelläsionen pro Patient sind in den Diagrammen 3.4 bis 3.6 dargestellt.

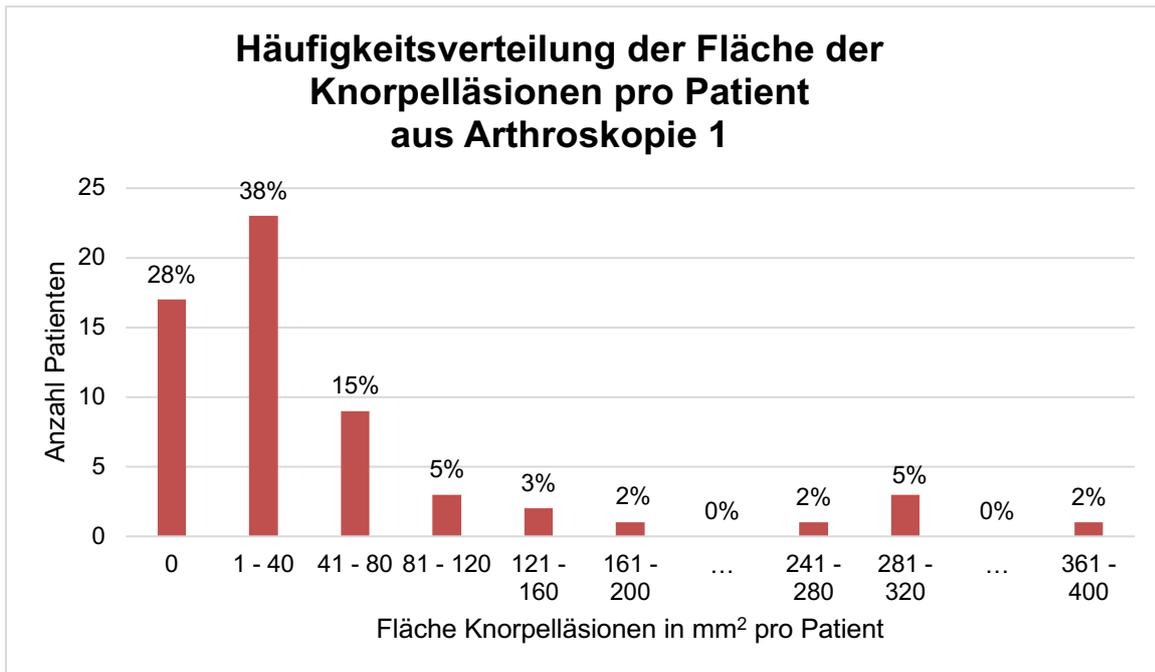


Diagramm 3.4: Häufigkeitsverteilung der Gesamtfläche der Knorpelläsionen pro Patient auf Grundlage der Ergebnisse der Arthroskopie 1 (n = 60)

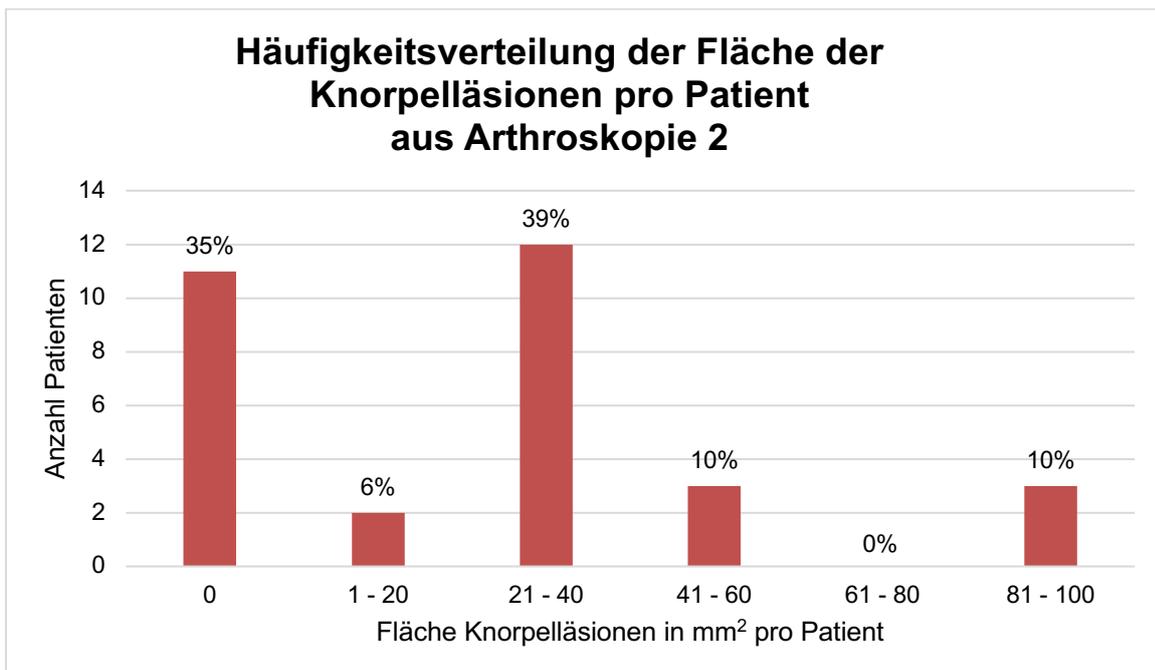


Diagramm 3.5: Häufigkeitsverteilung der Gesamtfläche der Knorpelläsionen pro Patient auf Grundlage der Ergebnisse der Arthroskopie 2 (n = 31)

In Diagramm 3.6 sind die Befunde aus der Arthroskopie 1 und Arthroskopie 2 ein Jahr postoperativ gegenüber gestellt. Der Vergleich konnte für 31 Patienten durchgeführt werden.

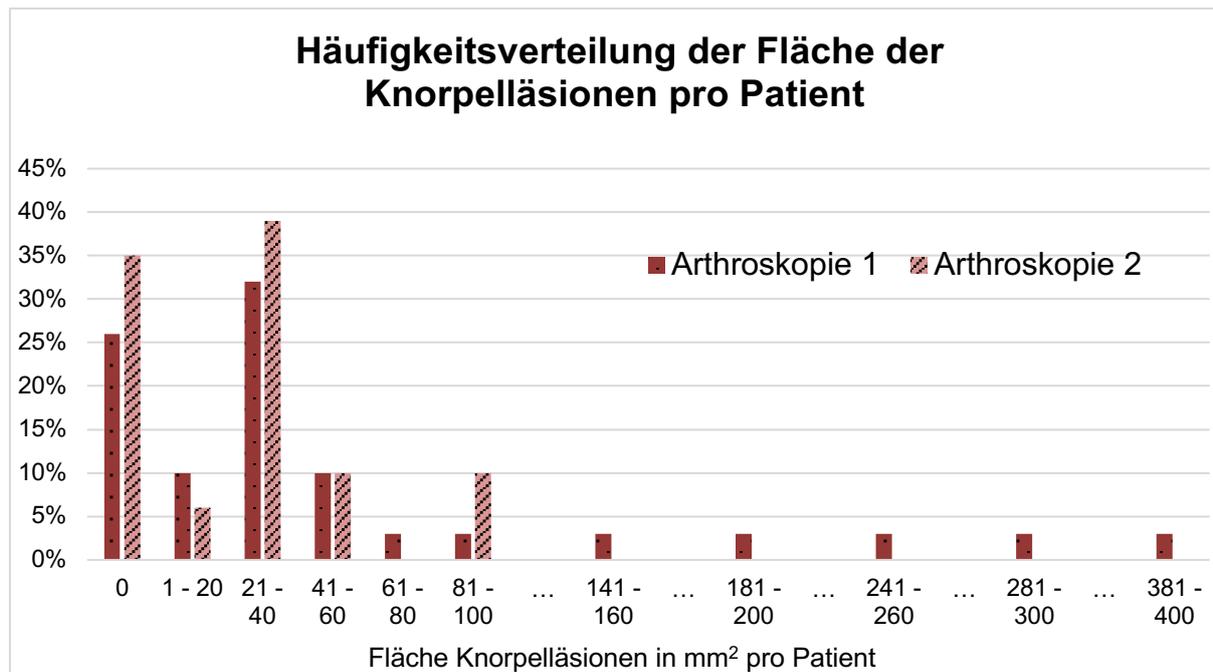


Diagramm 3.6: Häufigkeitsverteilung der Gesamtfläche der Knorpelläsionen pro Patient für das Patientenkollektiv mit zweifacher Erhebung der Fläche in Arthroscopie 1 und 2 (n = 31)

Bei Vergleich der Ergebnisse der Arthroscopie 1 mit den Ergebnissen der Arthroscopie 2 ist festzustellen, dass sich die Fläche der Knorpelläsionen im Durchschnitt von 60 mm² auf 25 mm² verkleinert hat.

3.3.4 Lokalisation der Knorpelläsionen

Jede Läsion konnte einer Zone im Bereich Talus, Tibia oder Fibula zugeordnet werden. Die Ergebnisse der Arthroscopie 1 zeigen Knorpelläsionen an allen drei gelenkbildenden Knochen Talus, Tibia und Fibula. Im Rahmen der Arthroscopie 2 zeigen sich Knorpelläsionen nur im Bereich Talus.

Die Ermittlung der Häufigkeitsverteilung der Läsionen auf die einzelnen Zonen wurde folgendermaßen durchgeführt: Die Knorpelläsionen aller Patienten wurden für jede Zone einzeln aufaddiert und zur Gesamtzahl aller Knorpelläsionen in Relation gesetzt. Dies wurde für die Ergebnisse der Arthroscopie 1 und 2 voneinander getrennt durchgeführt.

Abbildung 3.3 und 3.4 zeigen die Häufigkeitsverteilung als Ergebnis der Arthroscopie 1 an Hand der Darstellung von Leontaritis et al. ³⁰. Abbildung 3.5 und 3.6 zeigen den Vergleich zwischen Arthroscopie 1 und 2 an Hand des reduzierten Patientenkollektivs. Die Ergebnisse der zweiten Arthroscopie sind grün dargestellt.

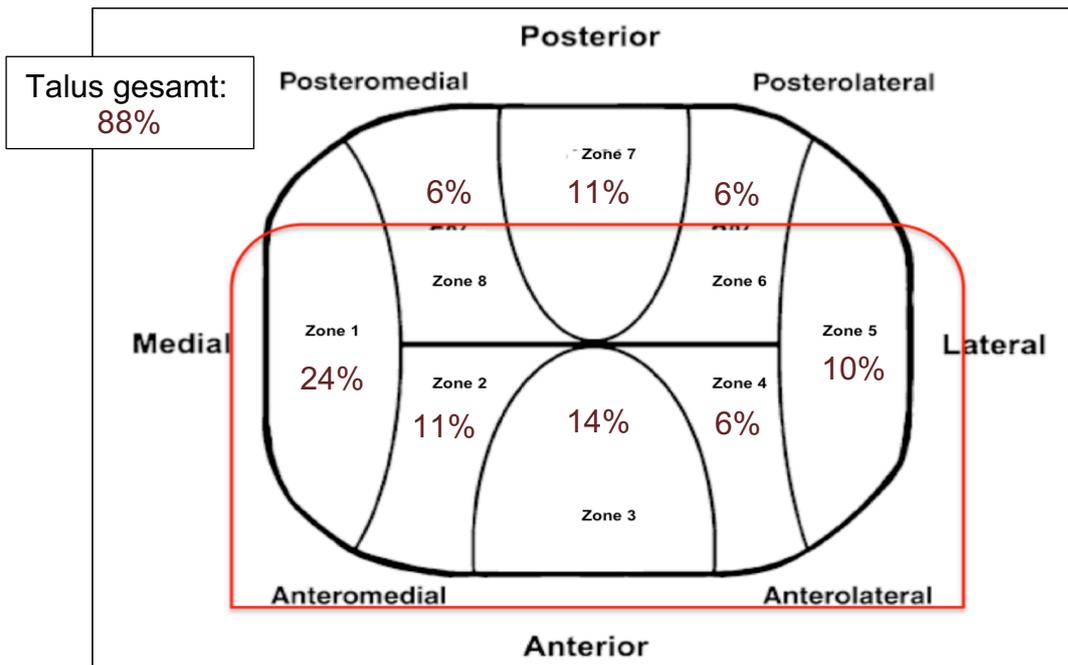


Abbildung 3.3: Prozentuale Lokalisierungshäufigkeit der Knorpelläsionen im Bereich Talus nach Zonen; Arthroskopie 1 (n = 60); Zeichnung aus der Studie Leontaritis et al.³⁰

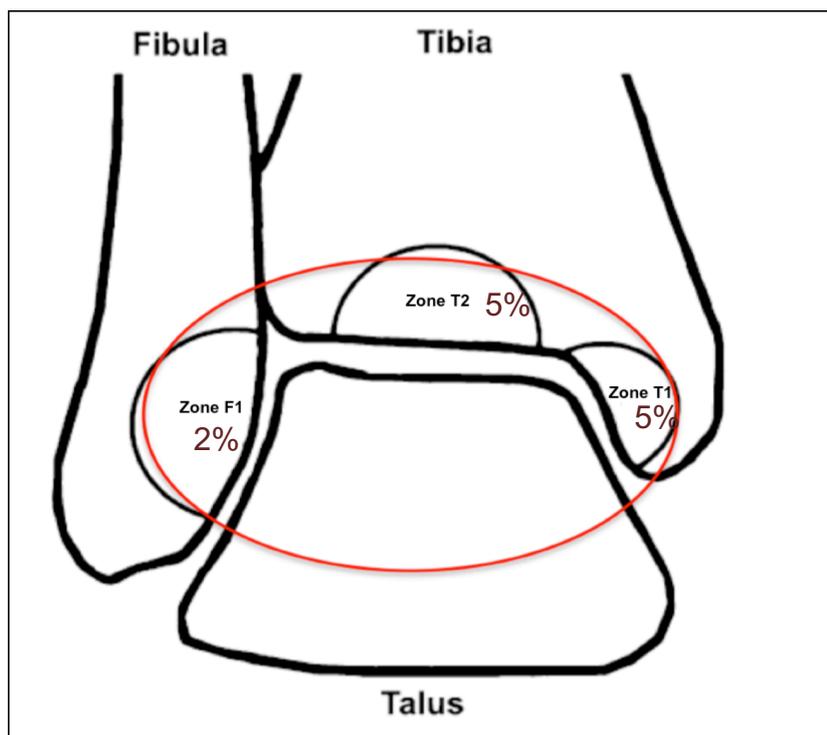


Abbildung 3.4: Prozentuale Lokalisierungshäufigkeit der Knorpelläsionen im Bereich Tibia und Fibula nach Zonen; Arthroskopie 1 (n = 60); Zeichnung aus der Studie Leontaritis et al.³⁰

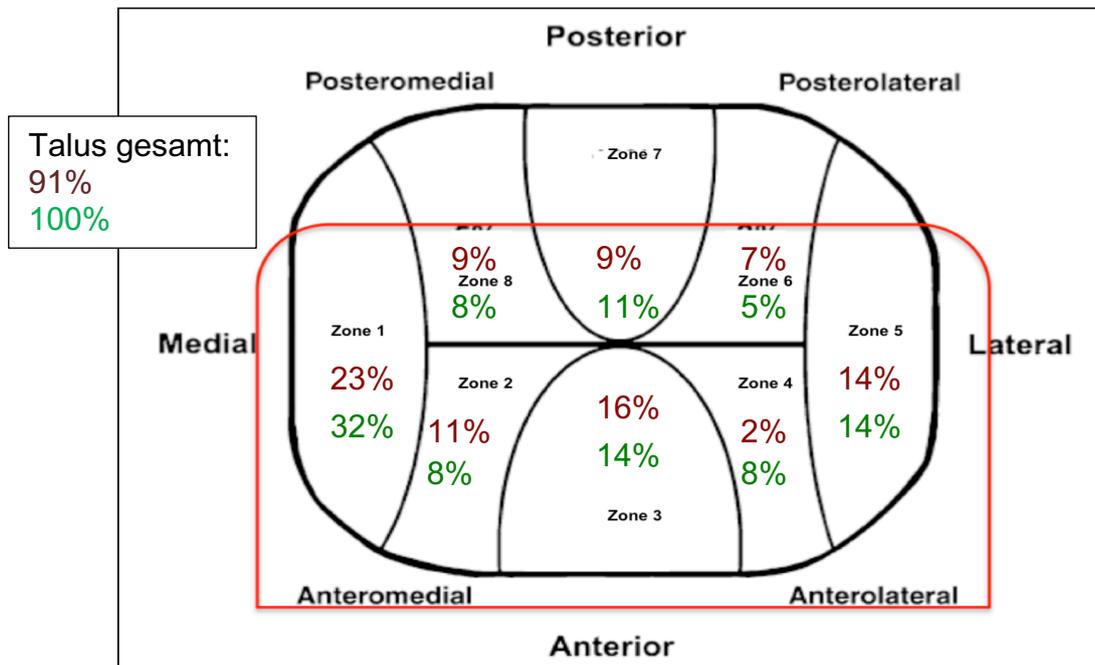


Abbildung 3.5: Prozentuale Lokalisierungshäufigkeit der Knorpelläsionen im Bereich Talus nach Zonen; Arthroskopie 1 (n = 31): rote (obere) Zahlen, Arthroskopie 2 (n = 31): grüne (untere) Zahlen; Zeichnung aus der Studie Leontaritis et al. ³⁰

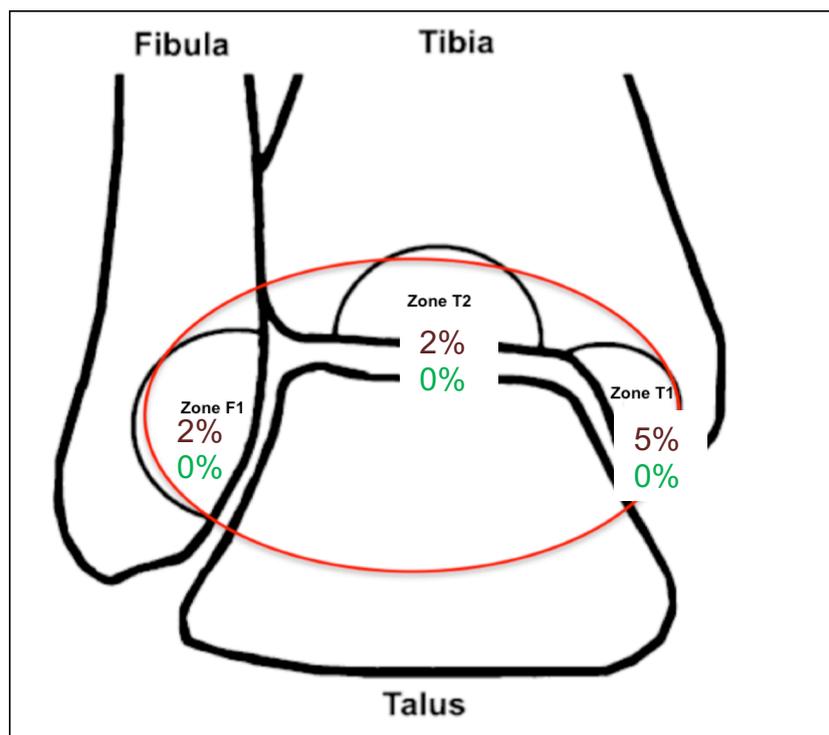


Abbildung 3.6: Prozentuale Lokalisierungshäufigkeit der Knorpelläsionen im Bereich Tibia und Fibula nach Zonen; Arthroskopie 1 (n = 31): rote (obere) Zahlen, Arthroskopie 2 (n = 31): grüne (untere) Zahlen; Zeichnung aus der Studie Leontaritis et al. ³⁰

Wie aus den Abbildungen 3.5 und 3.6 ersichtlich, stellt sich die Verteilung der Knorpelläsionen auf die Zonen im Rahmen der Frakturversorgung und ein Jahr später im Rahmen der Metallentfernung ähnlich dar. Beide Arthroskopien ergaben, dass der mediale Talus (Zone1) am häufigsten von Knorpelläsionen betroffen ist.

3.4 Auswertung der Fragebögen und der klinischen Untersuchung

Die Ergebnisse der Befragung und klinischen Untersuchung dienen dem Zweck, folgende Hypothesen zu hinterfragen:

IV. Die nachgewiesenen Knorpelläsionen haben einen negativen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses.

V. Je ausgeprägter die Knorpelläsionen sind, desto schlechter ist das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses.

Zudem soll damit folgende Frage beantwortet werden:

VI. Gibt es eine Korrelation zwischen dem funktionellen Ergebnis des Heilungsprozesses und der prätraumatischen psychischen Gesundheit?

Die Methodik der Erhebung der Fragebögen ist in Kapitel 2.5 beschrieben. Die Auswertung der Fragebögen wird in diesem Kapitel in folgender Reihenfolge erläutert:

- Anamnestische Erhebung von Daten in Bezug auf das Sprunggelenk:
 - Komplikationen während des Heilungsverlaufes
 - Schmerzintensität mittels Numerischer Analogskala
 - Regelmäßiger Analgetikabedarf
- Körperliche Untersuchung
 - Gangbild
 - Aktives Bewegungsausmaß des Sprunggelenks
- Ankle Hindfoot Scale der American Orthopaedic Foot and Ankle Society
- Foot and Ankle Outcome Score
- SF-36
- Tegner-G-Scale

Bei 45 Patienten konnte die Befragung über den Zustand ihres Sprunggelenks und ihren allgemeinen Gesundheitszustand vor dem Unfall sowie ein Jahr später durchgeführt werden. Von dieser Patientengruppe wiesen 31 Patienten (69%) Knorpelläsionen auf. Die Aufteilung der Patienten in Gruppen ohne und mit Knorpelschäden erfolgte entsprechend der Ergebnisse der Arthroskopie 1.

3.4.1 Komplikationen, Schmerzintensität und Analgetikabedarf

Komplikationen während des Heilungsverlaufs

Der Heilungsprozess verlief bei 39 Patienten (87%) komplikationslos. Im Fall der restlichen 6 Patienten (13%) verzögerte sich die Wundheilung. Nach konservativer Therapie erfolgte auch bei diesen Patienten eine vollständige Abheilung. 4 der 6 Patienten (67%) mit Wundheilungsstörung sind Raucher.

Schmerzintensität mittels Numerischer Analogskala

Alle 45 Patienten gaben an, vor Trauma keine Schmerzen (NAS = 1) im Sprunggelenk gehabt zu haben. Die Häufigkeitsverteilung der Schmerzgrade 1 bis 10 ein Jahr posttraumatisch ist in Diagramm 3.7 dargestellt.

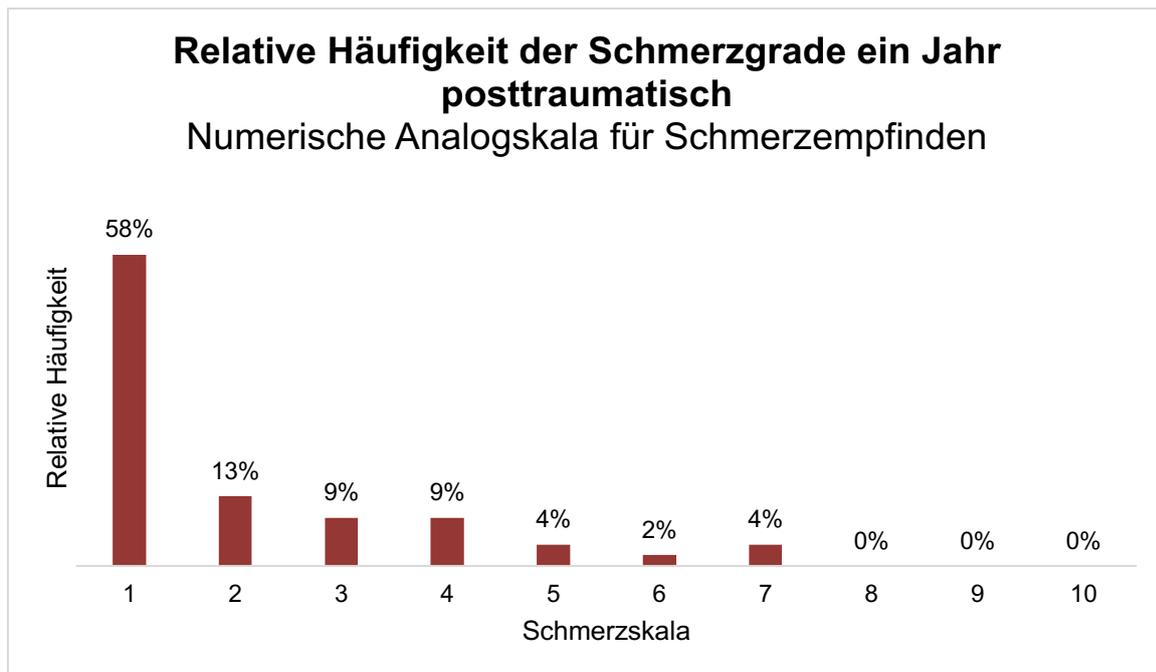


Diagramm 3.7: Relative Verteilung der Schmerzangaben der 45 Patienten an Hand der numerischen Analogskala (1 = keine Schmerzen; 10 = stärkste Schmerzen)

58% (n=26) der Patienten gibt an, keine Schmerzen mehr im Sprunggelenk zu haben. 89% (n=40) der Patienten berichten über keine oder lediglich leichte Schmerzen bis zu einer Intensität von 4 der Numerischen Analogskala.

Die Diagramme 3.8 und 3.9 zeigen die Häufigkeitsverteilung der Schmerzgrade für die Patientengruppen ohne und mit Knorpelläsionen.

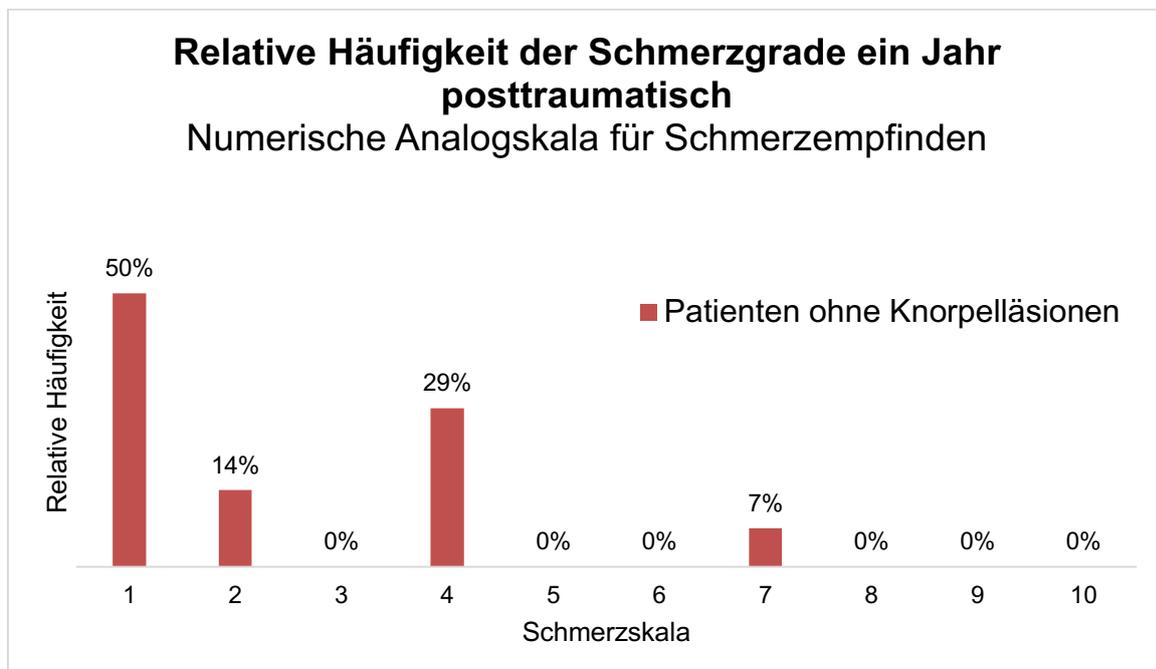


Diagramm 3.8: Relative Verteilung der Schmerzangaben der Patienten ohne Knorpelläsionen (n = 14) an Hand der numerischen Analogskala (1 = keine Schmerzen; 10 = stärkste Schmerzen)

13 der 14 Patienten ohne Knorpelläsionen berichteten über keine oder lediglich leichte Schmerzen bis zu einer Intensität von 4 der Numerischen Analogskala.

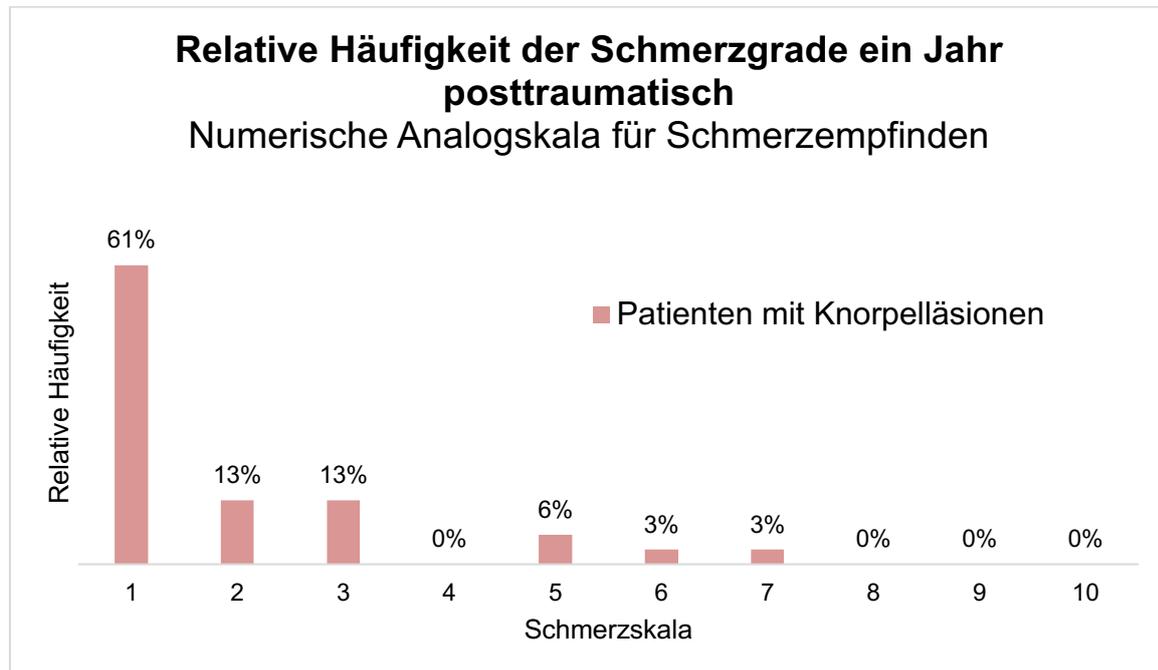


Diagramm 3.9: Relative Verteilung der Schmerzangaben der Patienten mit Knorpelläsionen (n = 31) an Hand der numerischen Analogskala (1 = keine Schmerzen; 10 = stärkste Schmerzen)

19 Patienten (61%) der Gruppe mit Knorpelläsionen gaben ein Jahr posttraumatisch an, keine Schmerzen zu haben. 27 der 31 Patienten berichteten über keine oder lediglich leichte Schmerzen bis zu einer Intensität von 4 der Numerischen Analogskala.

Der Einfluss der Knorpelläsionen auf die Häufigkeitsverteilung der Schmerzintensität ein Jahr posttraumatisch wurde statistisch ausgewertet. Tabelle 3.4 zeigt die resultierenden statistischen Kennwerte der Schmerzintensität.

Schmerzintensität ein Jahr posttraumatisch

	Gesamtes Patientenkollektiv (45 Patienten)	Patienten ohne Knorpelläsionen (14 Patienten)	Patienten mit Knorpelläsionen (31 Patienten)
Median	1	1,5	1
Maximum	7	7	7
Minimum	1	1	1

Tabelle 3.4: Statistische Auswertung der Angaben zur Numerischen Analogskala 1 Jahr posttraumatisch unter Berücksichtigung der Knorpelläsionen

Der resultierende p-Wert liegt bei 0,4198. Damit lässt sich bezüglich der Schmerzintensität für die Patienten mit Knorpelläsionen kein signifikanter Unterschied gegenüber den Patienten ohne Knorpelläsionen feststellen.

Analgetikabedarf

Von den 45 Patienten, die auch ein zweites Mal etwa ein Jahr nach dem Sprunggelenktrauma untersucht werden konnten, gaben 7 (4 der 7 Patienten wiesen

Knorpelschäden auf) an, noch auf Schmerzmittel angewiesen zu sein. Das entspricht 15,5% der Patienten.

Zur Behandlung der Schmerzen im Sprunggelenk wurden ausschließlich Schmerzmittel der Gruppe NSAR eingenommen. Vor dem Sprunggelenktrauma hat keiner der 45 Patienten regelmäßig Schmerzmittel eingenommen.

Diagramm 3.10 zeigt die Häufigkeit der Patienten mit Analgetikabedarf in den Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen.

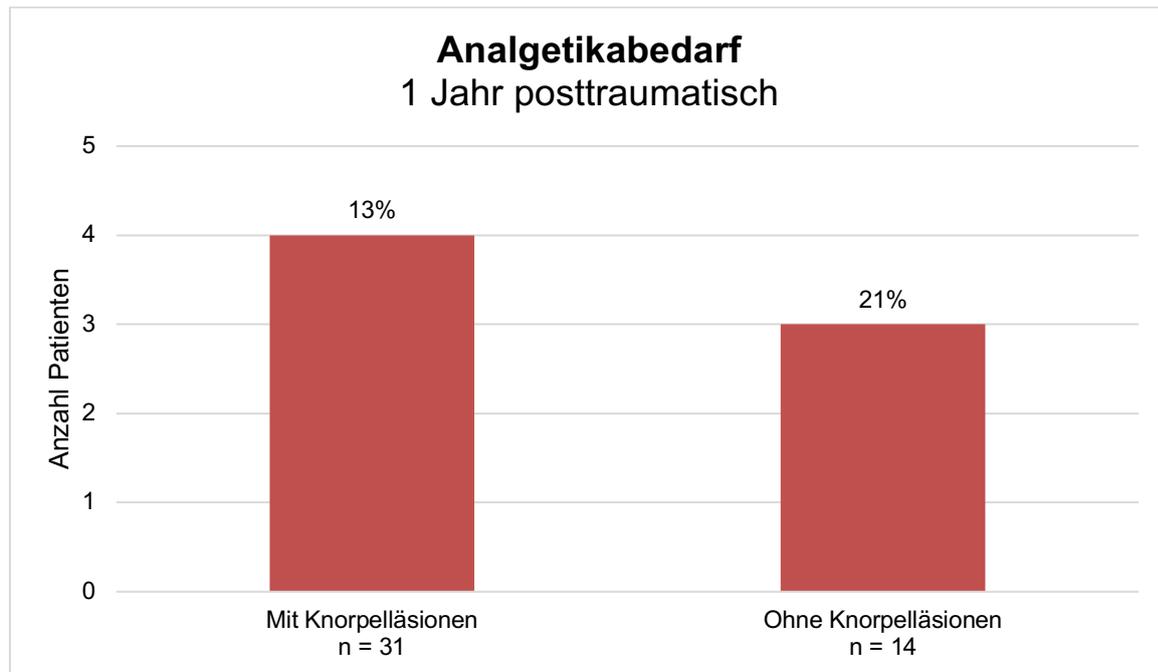


Diagramm 3.10: Häufigkeit von Patienten mit Analgetikabedarf für die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen

Der Unterschied der Häufigkeit der Analgetikaeinnahme zwischen den Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen ist statistisch mit einem p-Wert von 0,6593 nicht signifikant. Somit scheinen die Knorpelläsionen nicht zu einer erhöhten Analgetikaeinnahme zu führen.

3.4.2 Untersuchungsstatus Sprunggelenk

Gangbild

Das Gangbild wurde nach dem Trauma durch Selbsteinschätzung der Patienten erhoben. Ein Jahr später wurde das Gangbild durch den Untersucher begutachtet. Die Einteilung erfolgte in "normal" und "hinkend". Die resultierenden Anteile der Patienten mit hinkendem Gangbild aus dem Kollektiv von 45 Patienten vor dem Unfall und ein Jahr später ist im Diagramm 3.11 dargestellt.

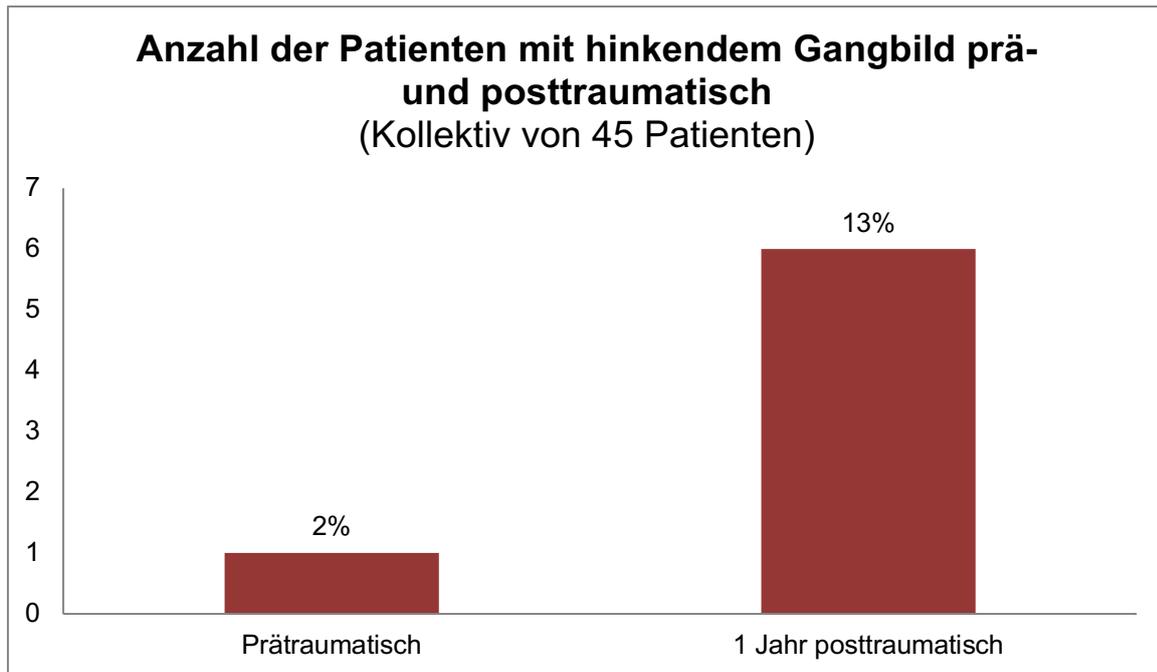


Diagramm 3.11: Patienten-Anteil mit hinkendem Gangbild prätraumatisch und ein Jahr posttraumatisch

Der Vergleich des Ergebnisses prätraumatisch mit dem Ergebnis ein Jahr posttraumatisch ergab einen p-Wert von 0,0625. Folglich gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Untersuchungsergebnissen.

Der Einfluss der Knorpelläsionen auf das Gangbild wurde statistisch ausgewertet. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 3.5 dargestellt.

	Patienten mit Knorpelläsionen	Patienten ohne Knorpelläsionen
Gangbild normal	28 (90%)	11 (79%)
Gangbild hinkend	3 (10%)	3 (21%)

Tabelle 3.5: Absolute und relative Verteilung der 45 Patienten nach dem Gangbild für die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen 1 Jahr posttraumatisch

Der Vergleich der Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen ergibt einen p-Wert von 0,3564. Dementsprechend ist bezüglich des Gangbildes kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen erkennbar.

Aktives Bewegungsausmaß des Sprunggelenks

Es erfolgte eine Gegenüberstellung des maximal möglichen aktiven Bewegungsausmaßes zwischen dem gesunden Sprunggelenk und dem verletzten Sprunggelenk ein Jahr nach dem Trauma. Gemessen wurde der Bewegungsumfang (Flexion/Extension und Pro-/Supination) mittels Goniometer.

91% der Patienten erreichten einen Bewegungsumfang des ehemals verletzten Sprunggelenks (Plantarflexion plus Dorsalextension) von $\geq 30^\circ$. 2% der Patienten wiesen einen Bewegungsumfang von 25° auf. Die übrigen 7% konnten das Sprunggelenk nur in einem Umfang von 20° bewegen.

Im Folgenden ist der Unterschied des Bewegungsumfanges zwischen gesundem und verletztem Sprunggelenk ein Jahr posttraumatisch für die Gruppen ohne und mit Knorpelläsionen dargestellt.

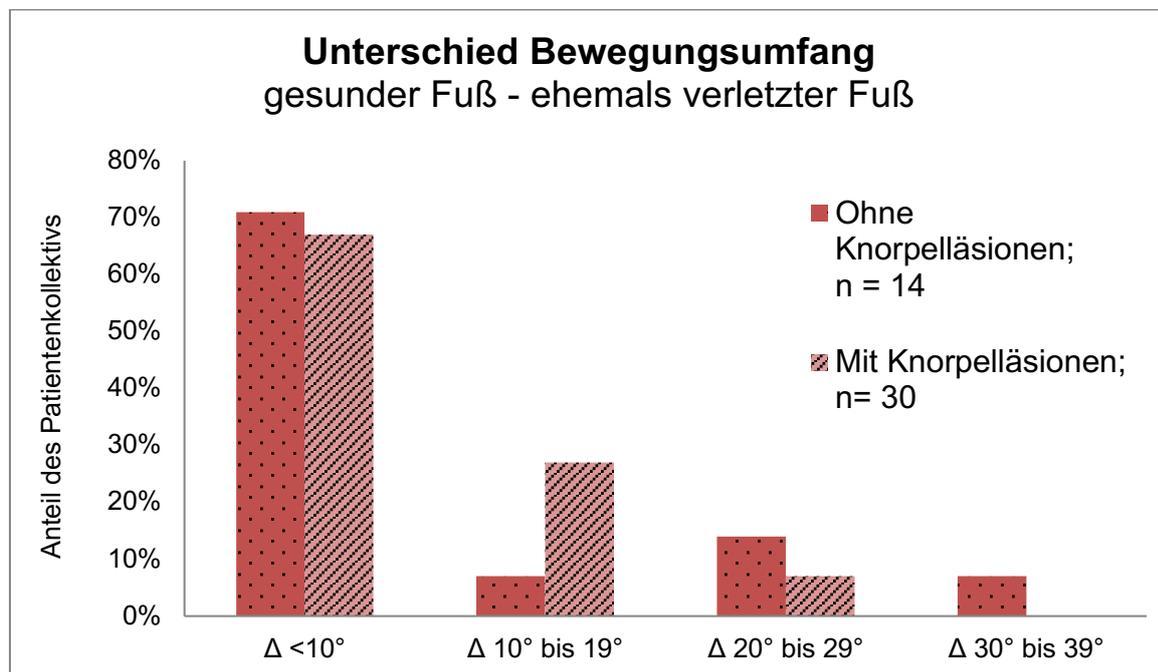


Diagramm 3.12: Unterteilung des Kollektivs von 44 Patienten nach Einschränkung des Bewegungsausmaßes des Sprunggelenks im Vergleich zu dem gesunden Fuß

Die entsprechende Häufigkeitsverteilung ist in Tabelle 3.6 dargestellt.

Unterschied Bewegungsumfang	Patienten mit Knorpelläsionen	Patienten ohne Knorpelläsionen
$\Delta < 10^\circ$	20 (67%)	10 (71%)
$\Delta 10^\circ$ bis 19°	8 (27%)	1 (7%)
$\Delta 20^\circ$ bis 29°	2 (7%)	2 (14%)
$\Delta 30^\circ$ bis 39°	0 (0%)	1 (7%)

Tabelle 3.6: Häufigkeitsverteilung der Patienten mit Bewegungseinschränkung des ehemals verletzten Fußes im Vergleich zum gesunden Fuß für die Gruppen mit Knorpelläsionen (n = 30) und ohne Knorpelläsionen (n = 14)

Auch hier lässt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen feststellen ($p = 0,5317$).

3.4.3 Ankle Hindfoot Scale

Prätraumatisch liegen die Werte des Ankle Hindfoot Scales der befragten und untersuchten Patienten zwischen 95 (Minimum) und 100 (Maximum) und bilden damit einen hervorragenden Zustand des Sprunggelenks ab. Ein Jahr posttraumatisch liegen die Werte in einem Bereich zwischen 47 (Minimum) und 100 (Maximum). Der Mittelwert für die Patienten ohne Knorpelläsionen liegt bei 82, der Mittelwert für die Patienten mit Knorpelläsionen liegt bei 86. Somit kann der Zustand des Sprunggelenks im Mittel als gut eingestuft werden. In Diagramm 3.13 sind die im Mittel erreichten Punktzahlen und die jeweiligen Standardabweichungen für das gesamte Patientenkollektiv, sowie für die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen graphisch dargestellt.

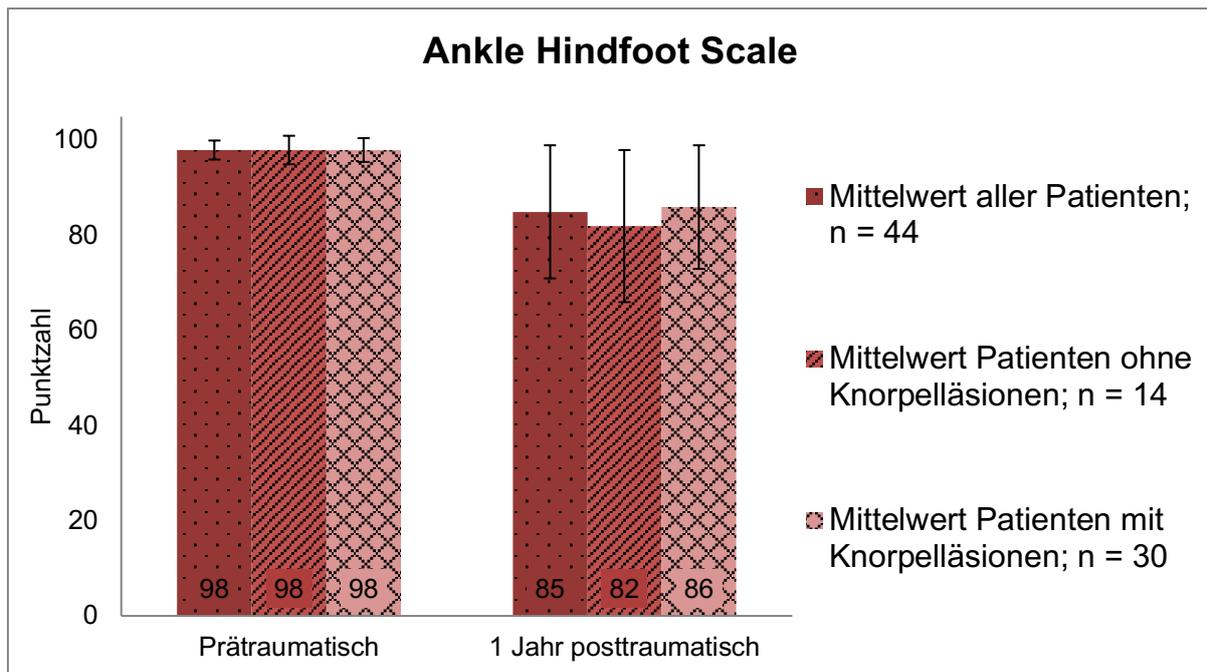


Diagramm 3.13: Durchschnittlich erreichter Punktwert prä- und posttraumatisch, sowie für die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen; inkl Standardabweichung

Prätraumatisch ist zwischen den Mittelwerten der Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen kein Unterschied feststellbar ($p = 0,698$). Der Zustand des Sprunggelenks hat sich dieser Befragung zu Folge aufgrund des Traumas statistisch signifikant verschlechtert. Der ermittelte p-Wert beträgt $< 0,0001$. Der Vergleich der Ergebnisse der Patienten mit und ohne Knorpelschaden ein Jahr posttraumatisch zeigt hingegen keinen signifikanten Unterschied. Der p-Wert beträgt $0,6125$.

3.4.4 Foot and Ankle Outcome Score (FAOS)

Die im Folgenden beschriebene Auswertung bezieht sich auf die Summe der Ergebnisse der Unterkategorien Symptome, Schmerzen, Aktivität im täglichen Leben, Aktivität in Sport und Freizeit und Lebensqualität. Die durchschnittlichen Ergebnisse der Befragung prä- und posttraumatisch für das gesamte Patientenkollektiv, sowie für die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen werden im Diagramm 3.14 dargestellt. Die jeweiligen Standardabweichungen sind eingetragen.

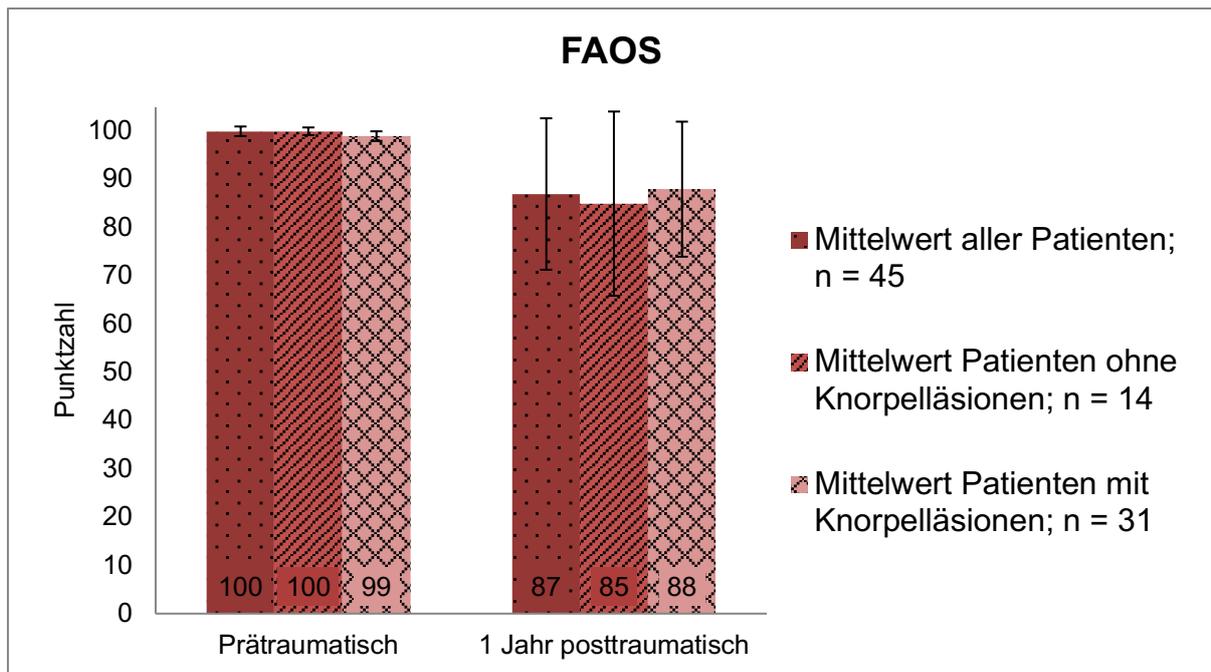


Diagramm 3.14: Durchschnittlich erreichte Punktzahl der Patienten prä- und posttraumatisch, für das gesamte Patientenkollektiv, sowie die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen; inkl. Standardabweichung

Prätraumatisch erreichten fast alle Patienten die volle Punktzahl von 100, sodass von einer sehr guten Funktionalität und Beschwerdefreiheit des Sprunggelenks auszugehen ist. Zwischen den Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen zeigt sich prä- sowie posttraumatisch kein signifikanter Unterschied ($p = 0,252$; $p = 0,791$). Bei einem Vergleich des posttraumatischen Zustandes des Sprunggelenks mit dem prätraumatischen Zustand bzw. der gesunden Gegenseite ist ein signifikanter Unterschied feststellbar ($p < 0,0001$).

In den Tabellen 3.7 bis 3.10, sowie in den Diagrammen 3.15 und 3.16 sind die Ergebnisse der Befragung mittels FAOS für die einzelnen Unterkategorien dargestellt.

Ergebnisse Unterkategorien des FAOS prätraumatisch

	Symptome	Schmerz	Aktivität im täglichen Leben	Aktivität in Sport und Freizeit	Lebensqualität
Mittelwert	97	100	100	100	99
Median	100	100	100	100	100
Standardabweichung	5	0	0	0	5
Maximum	100	100	100	100	100
Minimum	79	100	100	100	75

Tabelle 3.7: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Befragung mittels FAOS prätraumatisch; n = 45

Ergebnisse Unterkategorien des FAOS 1 Jahr posttraumatisch

	Symptome	Schmerz	Aktivität im täglichen Leben	Aktivität in Sport und Freizeit	Lebensqualität
Mittelwert	86	88	93	75	62
Median	89	97	100	95	63
Standard-abweichung	14	16	14	34	24
Maximum	100	100	100	100	100
Minimum	36	42	41	0	13

Tabelle 3.8: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Befragung mittels FAOS 1 Jahr posttraumatisch; n = 45

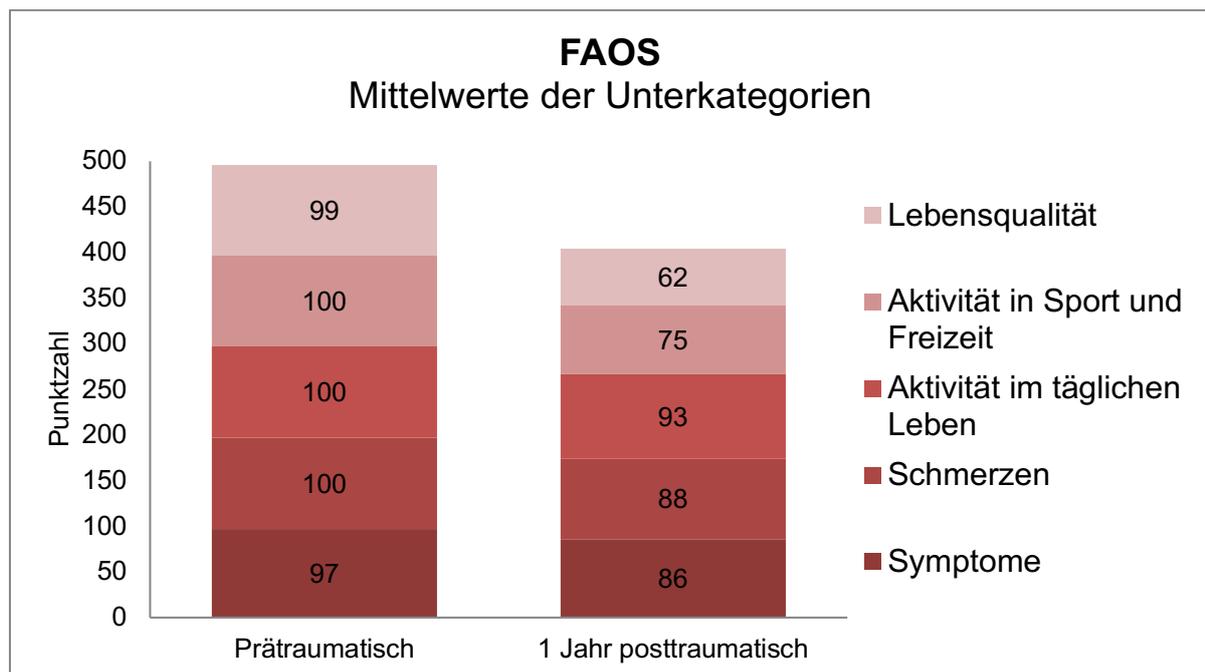


Diagramm 3.15: Ergebnisse der Befragung mittels FAOS aufgegliedert in die Unterkategorien, prä- und posttraumatisch; n = 45

Auch der Unterschied zwischen den prä- und posttraumatischen Ergebnissen der einzelnen Unterkategorien ist signifikant mit einem jeweiligen p-Wert von < 0,0001.

Ergebnisse Unterkategorien des FAOS 1 Jahr posttraumatisch ohne Knorpelläsionen

	Symptome	Schmerz	Aktivität im täglichen Leben	Aktivität in Sport und Freizeit	Lebensqualität
Mittelwert	82	86	88	72	59
Median	86	99	99	90	59
Standard-abweichung	18	19	19	39	28
Maximum	100	100	100	100	100
Minimum	36	47	41	0	13

Tabelle 3.9: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Befragung mittels FAOS 1 Jahr posttraumatisch für die Gruppe ohne Knorpelläsionen; n = 14

Ergebnisse Unterkategorien des FAOS 1 Jahr posttraumatisch mit Knorpelläsionen

	Symptome	Schmerz	Aktivität im täglichen Leben	Aktivität in Sport und Freizeit	Lebensqualität
Mittelwert	89	89	95	77	63
Median	93	94	100	95	69
Standardabweichung	12	15	12	32	23
Maximum	100	100	100	100	100
Minimum	57	42	56	0	19

Tabelle 3.10: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Befragung mittels FAOS 1 Jahr posttraumatisch für die Gruppe mit Knorpelläsionen; n = 31

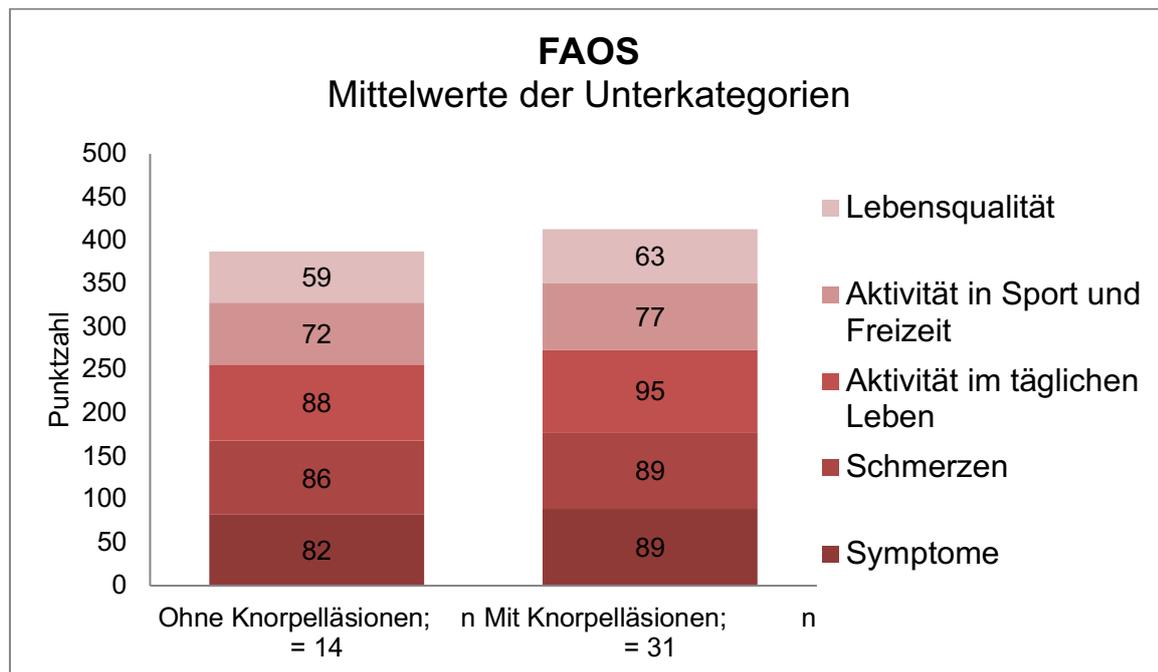


Diagramm 3.16: Ergebnisse der Befragung mittels FAOS 1 Jahr posttraumatisch aufgliedert in die Unterkategorien für die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen

Die Ergebnisse der Unterkategorien ein Jahr posttraumatisch für die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen unterscheiden sich statistisch nicht signifikant. Die entsprechenden p-Werte sind der Tabelle 3.11 zu entnehmen.

Unterkategorie FAOS	p-Wert
Symptome	0,2578
Schmerz	0,9389
Aktivität im täglichen Leben	0,3677
Aktivität in Sport und Freizeit	0,6187
Lebensqualität	0,7209

Tabelle 3.11: Berechnete p-Werte für den Mittelwertvergleich der Unterkategorien des FAOS ein Jahr posttraumatisch für die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen

3.4.5 SF-36

Diagramm 3.17 zeigt die Auswertung der Summe der körperlichen und psychischen Beurteilungen. Es werden die aus den Patientenaussagen resultierenden Mittelwerte prätraumatisch mit den Aussagen ein Jahr posttraumatisch gegenübergestellt.

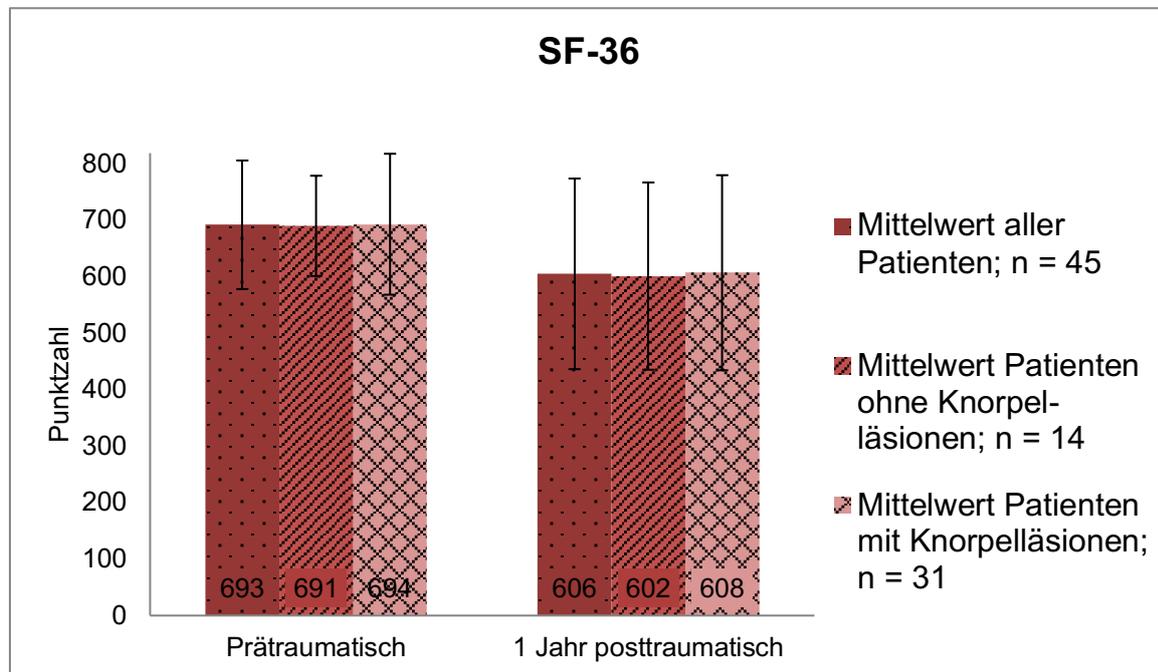


Diagramm 3.17: Durchschnittliche Ergebnisse der Befragung mittels SF-36 prätraumatisch und ein Jahr posttraumatisch, für das gesamte Patientenkollektiv, sowie die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen, inkl. Standardabweichung

Die Ergebnisse der Befragung mittels SF-36 zeigten ebenfalls einen signifikanten Unterschied zwischen prä- und posttraumatisch ($p < 0,0001$). Die Vergleiche der Mittelwerte der Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen, jeweils prä- und ein Jahr posttraumatisch zeigen keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,358$ und $p = 0,6679$).

Weiterhin wurden die Patientenaussagen bezüglich körperlicher und psychischer Gesundheit separat ausgewertet. Die Vergleiche prä- und posttraumatisch sind in Tabelle 3.12 und Diagramm 3.18 dargestellt.

SF-36: Punktwerte der Befragung prä- und posttraumatisch für die körperliche und psychische Gesundheit

	Prätraumatisch		Posttraumatisch	
	Körperliche Gesundheit	Psychische Gesundheit	Körperliche Gesundheit	Psychische Gesundheit
Mittelwert	358	335	296	304
Median	382	352	336	342
Standardabweichung	69	59	104	81
Maximum	400	390	400	400
Minimum	35	108	45	109

Tabelle 3.12: Statistische Auswertung der Befragung mittels SF-36, unterteilt in "Körperliche Gesundheit" und "Psychische Gesundheit", jeweils prätraumatisch und 1 Jahr posttraumatisch; n = 45

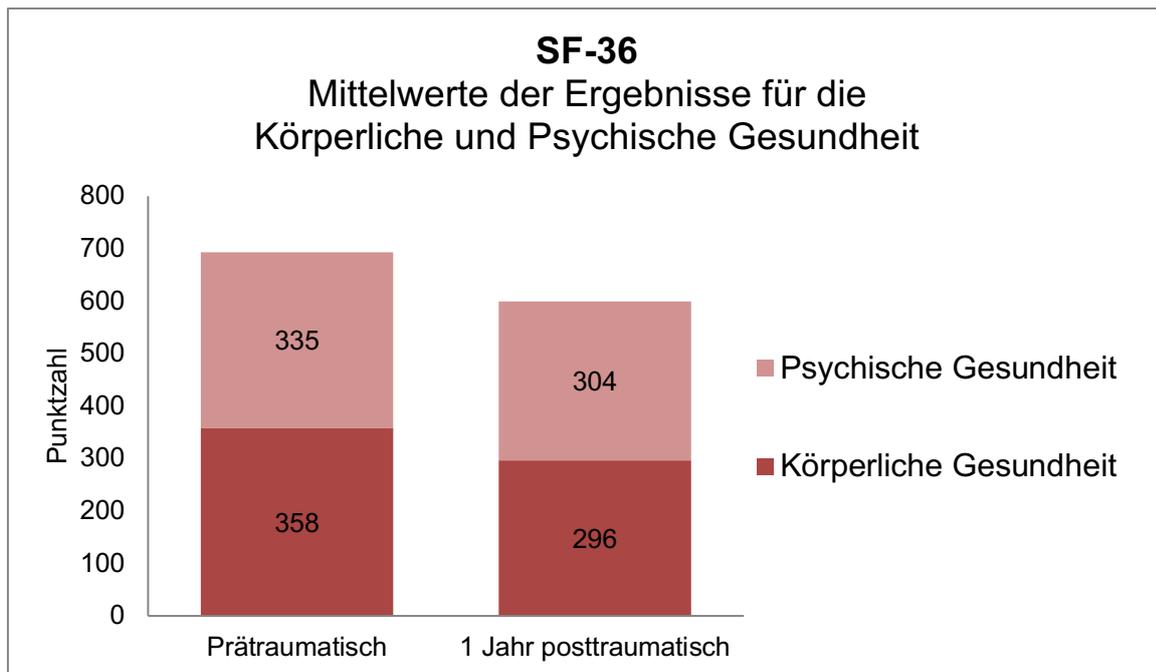


Diagramm 3.18: Ergebnisse der Befragung mittels SF-36 für die Kategorien "Körperliche Gesundheit" und "Psychische Gesundheit", jeweils prätraumatisch und ein Jahr posttraumatisch; n = 45

Beide Unterkategorien zeigen eine signifikante Verschlechterung des Ergebnisses zwischen der Untersuchung prätraumatisch und 1 Jahr posttraumatisch. Für die Kategorie "Körperliche Gesundheit" liegt der p-Wert bei $< 0,0001$ und für die Kategorie "Psychische Gesundheit" bei 0,0081.

Auch für die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen wurde der jeweilige Mittelwert bestimmt. Diese werden in Tabelle 3.13 und Diagramm 3.19, getrennt für die Untergruppen körperliche und psychische Gesundheit, gezeigt.

SF-36: Punktwerte der Befragung 1 Jahr posttraumatisch für die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen für die körperliche und psychische Gesundheit

	Ohne Knorpelläsionen		Mit Knorpelläsionen	
	Körperliche Gesundheit	Psychische Gesundheit	Körperliche Gesundheit	Psychische Gesundheit
Mittelwert	287	295	300	308
Median	346	304	336	347
Standardabweichung	116	72	100	86
Maximum	392	379	400	400
Minimum	82	138	45	109

Tabelle 3.13: Statistische Auswertung der Befragung mittels SF-36, unterteilt in "Körperliche Gesundheit" und "Psychische Gesundheit", jeweils für die Gruppen ohne (n = 14) und mit (n = 31) Knorpelläsionen

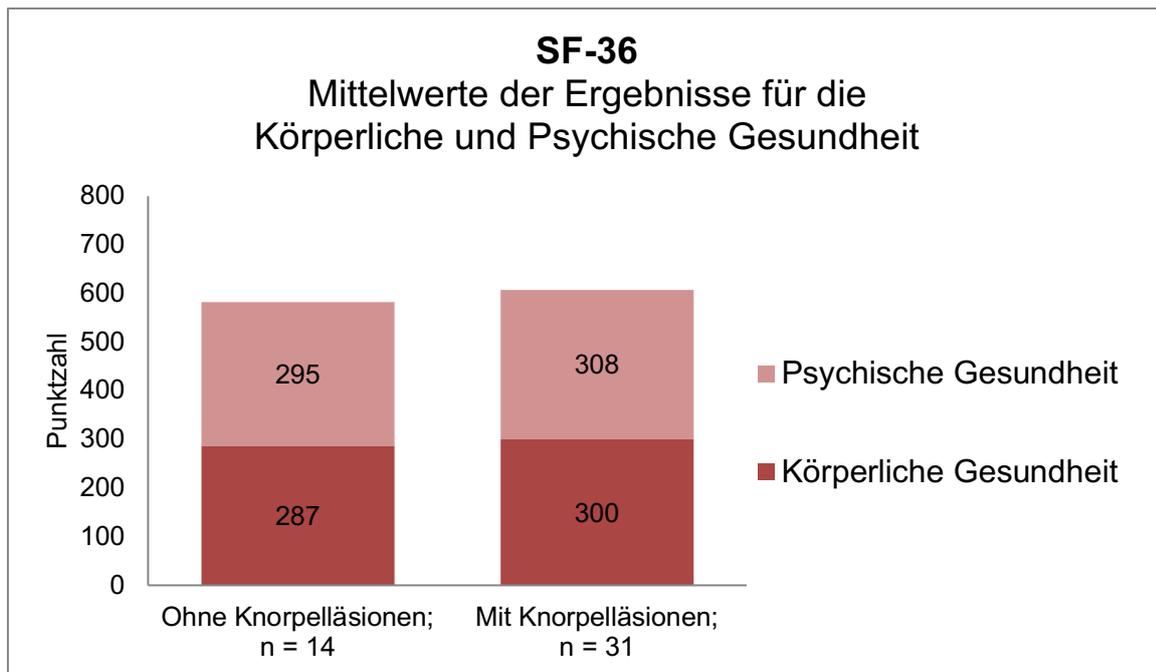


Diagramm 3.19: Ergebnisse der Befragung mittels SF-36 1 Jahr posttraumatisch für die Kategorien "Körperliche Gesundheit" und "Psychische Gesundheit", jeweils für die Gruppen ohne und mit Knorpelläsionen

Sowohl bei der körperlichen als auch bei der psychischen Gesundheit ein Jahr posttraumatisch zeigt sich zwischen den Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen statistisch kein signifikanter Unterschied. Die berechneten p-Werte betragen für den Vergleich der Mittelwerte der körperlichen Gesundheit 0,6947 und der psychischen Gesundheit 0,2441.

3.4.6 Tegner-G-Scale

Prätraumatisch erreichten die Patienten Werte von minimal 2 bis maximal 7 Punkten. Ein Jahr posttraumatisch berichten die Patienten über einen Aktivitätsgrad von minimal 1 bis maximal 7 Punkten. In Diagramm 3.20 sind die Ergebnisse als Mittelwerte dargestellt.

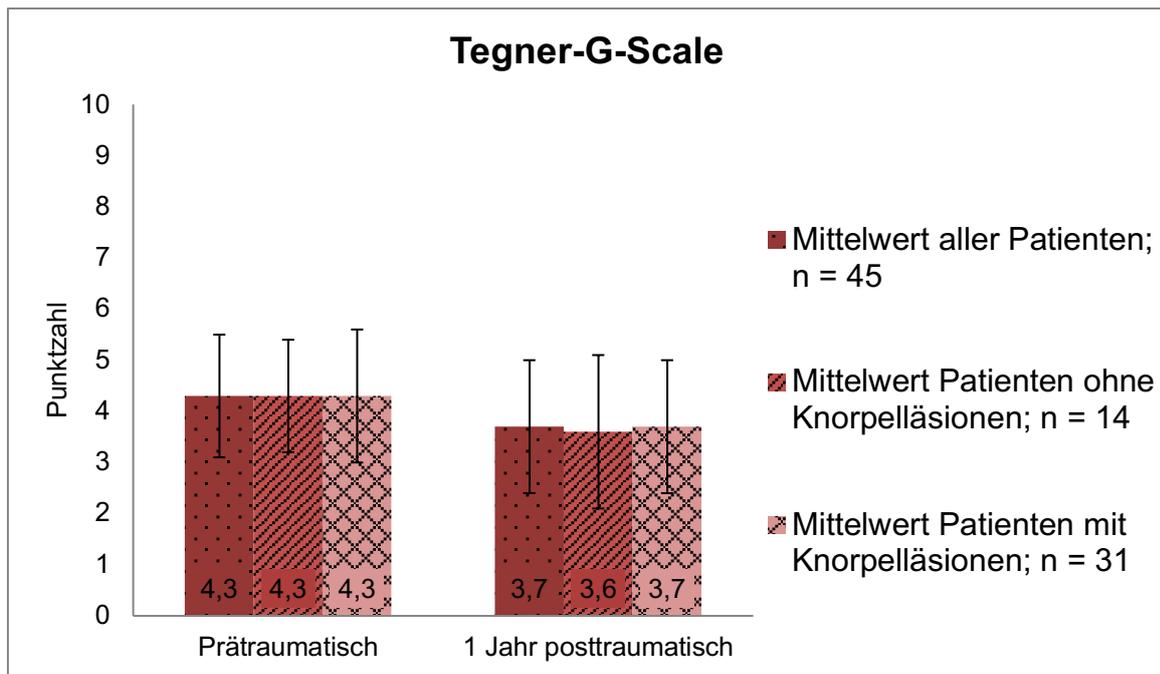


Diagramm 3.20: Mittelweltergebnisse der Erhebung des Tegner-G-Scales prätraumatisch und 1 Jahr posttraumatisch, sowie für die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen, jeweils mit Standardabweichung

Der durchschnittliche Punktwert des Gesamtkollektivs sinkt gegenüber dem prätraumatischen Wert von 4,3 um 0,6 Punkte auf 3,7 ein Jahr posttraumatisch. Der Unterschied ist statistisch gesehen signifikant mit einem p-Wert von 0,0013. Für die Gruppe ohne Knorpelläsionen ergibt sich posttraumatisch ein Punktwert von 3,6 und für die Patienten mit Knorpelläsionen 3,7. Dieser Unterschied ist statistisch nicht signifikant ($p = 0,8073$). Auch prätraumatisch bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ohne und mit Knorpelläsionen ($p = 0,813$).

3.4.7 Einfluss der Knorpelläsionen auf den Heilungsprozess

Hypothese IV besagt: Die nachgewiesenen Knorpelläsionen haben einen negativen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses.

Die Erhebung folgender Unterpunkte des Fragebogens ein Jahr posttraumatisch wurde unter anderem durchgeführt, um durch einen Vergleich der Patienten mit und ohne Knorpelläsionen die Richtigkeit dieser Hypothese zu überprüfen.

- a) Analgesiebedarf
- b) Numerische Analogskala zur Erfassung der Schmerzintensität
- c) Gangbild
- d) Bewegungsumfangsdifferenz zwischen gesundem Sprunggelenk und ehemals verletztem Sprunggelenk
- e) Ankle Hindfoot Scale
- f) FAOS
- g) SF-36
- h) Tegner-G-Scale

Die Ergebnisse der Befragung sind in den Kapiteln 3.4.1 bis 3.4.6 erläutert. Diagramm 3.21 vergleicht die Ergebnisse der Auswertung der Fragebögen e bis h für die Patientengruppen mit und ohne Knorpelläsionen.

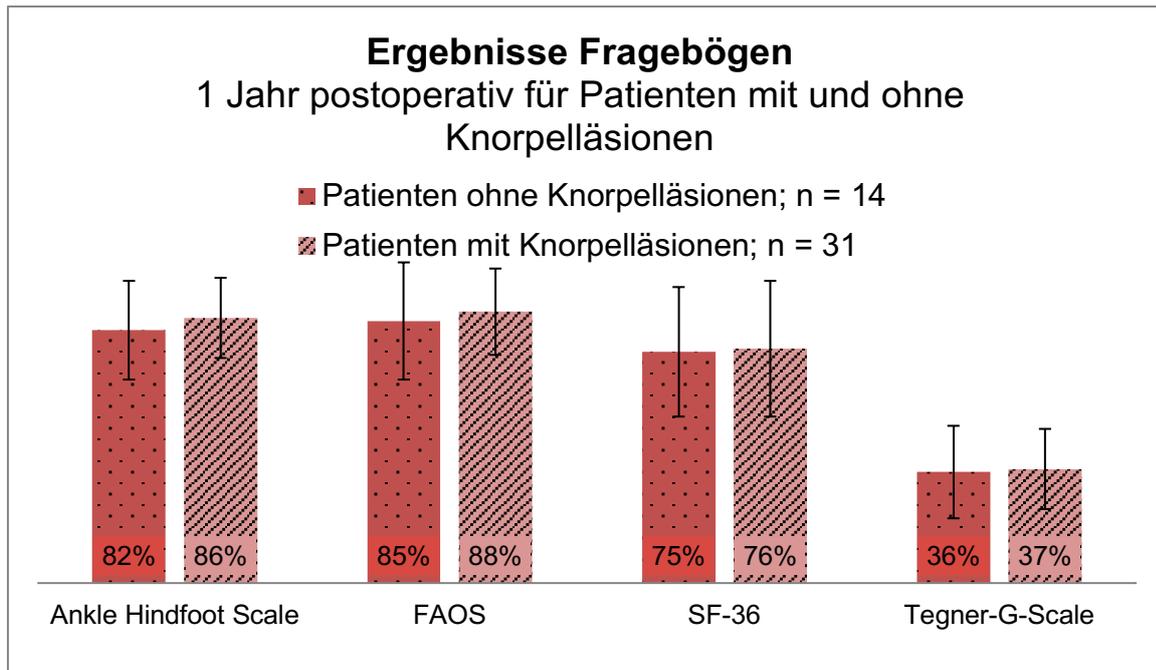


Diagramm 3.21: Gemittelte Ergebnisse einzelner Fragebogenauswertungen in Prozent der maximal möglichen Punktzahl, sowie der zugehörigen Standardabweichungen

Die Ergebnisse der Auswertung der Patientenkollektive mit und ohne Knorpelläsionen sind ähnlich. Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant. Folglich ist kein Einfluss der Knorpelläsionen auf den Heilungsprozess zu erkennen und die Hypothese IV ist hiermit widerlegt.

3.4.8 Einfluss der Ausprägung der Knorpelläsionen auf den Heilungsprozess

Hypothese V besagt, dass ein Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Knorpelläsionen und dem funktionellen Ergebnis des Heilungsprozesses des Sprunggelenks besteht.

Der Nachweis dieser Hypothese erfolgte durch statistische Auswertung der Korrelationen zwischen den Parametern zur Beschreibung der Knorpelläsionen und den Parametern zur Beschreibung des Zustandes des Sprunggelenks und der Gesundheit allgemein.

Die Quantifizierung der Knorpelläsionen erfolgte durch folgende Parameter, die mittels Arthroskopie 1 erhoben wurden:

- Fläche der Knorpelläsionen
- Anzahl der Knorpelläsionen
- Schweregrad der Knorpelläsionen (Grad I bis IV der ICRS-Klassifikation)

Die Quantifizierung des Zustandes des Sprunggelenks und der Gesundheit allgemein erfolgte durch die Erhebung folgender Unter Aspekte des Fragebogens ein Jahr postoperativ:

- Ankle Hindfoot Scale
- FAOS
- SF-36 "Körperliche Gesundheit"
- SF-36 "Psychische Gesundheit"
- Tegner-G-Scale
- Numerische Analogskala der Schmerzintensität

Die Bewertung des Einflusses der Ausprägung der Knorpelläsionen auf den Heilungsprozess erfolgte durch Berechnung der Korrelationskoeffizienten nach Spearman. Der Korrelationskoeffizient bewegt sich zwischen -1 (starke negative Korrelation) über 0 (keine Korrelation) bis +1 (starke positive Korrelation). Zusätzlich wurden die zugehörigen p-Werte bestimmt, die ein Maß dafür sind, wie belastbar die Werte der Korrelationskoeffizienten sind.

Überprüfung Zusammenhang zwischen durchschnittlicher Fläche der Knorpelläsionen eines Patienten und folgenden Unter aspekten des Fragebogens:

	Korrelationskoeffizient	p-Wert
Ankle Hindfoot Scale	-0,00823	0,9588
FAOS	-0,00553	0,9719
SF-36: Körperliche Gesundheit	+0,01622	0,9178
SF-36: Psychische Gesundheit	+0,21493	0,1663
Tegner-G-Scale	+0,02530	0,8720
Numerische Analogskala	-0,12169	0,4369

Tabelle 3.14: Korrelation zwischen der Fläche der Knorpelläsionen eines Patienten und den Ergebnissen der Fragebögen ein Jahr postoperativ

Überprüfung Zusammenhang zwischen durchschnittlicher Anzahl der Knorpelläsionen eines Patienten und folgenden Unter aspekten des Fragebogens:

	Korrelationskoeffizient	p-Wert
Ankle Hindfoot Scale	-0,09476	0,5406
FAOS	-0,10912	0,4755
SF-36: Körperliche Gesundheit	-0,15288	0,3160
SF-36: Psychische Gesundheit	+0,04056	0,7914
Tegner-G-Scale	-0,02073	0,8925
Numerische Analogskala	-0,02773	0,8565

Tabelle 3.15: Korrelation zwischen der Anzahl der Knorpelläsionen eines Patienten und den Ergebnissen der Fragebögen ein Jahr postoperativ

Überprüfung Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der Knorpelläsionen nach ICRS-Klassifikation und folgenden Unteraspekten des Fragebogens:

	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV
Ankle Hindfoot Scale	+0,07324 0,6366	+0,00711 0,9635	-0,11518 0,4566	-0,36708 0,0142
FAOS	+0,01210 0,9371	-0,10910 0,4756	-0,02008 0,8958	-0,24567 0,1038
SF-36: Körperliche Gesundheit	-0,11945 0,4345	-0,01658 0,9139	-0,08027 0,6002	-0,23175 0,1256
SF-36: Psychische Gesundheit	-0,09132 0,5508	+0,01965 0,8981	+0,00111 0,9942	-0,04979 0,7453
Tegner-G-Scale	-0,10865 0,4774	-0,13964 0,3602	+0,15083 0,3227	-0,22098 0,1446
Numerische Analogskala	+0,01724 0,9105	-0,16936 0,2660	+0,14844 0,3305	+0,04384 0,7749

Tabelle 3.16: Korrelation zwischen dem Schweregrad der Knorpelläsionen und den Ergebnissen der Fragebögen ein Jahr postoperativ; Korrelationskoeffizienten in grün (oberer Wert) und p-Werte in blau (unterer Wert)

Die statistische Auswertung ergab für nahezu alle überprüften Punkte keine signifikante Korrelation. Lediglich zwischen den Ergebnissen des Ankle Hindfoot Scales und dem ICRS Grad IV besteht eine signifikante negative Korrelation. Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass die Ausprägung der Knorpelläsionen keinen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses des Sprunggelenks hat. Dem zu Folge ist die Hypothese V falsch und kann abgelehnt werden.

3.4.9 Korrelation zwischen psychischer Gesundheit und Heilungsprozess

Die im Rahmen dieser Studie zu klärende Fragestellung VI befasst sich mit einer möglichen Korrelation zwischen dem funktionellen Ergebnis des Heilungsprozesses und der psychischen Gesundheit. Zur Klärung dieser Hypothese wurde die Korrelation zwischen den Ergebnissen der Befragung zur Unterkategorie "Psychische Gesundheit" des SF-36 Fragebogens und den Ergebnissen folgender Befragungen untersucht, die dazu dienen, den Heilungsprozess des Sprunggelenks zu beschreiben:

- Ankle Hindfoot Scale
- FAOS
- Tegner-G-Scale
- Unterkategorie "Körperliche Gesundheit" des SF-36
- Numerische Analogskala für Schmerzintensität

Die Bewertung des Einflusses der Psyche auf den Heilungsprozess erfolgte durch Berechnung der Korrelationskoeffizienten nach Pearson für die gelisteten Unterpunkte des Fragebogens. Der Korrelationskoeffizient bewegt sich zwischen -1 (starke negative Korrelation) über 0 (keine Korrelation) bis +1 (starke positive Korrelation). Zusätzlich wurden die zugehörigen p-Werte bestimmt, die ein Maß dafür sind, wie belastbar die Werte der Korrelationskoeffizienten sind. Die Ergebnisse der Auswertung sind in folgenden drei Tabellen dargestellt.

Überprüfung Zusammenhang zwischen der Psychischen Gesundheit und folgenden Unteraspekten des Fragebogens vor dem Unfall:

	Korrelationskoeffizient	p-Wert
Ankle Hindfoot Scale	+0,02283	0,8831
FAOS	+0,05720	0,7090
SF-36: Körperliche Gesundheit	+0,58790	<0,0001
Tegner-G Scale	+0,22846	0,1312

Tabelle 3.17: Korrelation zwischen den Ergebnissen der "Psychischen Gesundheit" des SF-36 und den Ergebnissen der Fragebögen vor dem Unfall

Überprüfung Zusammenhang zwischen der Psychischen Gesundheit und folgenden Unteraspekten des Fragebogens 1 Jahr nach dem Unfall:

	Korrelationskoeffizient	p-Wert
Ankle Hindfoot Scale	+0,61549	<0,0001
FAOS	+0,48382	0,0008
SF-36: Körperliche Gesundheit	+0,68579	<0,0001
Tegner-G Scale	+0,41568	0,0045
Numerische Analogskala	-0,48167	0,0008

Tabelle 3.18: Korrelation zwischen den Ergebnissen der "Psychischen Gesundheit" des SF-36 und den Ergebnissen der Fragebögen 1 Jahr posttraumatisch

Überprüfung Zusammenhang zwischen der Psychischen Gesundheit vor dem Unfall und folgenden Unteraspekten des Fragebogens erhoben 1 Jahr nach dem Unfall:

	Korrelationskoeffizient	p-Wert
Ankle Hindfoot Scale	+0,41780	0,0048
FAOS	+0,34647	0,0197
SF-36: Körperliche Gesundheit	+0,47952	0,0009
Tegner-G Scale	+0,30259	0,0433
Numerische Analogskala	-0,11158	0,4656

Tabelle 3.19: Korrelation zwischen den Ergebnissen der "Psychischen Gesundheit" des SF-36 vor dem Unfall und den Ergebnissen der Fragebögen 1 Jahr posttraumatisch

Zusammenhang zwischen körperlicher und psychischer Gesundheit:

Zwischen der psychischen und körperlichen Gesundheit besteht unabhängig vom Erhebungszeitpunkt eine statistisch signifikante positive Korrelation.

Zusammenhang zwischen der Schmerzintensität und der psychischen Gesundheit:

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang besteht zwischen der Schmerzintensität und der psychischen Verfassung, jeweils erhoben ein Jahr posttraumatisch. Je schlechter die psychische Gesundheit, desto höher sind die Werte auf der Analogskala der Schmerzintensität. Dieses Ergebnis weist auf eine Abhängigkeit zwischen der Zunahme der Schmerzintensität und der Abnahme der psychischen Gesundheit hin. Zwischen der psychischen Gesundheit vor dem Unfall und der Schmerzintensität ein Jahr posttraumatisch zeigt sich kein Zusammenhang.

Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und der psychischen Gesundheit: Die körperliche Aktivität wurde mittels Tegner-G-Score erhoben. Der entsprechende Korrelationskoeffizient zeigt eine positive Abhängigkeit zwischen der Aktivität und der psychischen Gesundheit für den Zeitpunkt nach dem Unfall, sowie zwischen der psychischen Gesundheit vor dem Unfall und der körperlichen Aktivität nach dem Unfall. Lediglich für die Untersuchung der beiden Faktoren prätraumatisch konnte keine statistisch signifikante Korrelation nachgewiesen werden.

Zusammenhang zwischen dem Zustand des Sprunggelenks (Ankle Hindfoot Scale, FAOS) und der psychischen Gesundheit:

Es zeigt sich eine signifikante positive Korrelation. Lediglich bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Ergebnissen vor dem Unfall ist keine signifikante Korrelation feststellbar.

Die Frage VI kann hiermit bejaht werden. Es zeigt sich ein Zusammenhang zwischen dem funktionellen Ergebnis des Heilungsprozesses und der prätraumatischen psychischen Gesundheit.

4 DISKUSSION

4.1 Stärken und Schwächen von Material und Methoden

Arthroskopie

Wie in Kapitel 2.3 beschrieben, kann arthroskopisch nicht die komplette Knorpelfläche des Sprunggelenks eingesehen werden. Daher könnte die Prävalenz der Knorpelläsionen unterschätzt werden. Da aber der Großteil des Knorpelareals einsehbar ist, kommt das Studienergebnis der tatsächlichen Prävalenz nahe.

Die Ergebnisse der Arthroskopie 1 und 2 werden im Rahmen der Studie verglichen. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass der einsehbare Bereich im Rahmen der Metallentfernung (Arthroskopie 2) im Vergleich zur Arthroskopie 1 reduziert sein könnte. Eine eventuelle posttraumatische Einschränkung der Beweglichkeit des Gelenks könnte zu einer Beeinträchtigung der arthroskopischen Sichtverhältnisse führen. Eine Bewegungseinschränkung (Impingement) des Gelenks könnte Folge einer Vernarbung und Verkürzung des Kapselbandapparates sein, die durch das Trauma und/oder der operativen Versorgung ausgelöst werden könnte ⁵⁶.

Fragebogen

Um alle für diese Studie relevanten Aspekte zu beleuchten, umfasst der Patientenfragebogen folgende spezifische Fragebögen:

- Ankle Hindfoot Scale
- FAOS
- SF-36-Fragebogen
- Tegner-Activity-Scale

Ankle Hindfoot Scale

Der Fragebogen ist thematisch für diese Studie gut geeignet und hat sich als valides, zuverlässiges Befragungsinstrument bewährt ⁵⁷. Lediglich für die Fragen, die durch objektive Untersuchung beantwortet werden, liegt keine Veröffentlichung bezüglich der Zuverlässigkeit vor ⁵⁷. Kritisiert wird die asymmetrische Punkteverteilung mit Schwerpunkt auf der Frage nach dem Schmerzempfinden ⁵⁸. Aus Patientensicht spielt das Schmerzempfinden allerdings eine sehr bedeutende Rolle und kommt in dem Fragebogen dementsprechend zum Ausdruck ⁴⁵. Des Weiteren bedingt die Beschränkung auf vier Merkmalsausprägungen pro Frage eine geringe Präzision auf Grund des Boden- und Deckeneffektes ⁵⁸. Nichts desto trotz ist der „Ankle Hindfoot Scale“ ein adäquates Mittel um den Zustand des Sprunggelenks zu erheben und die weite Verbreitung des Fragebogens ermöglicht den internationalen Vergleich von Behandlungsmethoden ⁴⁵.

FAOS

Dieser Fragebogen bietet für jede Frage fünf Antwortmöglichkeiten, sodass hier eine präzisere Antwortauswahl als beim Ankle Hindfoot Scale möglich ist. Ein Boden- oder Deckeneffekt kann bei diesem Fragebogen nicht beobachtet werden ⁴⁹. Der Foot and Ankle Outcome Score hat sich als valides und zuverlässiges Befragungsinstrument erwiesen, auch in der deutschen Version ^{49, 48}. Darüber hinaus ist der Fragebogen weit verbreitet, sodass eine gute internationale Vergleichbarkeit der Ergebnisse möglich ist ⁴⁸.

SF-36-Fragebogen

Der in deutsch validierte SF-36-Fragebogen ist krankheitsunabhängig für die Erhebung der physischen und psychischen Gesundheit für alle Altersgruppen ab 14 Jahren einsetzbar^{51, 50}. Allerdings sollte man sich bei der Bewertung der Ergebnisse des Deckeneffektes bewusst sein. Vor allem bei jungen gesunden Populationen oder Patienten mit leichten Erkrankungen ist die Differenzierung zwischen den Gesundheitszuständen eingeschränkt und ein Krankheitsprogress wird unter Umständen nicht ausreichend genau in den Fragebogenergebnissen abgebildet^{51, 59}.

Tegner-Activity-Scale

Der Tegner-Activity-Scale ist ein weit verbreiteter Fragebogen für Patienten mit Knieverletzungen⁶⁰. Zunehmend wird dieser Fragebogen auch bei Untersuchungen anderer Gelenke eingesetzt⁶¹. Der Tegner-Activity-Scale wurde mit einem sprunggelenkspezifischen Aktivitätsscore an Hand von Patienten mit Sprunggelenkinstabilität verglichen. Es zeigte sich eine starke Korrelation zwischen den Ergebnissen der beiden Fragebögen⁶¹. Dem zu Folge scheint der Tegner-Activity-Scale auch für den Einsatz bei Patienten mit Sprunggelenkpathologien gut geeignet.

Für den Tegner-Activity-Scale wurde eine hohe Zuverlässigkeit nachgewiesen⁶². Zudem weist der Fragebogen keinen Boden- und Deckeneffekt auf⁶². Allerdings gibt es Hinweise, dass das Unterscheidungsvermögen des Tegner-Activity-Scales bezüglich klinischer Unterschiede je nach zu Grunde liegender Pathologie unterschiedlich stark ausgeprägt ist⁶⁰.

4.2 Prävalenz der Knorpelläsionen

Die Prävalenz von Knorpelläsionen als Folge von Sprunggelenkfrakturen wurde mit Hilfe der Arthroskopie ermittelt. Sie beläuft sich laut der vorliegenden Studie auf 72%.

Die Prävalenz von Knorpelläsionen unterscheidet sich mit den Frakturtypen. Die Häufigkeit von Knorpelläsionen steigt von der Gruppe mit unimalleolaren zu der Gruppe mit trimalleolaren Frakturen an. Während in der Gruppe mit unimalleolaren Frakturen 64% der Patienten Knorpelläsionen aufweisen, sind es in der Gruppe mit bimalleolaren Frakturen 76% und in der Gruppe mit trimalleolaren Frakturen 90%.

Bezüglich der Häufigkeit der Knorpelschäden, die durch ein Sprunggelenktrauma entstanden sind, stehen zwei Aspekte im Fokus. Zum einen könnte die Schwere der Fraktur die Auftretenswahrscheinlichkeit der Knorpelläsionen beeinflussen und zum anderen ist die Frage, in wie weit durch die gängige Untersuchungsmethode Arthroskopie das gesamte Ausmaß des Knorpelschadens erfasst werden kann. Zu diesen Themen wurden bereits vor der vorliegenden Studie Untersuchungen durchgeführt.

Tabelle 4.1 gibt einen Überblick über die in der Literatur angegebenen Prävalenzen von Knorpelläsionen bei Sprunggelenkfrakturen, die mittels Arthroskopie im Rahmen der Frakturversorgung festgestellt wurden.

Autor	Jahr	N	Methodik Arthroskopie	Prävalenz Knorpel- läsionen	Frakturtypen
Chen et al. ²⁴	2019	36	Anteromedialer und anterolateraler Zugang Durchführung nach Frakturversorgung	72%	SEF: 3x II; 5x III; 15x IV PEF: 2x II; 3x III; 4x IV PAF: 2x II Maisonneuve: 2x
Da Cunha et al. ⁵	2018	116	Anteromedialer und anterolateraler Zugang	78% (nur Talus)	SEF: 87x PEF: 27x SAF: 1x PAF: 1x Unimal. (lateraler Malleolus): 46x Bimal.: 24x Trimal.: 36x
Fuchs et al. ²⁷	2016	42	Anteromedialer und bei Bedarf anterolateraler Zugang Durchführung nach Frakturversorgung	67%	Instabile Sprunggelenkfrakturen mit intaktem medialen Malleolus
Swart et al. ²⁹	2014	12	Anteromedialer und bei Bedarf anterolateraler Zugang Durchführung nach Frakturversorgung	42%	Bimal.: 6x Trimal.: 6x
Yan et al. ⁴	2011	42	k. A.	74%	SEF IV: 26x PEF IV: 16x
Stufkens et al. ⁶	2010	288	Durchführung vor Frakturversorgung	81%	k.A.
Leontaritis et al. ³⁰	2009	84	k. A.	73%	SEF: 4x I; 9x II; 39x IV PEF: 13x I; 1x II; 17x IV SAF: 1x
Yoshimura et al. ²⁰	2008	4	Anteromedialer und anterolateraler Zugang	100%	Maisonneuve: 4x
Aktas et al. ³¹	2008	86	k. A.	28% (nur Talus)	SEF: 86x Unimal.: 34x Bimal.: 31x Trimal.: 21x Weber B: 63x Weber C: 23x
Takao et al. ³²	2004	41	Anteromedialer und anterolateraler Zugang Durchführung vor der Frakturversorgung	73% (nur Talus)	SEF: 13x PAF: 28x Weber B: 41x
Ono et al. ¹⁹	2004	105	Anteromedialer und anterolateraler Zugang	20% (nur Läsionen \geq 50% der Knorpeldicke)	SEF: 3x I; 41x II; 5x III; 9x IV PEF: 9x I; 6x III; 2x IV SAF: 9x I; 6x II PAF: 7x I; 4x II; 4x III
Loren et al. ³³	2002	48	Anteromedialer, anterolateraler und posterolateraler Zugang	63% (nur Läsionen > 5mm Durchmesser)	SEF: 24x PEF: 10x SAF: 5x PAF: 4x Weber A: 2x Weber B: 24x Weber C: 11x

					Isolierte Fraktur des medialen Malleolus: 6x Triplane-Fraktur: 1x Tillaux-Fraktur: 4x
Thordarson et al. ³⁴	2001	9	Durchführung vor Frakturversorgung	89% (nur Talus)	SEF: 7x PEF: 2x
Hintermann et al. ³⁵	2000	288	Anteromedialer und/oder anterolateraler Zugang je nach Bedarf Durchführung vor Frakturversorgung	79,2%	Unimal.: 81x Bimal.: 152x Trimal.: 55x Weber A: 14x Weber B: 198x Weber C: 76x

Tabelle 4.1: Literaturübersicht zu Knorpelläsionen bei Sprunggelenkfrakturen, arthroskopisch ermittelt im Rahmen der Frakturversorgung; (k. A. = keine Angaben; SEF = Supinations-Eversions-Fraktur nach Lauge-Hansen; PEF = Pronations-Eversions-Fraktur nach Lauge-Hansen; SAF = Supinations-Adduktions-Fraktur nach Lauge-Hansen; PAF = Pronations-Abduktions-Fraktur nach Lauge Hansen; Unimal. = unimalleolare Fraktur; Bimal. = bimalleolare Fraktur; Trimal. = trimalleolare Fraktur)

Die Prävalenzangaben unterscheiden sich zum Teil deutlich. Die Streuung der Prävalenzangaben erstreckt sich von 20%¹⁹ bis 100%²⁰. Allerdings ist erkennbar, dass der überwiegende Teil der Studien (9 von 14 Studien) eine Prävalenz zwischen 63 % und 81% angeben ^{4-6, 24, 27, 30, 32, 33, 35}. Dies lässt vermuten, dass die tatsächliche Prävalenz von Knorpelläsionen für einen Großteil der Patienten mit Sprunggelenkfraktur in diesem Bereich liegt.

Abhängigkeit der Prävalenz von der Durchführungsweise der Arthroskopie:

Gründe für die Streubreite könnten sowohl die Anzahl der genutzten Arthroskopieportale als auch der Durchführungszeitpunkt der Arthroskopie sein. Je instabiler das Sprunggelenk und je mehr Portale für die Arthroskopie gewählt werden, desto größer ist tendenziell die einsehbare Knorpelfläche des Sprunggelenks. In Tabelle 4.1 sind sieben Studien aufgeführt, die Angaben über den Zeitpunkt der Durchführung der Arthroskopie enthalten. Hiervon führten drei Studien die Arthroskopie erst nach der Frakturversorgung durch und berichten über Prävalenzen von 42%, 67% und 72% ^{24, 27, 29}. Die anderen vier Studien setzten die Arthroskopie vor der Frakturversorgung ein und gaben Prävalenzen von 73%, 79%, 81% und 89% an ^{6, 32, 34, 35}. Die durchschnittliche Prävalenz der begleitenden posttraumatischen Knorpelschäden, ermittelt vor der Frakturversorgung, liegt um rund 20% höher. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass Knorpelläsionen vermehrt verborgen bleiben, wenn die Arthroskopie nach der Frakturversorgung bei einem stabilen Gelenk durchgeführt wird.

Die Verwendung unterschiedlich vieler Arthroskopieportale lässt keine eindeutigen Rückschlüsse zu. In einer Studie wurden drei Portale für die Arthroskopie genutzt. Die ermittelte Prävalenz beträgt 63% ³³ und liegt im unteren Bereich der Prävalenzangaben. In anderen Studien wurden zwei Portale, oder bei sehr guten Sichtverhältnissen nur ein Portal verwendet. Diese berichten über Prävalenzangaben von 42% bis 79% ^{5, 24, 27, 29, 32, 35}. Hier zeigt sich eine deutliche Streuung.

Einfluss des Frakturtyps auf die Prävalenz:

Der Frakturtyp ist ein weiterer Faktor, der die Prävalenz von Knorpelläsionen beeinflussen könnte. Es gibt Hinweise darauf, dass die Entstehung von Knorpelläsionen durch die Frakturtypen unterschiedlich begünstigt wird. Je komplexer die Sprunggelenkfraktur ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit von intraartikulären

Begleitläsionen ²⁶. Die Studie von Chen et al kam zu dem Ergebnis, dass schwergradige Sprunggelenkfrakturen (Supinations-Eversions-Verletzung Grad IV, Pronations-Eversions-Verletzung Grad IV und Pronations-Abduktions-Verletzung Grad II nach Lauge-Hansen) häufiger mit Knorpelläsionen assoziiert sind als leichtgradige Frakturen (Supinations-Eversions-Verletzung Grad II und III, Pronations-Eversions-Verletzung Grad II und III nach Lauge-Hansen, Maisonneuve-Fraktur) ²⁴. Auch in der Studie von Leontaritis et al wird berichtet, dass bei Supinations-Eversions-Verletzungen und Pronations-Eversions-Verletzungen nach Lauge-Hansen die Grad IV-Frakturen deutlich häufiger zu Knorpelläsionen führen als Typ I- oder II-Frakturen ³⁰. Des Weiteren wird berichtet, dass die Häufigkeit und Ausprägung der Knorpelläsionen von Weber-B- zu Weber-C-Frakturen und von der Unterkategorie 1 zu 3 der AO-Klassifikation ansteigt ³⁵. Zudem wird in der Literatur beschrieben, dass bei Syndesmosenruptur und Gelenkinstabilität gehäuft Knorpelläsionen auftreten ^{5, 33}. Auch die vorliegende Studie berichtet über eine Abhängigkeit der Prävalenz der begleitenden Knorpelläsionen von den Frakturmorphologien. Die Häufigkeit ist von einer uni- zu einer trimalleolaren Fraktur ansteigend. Ein direkter Vergleich der einzelnen Studien im Hinblick auf eine Korrelation zwischen den Frakturtypen und der Häufigkeit von Knorpelläsionen ist nur eingeschränkt möglich. Die Studien nutzten unterschiedliche Klassifikationssysteme für die Frakturtypen und einige Studien machten keine genauen Angaben zu der Auftretenswahrscheinlichkeit der Knorpelläsionen für den jeweiligen Frakturtyp.

Für die vorliegende Studie wurde die Arthroskopie über den studienunabhängig nötigen operativen Zugang zur Frakturversorgung durchgeführt, um keinen zusätzlichen Weichteilschaden zu erzeugen. Auf Grund dessen war ein Teil des Sprunggelenkknorpels (insbesondere dorsal) nicht einsehbar. Dieser Sachverhalt ist in Kapitel 2.4 beschrieben. Bei ausgeprägter Instabilität war allerdings häufig auch der posteriore Anteil des Gelenks einsehbar. Dem zu Folge ist es durchaus denkbar, dass die tatsächliche Prävalenz etwas höher liegt als die angegebenen 72%. Nichtsdestotrotz ist davon auszugehen, dass der Großteil der Knorpelläsionen erfasst werden konnte. Nach Auswertung der Literaturangaben scheinen die Frakturtypen und der Zeitpunkt der Arthroskopie vor oder nach der Frakturversorgung einen größeren Einfluss auf die Prävalenzangabe zu haben als die Anzahl der verwendeten Arthroskopieportale.

4.3 Schweregrad, Fläche und Lokalisation der Knorpelläsionen

Schweregrad der Knorpelläsion

Die Literatur weist nur wenige Angaben zu dem Schweregrad der Knorpelläsionen auf. Die Ergebnisse der Schweregradeinteilung der vorliegenden Studie und der Studie von Hintermann et al. sind in Tabelle 4.2 zusammengefasst.

ICRS-Einteilung	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV
Vorliegende Studie (N = 60)	23%	25%	32%	20%
Studie von Hintermann et al. ³⁵ (N = 288)	31%	41%	19%	9%

Tabelle 4.2: Häufigkeitsverteilung der Knorpelläsionen nach ICRS-Klassifikation

Es ist zu erkennen, dass in der Studie von Hintermann et al. der Großteil der Knorpelläsionen den Graden I und II zugeordnet wurden, während in der vorliegenden Studie mehr als die Hälfte der Knorpelläsionen den Graden III und IV zugeordnet werden. Dieser Unterschied könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Frakturtypen

in den Studien unterschiedlich häufig vorkommen. In der vorliegenden Studie sind Weber-C-Frakturen mit Abstand am häufigsten vertreten, bei der Studie Hintermann et al. ist die Weber-B-Fraktur vorherrschend. Diese These wird durch das Ergebnis der Studie von Hintermann et al. gestützt. Es konnte nachgewiesen werden, dass der Schweregrad der Knorpelläsionen von Weber-B-Frakturen zu Weber-C-Frakturen und von den Untergruppen 1 zu 3 der AO-Klassifikation zunimmt³⁵. Auch die Studie von Chen et al. bestätigt diese Tendenz. Es wurde ein Patientenkollektiv mit überwiegend komplexen Sprunggelenkfrakturen untersucht, mit dem Ergebnis, dass 77% der Knorpelläsionen Grad III oder IV zugeordnet werden konnten²⁴.

Fläche der Knorpelläsion

53,5% der Patienten mit Knorpelläsionen weisen eine Läsionsfläche des Knorpels zwischen 1 bis 40 mm² auf. Bei 20,9% beträgt die Fläche zwischen 41 und 80 mm². Bei den restlichen Patienten wurde eine Knorpeldefektfläche von über 81 mm² bis maximal 393 mm² festgestellt. Auch hierzu gibt es nur wenige Literaturangaben. In der Studie von Chen et al. wird berichtet, dass 65% der Knorpelläsionen über 25 mm² groß waren²⁴. Die Größe der Knorpelläsionen könnte Einfluss auf langfristige Beschwerden und die Entstehung einer Sprunggelenksarthrose haben. Weitere Untersuchungen bezüglich der Knorpelläsionsfläche und dessen Auswirkungen sind nötig um Aussagen diesbezüglich treffen zu können.

Lokalisation

Die meisten Knorpelläsionen (88%) sind am Talus lokalisiert. Die mediale Talusschulter ist am häufigsten betroffen. Lediglich 10% der Läsionen betreffen die Tibia und 2% die Fibula. Die Lokalisation der Knorpelläsionen, die Folge einer Sprunggelenkfraktur waren, wurde bereits in einigen Studien untersucht. Die Ergebnisse zeigen sich weitgehend übereinstimmend mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Der Talus ist am häufigsten von Knorpelläsionen betroffen^{5, 6, 20, 24, 27, 30, 32, 33}. Im Bereich des Talus wurden die meisten Knorpelläsionen an der medialen Schulter gefunden^{5, 27, 30, 32, 33}. Die Tibia weist laut Literaturangaben seltener Knorpelläsionen auf als der Talus. Die Häufigkeit variiert allerdings zwischen den Studien^{6, 27, 30, 33}. Die Fibula ist am seltensten betroffen^{6, 20, 27, 32, 35}. Ein direkter Vergleich der Studien hinsichtlich der Häufigkeit der Knorpelläsionen in den definierten Gelenkarealen ist nicht möglich, da unterschiedliche Berechnungsgrundlagen verwendet wurden, oder keine genauen Angaben über die zahlenmäßige Verteilung vorliegen. Zusammenfassend zeigen die aktuellen Studienergebnisse gute Übereinstimmung mit der Literatur. Die mediale Talusschulter scheint unabhängig von dem jeweils untersuchten Patientenkollektiv beziehungsweise den Frakturtypen am häufigsten Knorpelläsionen aufzuweisen.

4.4 Natürlicher Heilungsverlauf der Knorpelläsionen

Der natürliche Heilungsverlauf der Knorpelläsionen wurde durch Vergleich der Ergebnisse der Arthroskopie 1 und Arthroskopie 2 überprüft. Der zeitliche Abstand der Arthroskopien betrug durchschnittlich 11 Monate. In Tabelle 4.3 sind die Ergebnisse gegenübergestellt.

	Arthroskopie 1	Arthroskopie 2
Prävalenz	74 %	65 %
ICRS-Grad		
Grad I	24 %	32 %
Grad II	24 %	22 %
Grad III	38 %	38 %
Grad IV	13 %	8 %
Fläche		
0 mm ²	26 %	35 %
1 – 20 mm ²	10 %	6 %
21 – 40 mm ²	32 %	39 %
41 – 60 mm ²	10 %	10 %
61 – 100 mm ²	6 %	10 %
101 – 400 mm ²	15 %	0 %
Lokalisation nach Zonen		
Talus Zone 1	23 %	32 %
Talus Zone 2	11 %	8 %
Talus Zone 3	16 %	14 %
Talus Zone 4	2 %	8 %
Talus Zone 5	14 %	14 %
Talus Zone 6	7 %	5 %
Talus Zone 7	9 %	11 %
Talus Zone 8	9 %	8 %
Talus gesamt	91 %	100 %
Tibia Zone T1	5 %	0 %
Tibia Zone T2	2 %	0 %
Fibula Zone F1	2 %	0 %

Tabelle 4.3: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Arthroskopie 1 und 2 bezüglich der Knorpelläsionen, n = 31

Bei Vergleich der Ergebnisse von Arthroskopie 1 und 2 zeigen sich folgende Veränderungen:

Die Fläche der Knorpelläsionen hat sich im Durchschnitt von 60 mm² auf 25 mm² verkleinert. Die Verteilung der ICRS-Grade hat sich leicht verändert. Während die Häufigkeit der Knorpelläsionen der Grade II und IV leicht abnahm, nahm die Häufigkeit der Knorpelläsionen des Grades I leicht zu. Die Prävalenz ist um 9% gesunken, da bei 4 Patienten (17%) des Kollektivs mit Knorpelschaden in Arthroskopie 1 keine Läsionen mehr durch die zweite Arthroskopie nachgewiesen werden konnten.

Bei Betrachtung der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass zur Zeit der Arthroskopie 1 vor der Frakturversorgung das Gelenk instabiler war und deshalb das Sichtfeld tendenziell größer war als bei der Arthroskopie 2, als das Sprunggelenk verheilt und stabil war. Wie in Kapitel 4.2 diskutiert, scheint der Instabilitätsgrad des Sprunggelenks im Hinblick auf die Größe des Sichtfeldes und damit die Ermittlung der Prävalenz eine Rolle zu spielen. Bei Durchführung der Arthroskopie vor der Frakturversorgung wurden höhere Prävalenzen ermittelt als bei der Durchführung nach der Frakturversorgung^{6, 27}. Es ist folglich nicht sicher festzulegen, ob die Knorpelläsionen tatsächlich abgeheilt sind oder bei der zweiten Arthroskopie lediglich übersehen wurden.

In der Literatur sind Studien beschrieben, in denen Knorpelläsionen des Sprunggelenks im Abstand von mindestens einem Jahr nach der Fraktur arthroskopisch oder mittels MRT untersucht wurden³⁸⁻⁴⁰. Eine Untersuchung des Sprunggelenks bezüglich der Knorpelläsionen unmittelbar nach der Fraktur wurde im Rahmen dieser Studien nicht durchgeführt. Im Folgenden werden diese Studien

vorgelegt und bewertet. Für die prospektive Studie von Utsugi et al. wurden arthroskopische Untersuchungen des Sprunggelenks von 33 Patienten durchgeführt³⁸. Diese Untersuchung fand durchschnittlich 12,4 Monate nach der Fraktur im Rahmen der Metallentfernung statt³⁸. 33% der untersuchten Patienten wiesen Knorpelläsionen auf³⁸. Im Rahmen der Studie von Regier et al. wurden MRT-Untersuchungen der Sprunggelenke von 100 Patienten durchgeführt³⁹. Diese Untersuchungen wurden im Schnitt 34,5 Monate nach der Sprunggelenkfraktur durchgeführt und es konnte eine Prävalenz von 40% ermittelt werden³⁹. Diese Prävalenzangaben sind niedriger als die der vorliegenden Studie und dem Großteil der in Tabelle 4.2 erwähnten Studien. Die vergleichsweise niedrigen Prävalenzangaben können ein Hinweis darauf sein, dass zumindest ein Teil der durch das Trauma entstandenen Knorpelläsionen mit der Zeit spontan abheilen. Allerdings hängt die ermittelte Prävalenz unter anderem von der Häufigkeitsverteilung der Frakturtypen des Patientenkollektivs und der Durchführung der Arthroskopie ab (siehe Kapitel 4.2). Um zuverlässigere Aussagen über den spontanen Heilungsprozess von Knorpelläsionen machen zu können, müssen die potentiell vorhandenen Knorpelläsionen nicht nur mit zeitlichem Abstand zur Fraktur sondern auch direkt posttraumatisch untersucht werden. Es ist nicht möglich auf Basis dieser zwei Studien von Utsugi et al. und Regier et al. eine eindeutige Aussage darüber zu treffen, ob Knorpelläsionen im Laufe der Zeit spontan abheilen.

Mit einer weiteren Studie wurde die Prävalenz von Knorpelläsionen an Hand von 50 Patienten untersucht, die über anhaltende Beschwerden im Sprunggelenk berichteten⁴⁰. Die Knorpelläsionen wurden arthroskopisch durchschnittlich 20,5 Monate nach der Fraktur untersucht⁴⁰. 90% dieser Patienten wiesen Knorpelläsionen auf⁴⁰. Das Ergebnis der Studie könnte ein Hinweis darauf sein, dass vor allem Patienten mit langanhaltenden Beschwerden vermehrt Knorpelläsionen aufweisen. Diese Studie ist allerdings nicht repräsentativ für das gesamte Patientenkollektiv mit Sprunggelenkfrakturen, da nur Patienten mit persistierenden Beschwerden untersucht wurden.

Neben der vorliegenden Studie untersuchte auch die Studie von Takao et al. die Knorpelläsionen unmittelbar nach Trauma und im zeitlichen Verlauf. Im Rahmen der Frakturversorgung wurden die Knorpelläsionen von Takao et al. arthroskopisch erfasst und therapiert³². Ein Jahr später wurde die Arthroskopie wiederholt und es konnte festgestellt werden, dass alle Knorpelläsionen mit knorpeligem Gewebe bedeckt waren³². Dies deutet auf einen Heilungsverlauf der Läsionen hin. Des Weiteren gibt es Hinweise in der Literatur, dass vor allem oberflächliche Knorpelläsionen spontan abheilen können^{63, 64}.

Bis auf die vorliegende Studie sind keine anderen Studien bekannt, die den natürlichen Heilungsverlauf von Knorpelläsionen, die Folge von Sprunggelenkfrakturen sind, lediglich beobachten ohne initial therapeutische Maßnahmen durchzuführen. Untersuchungen wurden bisher nur unmittelbar nach Trauma oder im Langzeitverlauf retrospektiv durchgeführt. Die Studie von Takao et al. führte zwar arthroskopische Untersuchungen primär und im Verlauf durch, allerdings kann hier nur das Ergebnis nach Intervention beobachtet werden³². Die vorliegende Studie deutet an, dass ein Teil der Knorpelläsionen sich in einem Heilungsprozess befinden könnte. Die Ergebnisse sind allerdings für eine abschließende Feststellung nicht ausreichend. Weitere Studien, die den spontanen Heilungsverlauf der Knorpelläsionen, entstanden im Rahmen von Sprunggelenkfrakturen, beobachten, sind nötig um zuverlässige Aussagen über den Heilungsverlauf treffen zu können.

Informationen über den Heilungsverlauf der Knorpelläsionen sind deshalb relevant, da sie die Entstehung einer posttraumatischen Sprunggelenksarthrose begünstigen^{6,65} und für langanhaltende Beschwerden des Sprunggelenks verantwortlich sein könnten^{39, 66}. Vor allem Knorpelläsionen ab einem ICRS-Grad 3 tragen zur Entstehung einer Arthrose bei⁶. Mittels arthroskopischer Behandlung der nicht spontan abheilenden Knorpelläsionen könnte eine Verbesserung der Funktion des Sprunggelenks erreicht werden^{26, 32, 41, 56}.

4.5 Einfluss der Knorpelläsionen auf das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses

Sowohl die Untersuchungen als auch die Auswertung folgender Fragebögen ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Patientengruppen mit und ohne Knorpelläsionen:

- Ankle Hindfoot Scale
- Foot and Ankle Outcome Score (FAOS)
- SF-36-Fragebogen
- Tegner-G-Score
- Numerische Analogskala
- Bewegungsumfang des Sprunggelenks

Auch die Ausprägung der Knorpelläsionen, die mittels ICRS-Klassifikation, Fläche und Anzahl der Läsionen pro Patient bewertet wurde, zeigt keine signifikante Korrelation mit den Ergebnissen der oben genannten Fragebögen. Folglich ist ein Einfluss der Ausprägung der Knorpelläsionen auf die Funktion des Sprunggelenks nicht nachgewiesen.

Somit konnte im Rahmen dieser Studie kein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Knorpelläsionen und den Beschwerden und der Funktionalität des Sprunggelenks zum Zeitpunkt der Untersuchung im Mittel 10 Monate nach dem Trauma festgestellt werden.

In der Literatur sind mehrere Studien bekannt, die die Auswirkung von Knorpelläsionen auf Funktion und Beschwerden des Sprunggelenks untersuchten. Tabelle 4.4 enthält eine Auflistung dieser Studien.

Autor	Da Cunha et al. ⁵	Regier et al. ³⁹	Nosewicz et al. ⁶⁷	Boraiah et al. ²¹	Aktas et al. ³¹	Lorez et al. ³	Lantz et al. ³⁷
Jahr	2018	2016	2016	2009	2008	1999	1991
N (initial/follow-up)	116/70	100/100	100/100	153/70	86/86	135/128	63/25
Methodik							
Durchschnittl. Nachuntersuchungszeitraum nach Fraktur	20,8 Monate	34,5 Monate	12 Monate	20,9 Monate	33,9 Monate	22,6 Monate	25 Monate
Untersuchungsmethoden klinisches Ergebnis	FAOS	Ankle Hindfoot Scale	FAOS	FAOS	Ankle Hindfoot Scale	Kitaokascore, Kannusscore	Interview, klinische und radiologische Untersuchung
Untersuchungsmethode Knorpelläsionen	Arthroskopie im Rahmen der Frakturversorgung	MRT im Rahmen der Nachuntersuchung	CT unmittelbar nach Osteosynthese	MRT vor Frakturversorgung	Arthroskopie im Rahmen der Frakturversorgung	Arthroskopie vor Frakturversorgung	Inspektion des Talus im Rahmen der Frakturversorgung
Ergebnis							
Prävalenz Knorpelläsionen gesamtes Kollektiv/nachuntersuchtes Kollektiv	78%/79% (55 von 70 Patienten) (nur Talus)	40,4%	10%/k.A. (nur Talus)	17%/k.A. (nur Talus)	28% (nur Talus)	k.A./k.A.	49%/52% (13 von 25 Patienten) (nur Talus)
Zusammenhang Knorpelläsionen und klinisches Ergebnis	Negativer Einfluss der Knorpelläsionen auf das klinische Ergebnis (p = 0,009)	Signifikante Korrelation zwischen den Ergebnissen des Fragebogens und dem Auftreten von Knorpelläsionen (p = 0,01)	Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen (p > 0,325)	Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen (p > 0,1)	Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen (p > 0,169)	Knorpelläsionen des medialen Malleolus → schlechte klinische Ergebnisse (p < 0,01)	Knorpelläsionen des Talus → signifikant schlechterer Funktionsstatus und Bewegungsumfang (p ≤ 0,042)

Tabelle 4.4: Literaturangaben zu dem Thema Auswirkungen der Knorpelläsionen auf das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses einer Sprunggelenkfraktur (k.A. = keine Angabe)

Vier der sieben Studien berichten über einen negativen Einfluss der Knorpelläsionen auf die Funktion des Sprunggelenks und die Beschwerden im Gelenk^{3, 5, 37, 39}. Drei Studien decken sich mit dem Ergebnis der vorliegenden Studie^{21, 31, 67}. Bei Vergleich der Studien muss allerdings beachtet werden, dass unterschiedliche Methoden zur Untersuchung des Sachverhaltes genutzt wurden.

Der Zustand des Sprunggelenks wurde auf unterschiedliche Weise erhoben. Drei Studien aus der Literatur sowie die vorliegende Studie nutzten den FAOS für die Erhebung^{5, 21, 67}. Drei der vier Studien berichten über keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen^{21, 67}.

Für die Einteilung der Patienten in die Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen wurden unterschiedliche Untersuchungsmethoden zu unterschiedlichen Zeitpunkten genutzt. Für die Darstellung der Knorpelläsionen wurden Arthroskopie, MRT, CT und intraoperative Inspektion des Talus eingesetzt. Die Erhebung der Läsionen fand zumeist zum Zeitpunkt der Frakturversorgung statt^{3, 5, 21, 31, 37, 67}. Die Studie von Regier et al. untersuchte die Knorpelläsionen allerdings erst zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung³⁹. Zudem stellte ein Teil der Studien Knorpelläsionen nur im Bereich des Talus fest^{5, 21, 31, 37, 67}. Knorpelläsionen im Bereich der Tibia und Fibula waren entweder nicht vorhanden, oder wurden übersehen. Die unterschiedliche Methodik der Erfassung von Knorpelläsionen könnte die Aufteilung der Patienten in Gruppen mit und ohne Knorpelläsionen beeinflussen und somit auch Einfluss auf das Studienergebnis nehmen.

Auch der Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde in den Studien unterschiedlich gewählt, was zu einer Unvergleichbarkeit der Studienergebnisse hinsichtlich der Beschwerden im Sprunggelenk und dessen Funktionalität führen könnte. Zudem könnten die Knorpelläsionen je nach zeitlichem Abstand zu dem Trauma einer positiven oder negativen Entwicklung, im Sinne von Heilung oder fortschreitender Destruktion, unterliegen. In der vorliegenden Studie sowie in den Studien von Nosewicz et al., Boraiah et al. und Aktas et al. wurde die Nachuntersuchung durchschnittlich 19,2 Monate nach der Fraktur durchgeführt. Diese konnten keine Korrelation zwischen den Knorpelläsionen und dem klinischen Ergebnis feststellen^{21, 31, 67}. Allerdings kamen Studien mit einer Nachuntersuchung durchschnittlich 25,7 Monate nach der Fraktur zu dem Ergebnis, dass eine Korrelation zwischen den Knorpelläsionen und dem klinischen Ergebnis besteht^{3, 5, 37, 39}. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die Knorpelläsionen erst im Langzeitverlauf Auswirkungen auf das Sprunggelenk zeigen.

Eine abschließende Aussage über die Auswirkung der Knorpelläsionen auf das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses des Sprunggelenks ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, da sich die Studienlage divers präsentiert. Den Literaturangaben zu Folge gibt es zwar Hinweise darauf, dass Knorpelläsionen vor allem langfristig die Funktion des Sprunggelenks beeinflussen. Allerdings erfordern zuverlässigere Aussagen bezüglich der Auswirkungen der Knorpelläsionen auf das Sprunggelenk weitere prospektive Untersuchungen der Patienten zum Beispiel nach Ablauf von 1, 2 und 10 Jahren.

Da im Rahmen dieser Studie kein Zusammenhang zwischen Knorpelläsionen und den anhaltenden Beschwerden und Funktionseinschränkungen ein Jahr posttraumatisch gefunden werden konnte, bleibt die Ursache für die in manchen Fällen beschriebenen Beschwerden zu hinterfragen. Laut der Studie von Utsugi et. al³⁸ spielt die Ausbildung

einer Arthrofibrose als Folge des Sprunggelenktraumas eine entscheidende Rolle in Bezug auf langanhaltende Beschwerden und Funktionseinschränkungen des Sprunggelenks. Es hat sich gezeigt, dass eine arthroskopische Behandlung der Arthrofibrose im Rahmen der Metallentfernung die Beschwerden deutlich verbessern konnte³⁸. Dem zu Folge könnte eine begleitende arthroskopische Behandlung im Rahmen der Metallentfernung für einige Patienten sinnvoll sein, die zu diesem Zeitpunkt noch über Beschwerden klagen.

4.6 Zusammenhang zwischen psychischer Gesundheit und dem funktionellen Ergebnis des Heilungsprozesses

Es zeigt sich eine signifikante positive Korrelation zwischen den Ergebnissen der Fragebögen Ankle Hindfoot Scale, FAOS, Tegner-G-Score und der psychischen Gesundheit. Je schlechter der psychische Zustand der Patienten prätraumatisch war, desto schlechter ist die Funktion des Sprunggelenks und desto mehr Beschwerden bestehen ein Jahr posttraumatisch. Lediglich bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Ergebnissen vor dem Unfall ist keine signifikante Korrelation feststellbar. Dies ist dadurch erklärbar, dass der Zustand des Sprunggelenks vor dem Unfall bei allen Patienten gut und die körperliche Aktivität weitgehend uneingeschränkt war, die psychische Gesundheit zwischen den Patienten aber variierte.

Zwischen der psychischen und körperlichen Gesundheit, die mit Hilfe des SF-36-Fragebogens erhoben wurden, besteht unabhängig vom Erhebungszeitpunkt eine statistisch signifikante positive Korrelation. Folglich sind körperliche und psychische Gesundheit voneinander abhängig.

Auch ein möglicher Zusammenhang zwischen Schmerzintensität und psychischer Gesundheit wurde untersucht. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang besteht zwischen der Schmerzintensität und der psychischen Verfassung, jeweils erhoben ein Jahr posttraumatisch. Je schlechter die psychische Gesundheit, desto höher sind die Werte auf der Numerischen Analogskala für Schmerzintensität. Dieses Ergebnis weist auf eine Abhängigkeit zwischen der Zunahme der Schmerzintensität und der Abnahme der psychischen Gesundheit hin. Ob erhöhte Schmerzintensität Ursache für schlechtere psychische Gesundheit ist, oder schlechte psychische Gesundheit zu einer ausgeprägteren Schmerzwahrnehmung führt, kann auf Basis der vorliegenden Studie nicht beantwortet werden. Zwischen der psychischen Gesundheit prätraumatisch und der Schmerzintensität posttraumatisch ist allerdings keine signifikante Korrelation feststellbar.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse dieser Studie einen Zusammenhang zwischen der psychischen Gesundheit der Patienten und den Ergebnissen der Befragung bezüglich ihrer Beschwerden ein Jahr nach dem Unfall.

Je schlechter der psychische Zustand der Patienten initial war, desto schlechter ist die Funktion des Sprunggelenks und desto mehr Beschwerden bestehen ein Jahr posttraumatisch. Hiermit ist bestätigt, dass die psychische Verfassung einen Einfluss auf die Beschwerdewahrnehmung hat.

Die Ermittlung der Funktion und Beschwerdesymptomatik des Sprunggelenks ein Jahr posttraumatisch basiert vor allem auf der Auswertung der Fragebögen. Damit werden die Ergebnisse zur Korrelation zwischen psychischer Gesundheit und dem Zustand des Sprunggelenks durch die subjektive Wahrnehmung der Patienten bestimmt. Eine

weiterführende Klärung, ob die psychische Gesundheit lediglich einen negativen Einfluss auf die Beschwerdewahrnehmung hat oder den Heilungsverlauf tatsächlich beeinflusst, wäre interessant und wichtig. Falls ein Einfluss der Psyche auf den Heilungsverlauf nachgewiesen werden kann, bliebe eine Quantifizierung des Einflusses zu klären, sowie die Frage, ob sich der Einsatz von Psychopharmaka positiv auf den Heilungsverlauf und die Beschwerdesymptomatik auswirken würde.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Knorpelläsionen als Begleitverletzung bei Sprunggelenk-Luxationsfrakturen stehen in Verdacht, langfristige Beschwerden und Funktionseinschränkungen zu verursachen. Die Literatur liefert keine einheitlichen Angaben über die Prävalenz von begleitenden Knorpelläsionen bei Sprunggelenk-Luxationsfrakturen. Der natürliche Heilungsverlauf der Knorpelläsionen, sowie ihre Auswirkungen auf die Sprunggelenkfunktion sind bisher nur ungenügend untersucht worden. Aus diesem Grund war das Ziel der vorliegenden Studie aus Sprunggelenkfrakturen entstandene Knorpelläsionen und deren Auswirkungen auf den Heilungsprozess näher zu untersuchen. Konkret waren folgende Hypothesen und Fragen zu beantworten:

- I. Die Prävalenz von Knorpelläsionen nach einer OSG-Luxationsfraktur ist höher als 50%.
- II. Wie stellt sich die Häufigkeitsverteilung der Knorpelläsionen im Hinblick auf Schwere, Größe und Lokalisation dar?
- III. Wie stellt sich der natürliche Heilungsverlauf posttraumatischer Knorpelläsionen nach einem Jahr dar?
- IV. Die nachgewiesenen Knorpelläsionen haben einen negativen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses.
- V. Je ausgeprägter die Knorpelläsionen sind, desto schlechter ist das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses.
- VI. Gibt es eine Korrelation zwischen dem funktionellen Ergebnis des Heilungsprozesses und der prätraumatischen psychischen Gesundheit?

Zur Untersuchung posttraumatischer Knorpelläsionen nach Sprunggelenk-Luxationsfrakturen wurde eine prospektive Beobachtungsstudie mit 60 Patienten durchgeführt. Das Kollektiv bestand aus 40% Frauen und 60% Männern mit einem Durchschnittsalter von 40 Jahren. Die Untersuchung der Knorpelläsionen und ihrer Auswirkung auf den Heilungsprozess erfolgte mit Hilfe der Arthroskopie und Fragebögen. Die Untersuchungen wurden im Rahmen der Osteosynthese und ein Jahr später im Zuge der fakultativen Metallentfernung durchgeführt. Die arthroskopisch festgestellten Knorpelläsionen wurden nach Schweregrad mittels ICRS-Klassifikation eingeteilt und mit Hilfe der schematischen Zeichnung aus der Studie Leontaritis et al. jeweils einer Zone (1 bis 8 des Talus, sowie F1 für Fibula und T1, T2 für Tibia) zugeteilt. Zudem wurde die Fläche der Läsionen dokumentiert. Der Fragebogen diente der Erhebung des Zustandes des Sprunggelenks und der Gesundheit allgemein. Enthalten sind der "Ankle Hindfoot Scale", der "Foot and Ankle Outcome Score", der "SF-36" und der "Tegner-G-Score". Zudem wurde die Numerische Analogskala zur Erfassung der Schmerzintensität erhoben und das aktive Bewegungsmaß beider Sprunggelenke dokumentiert. Weiterhin wurden perioperative sowie im Verlauf auftretende Komplikationen dokumentiert und ausgewertet. Die erste Untersuchung im Rahmen der Erstversorgung der Fraktur sollte den Zustand des Sprunggelenks vor dem Unfall wiedergeben. Hierfür wurde das unverletzte Sprunggelenk der Gegenseite untersucht. Die Erhebung des Fragebogens ein Jahr später diente der Erfassung des Zustandes nach Konsolidierung der Fraktur.

Die arthroskopischen Untersuchungen der im Rahmen des Traumas entstandenen Knorpelläsionen ergaben zum Zeitpunkt der Frakturversorgung eine Prävalenz von 74%. Die über das Patientenkollektiv gemittelte Fläche der Knorpelläsionen eines

Patienten betrug 60mm². Der Großteil der Knorpelläsionen war zum Zeitpunkt der Frakturversorgung im Bereich des Talus lokalisiert. Am häufigsten betroffen war die mediale Talusschulter (Zone 1) mit 23%. Nach der ICRS-Klassifikation waren die Schweregrade der Knorpelläsionen wie folgt verteilt: 24% Grad I, 24% Grad II, 38% Grad III und 13% Grad IV. Ein Jahr posttraumatisch war die ermittelte Prävalenz der Knorpelläsionen auf 65% gesunken und die über das Patientenkollektiv gemittelte Fläche der Knorpelläsionen eines Patienten reduzierte sich auf 25mm². Die lokale Verteilung der Knorpelläsionen blieb nahezu unverändert. Der ICRS-Grad der Knorpelläsionen hat sich bei 4 Patienten verschlechtert, bei 17 Patienten blieb er unverändert und bei 10 Patienten zeigte sich eine Verbesserung. Daraus ergab sich folgende veränderte Häufigkeitsverteilung der Schweregrade: 32% Grad I, 22% Grad II, 38% Grad III und 8% Grad IV. Die Auswertung der Fragebögen ein Jahr posttraumatisch ergab für Mittelwerte und Standardabweichungen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Patienten ohne und mit Knorpelläsionen: Ankle Hindfoot Scale 81,9±16,1 / 86,0±13,0 (p = 0,6125), Foot and Ankle Outcome Score 85,4±19,1 / 87,5±14,0 (p = 0,791), SF-36 601,6±165,8 / 607,7±173,3 (p = 0,6679), Tegner-G-Scale 3,6±1,5 / 3,7±1,3 (p = 0,8073). 89% der Patienten berichteten ein Jahr postoperativ über keine oder leichte Schmerzen bis Grad 4 auf der Numerischen Analogskala. Der Bewegungsumfang des Sprunggelenks (Plantarflexion plus Dorsalextension) ein Jahr posttraumatisch maß für 91% der Patienten ≥30°. Bei 68% der Patienten war der Bewegungsumfang gegenüber der gesunden Seite um weniger als 10° vermindert. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ohne und mit Knorpelläsionen konnte weder für die Schmerzintensität (p = 0,4198) noch für den Bewegungsumfang (p = 0,5317) festgestellt werden. Auch die Ausprägung der Knorpelläsionen zeigt keinen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis des Heilungsprozesses des Sprunggelenks. Ein Zusammenhang zwischen der psychischen Gesundheit und dem funktionellen Ergebnis des Heilungsprozesses ist erkennbar. Je besser die psychische Gesundheit zum Zeitpunkt des Traumas war, desto besser fiel das Heilungsergebnis des Sprunggelenks aus, wobei zwischen den definierten Gruppen mit und ohne begleitenden Knorpelläsionen kein Unterschied bestand.

Die Prävalenz begleitender Knorpelläsionen bei Sprunggelenk-Luxationsfrakturen liegt bei 74%. Eine Veränderung der Knorpelläsionen im Verlauf scheint möglich. Die vorliegende Studie gibt keinen Hinweis, dass die Sprunggelenkfunktion ein Jahr posttraumatisch durch begleitende Knorpelläsionen negativ beeinflusst wird. Allerdings ist nicht auszuschließen, dass sich die Knorpelläsionen im weiteren Langzeitverlauf negativ auf die Funktion des Gelenks auswirken. Eine Erklärung für anhaltende Beschwerden ein Jahr posttraumatisch könnte laut Literatur unter anderem die posttraumatische Ausbildung einer Arthrofibrose im Sprunggelenk sein, welche arthroskopisch adressiert werden könnte. Zu klären bleibt, ob die psychische Gesundheit lediglich die Beschwerdewahrnehmung oder auch den Heilungsprozess beeinflusst und ob sich der gezielte Einsatz von Psychopharmaka positiv auf den Heilungsverlauf und die Beschwerdesymptomatik auswirkt.

6 LITERATURVERZEICHNIS

1. Goost, H, Wimmer, MD, Barg, A, Kabir, K, Valderrabano, V, Burger, C: Fractures of the ankle joint: investigation and treatment options. *Dtsch Arztebl Int*, 111: 377-388, 2014.
2. Stufkens, SA, van den Bekerom, MP, Kerkhoffs, GM, Hintermann, B, van Dijk, CN: Long-term outcome after 1822 operatively treated ankle fractures: a systematic review of the literature. *Injury*, 42: 119-127, 2011.
3. Lorez, LG, Hintermann, B: [Significance of concomitant injuries in malleolar fractures. A prospective study]. *Unfallchirurg*, 102: 949-954, 1999.
4. Yan, RJ, Zhang, XW, Ma, GP, Guo, QF, Zhang, C: [Treatment of acute ankle fractures with arthroscopy-assisted open reduction and internal fixation]. *Zhongguo gu shang = China journal of orthopaedics and traumatology*, 24: 714-718, 2011.
5. Da Cunha, RJ, Karnovsky, SC, Schairer, W, Drakos, MC: Ankle Arthroscopy for Diagnosis of Full-thickness Talar Cartilage Lesions in the Setting of Acute Ankle Fractures. *Arthroscopy*, 34: 1950-1957, 2018.
6. Stufkens, SA, Knupp, M, Horisberger, M, Lampert, C, Hintermann, B: Cartilage lesions and the development of osteoarthritis after internal fixation of ankle fractures: a prospective study. *J Bone Joint Surg Am*, 92: 279-286, 2010.
7. Valderrabano V, HM, Russel I, Dougall H, Hintermann B: Etiology of Ankle Osteoarthritis. *Clinical orthopedics and related research*, 467 (7), 2009.
8. Schmidmaier, G, Ferbert, T, Meenen, N, Schütz, M: *Sprunggelenkfraktur*. 2015, 012/003. Online: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-003l_S2e_Sprunggelenkfraktur_2016-02.pdf, Stand: 05.03.2020.
9. Rammelt, S, Grass, R, Biewener, A, Zwipp, H: Anatomie, Biomechanik und Klassifikation der Sprunggelenkfrakturen. *Trauma und Berufskrankheit* 6 Suppl 4: 384 - 392, 2004.
10. Goost, H, Wimmer, MD, Barg, A, Kabir, K, Valderrabano, V, Burger, C: Fractures of the ankle joint—investigation and treatment options. *Dtsch Arztebl Int* 111: 377–388, 2014.
11. Amboss: *Sprunggelenksfraktur*. 2019. Online: <https://www.amboss.com/de/wissen/Sprunggelenksfraktur>, Stand: 05.03.2020.
12. Winterheller, W: *Postoperative computertomographische Kontrolle von Sprunggelenken nach Stellschraubenapplikation am verletzten Sprunggelenk*. Med. Dissertation. Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg, 2013.
13. Kurz, B, Lemke, AK, Fay, J, Pufe, T, Grodzinsky, AJ, Schunke, M: Pathomechanisms of cartilage destruction by mechanical injury. *Ann Anat*, 187: 473-485, 2005.
14. Ajali, B: Knorpeltherapie am oberen Sprunggelenk. *OUP* 2019, 8: 100 - 105, 2019.
15. Basad, E: *Knorpelschäden am Talus* 2017. Online: <https://www.sportaerztezeitung.de/operative-therapie-abo/articles/knorpelschaeden-am-talus>, Stand: 17.03.20.
16. Niek van Dijk, C, Reilingh, ML, Zengerink, M, van Bergen, CJ: Osteochondral defects in the ankle: why painful? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2010 May; 18 (5): 570 - 580, 2010.
17. Lotz, MK, Kraus, VB: New developments in osteoarthritis. Posttraumatic osteoarthritis: pathogenesis and pharmacological treatment options. *Arthritis Res Ther*, 12: 211, 2010.
18. Krishnan, Y, Grodzinsky, AJ: Cartilage diseases. *Matrix Biol*, 71-72: 51-69, 2018.

19. Ono, A, Nishikawa, S, Nagao, A, Irie, T, Sasaki, M, Kouno, T: Arthroscopically assisted treatment of ankle fractures: arthroscopic findings and surgical outcomes. *Arthroscopy*, 20: 627-631, 2004.
20. Yoshimura, I, Naito, M, Kanazawa, K, Takeyama, A, Ida, T: Arthroscopic findings in Maisonneuve fractures. *J Orthop Sci*, 13: 3-6, 2008.
21. Boraiah, S, Paul, O, Parker, RJ, Miller, AN, Hentel, KD, Lorich, DG: Osteochondral lesions of talus associated with ankle fractures. *Foot Ankle Int*, 30: 481-485, 2009.
22. Kortekangas, T, Flinkkila, T, Niinimäki, J, Lepojarvi, S, Ohtonen, P, Savola, O, Pakarinen, H: Effect of syndesmosis injury in SER IV (Weber B)-type ankle fractures on function and incidence of osteoarthritis. *Foot Ankle Int*, 36: 180-187, 2015.
23. Elsner, KS, Milbich, J, Giebel, G, Hebestreit, HP: [Magnetic resonance tomography study of ankle joint fractures. A prospective pathologic-anatomic study]. *Unfallchirurg*, 99: 581-586, 1996.
24. Chen, XZ, Chen, Y, Zhu, QZ, Wang, LQ, Xu, XD, Lin, P: Prevalence and associated factors of intra-articular lesions in acute ankle fractures evaluated by arthroscopy and clinical outcomes with minimum 24-month follow-up. *Chinese medical journal*, 132: 1802-1806, 2019.
25. Zhang, M, Chen, YF, Wang, L, Li, F, Wei, HF, Shi, ZM: Clinical characteristics and surgical experience of Type III Wagstaffe fractures: Pay attention to concomitant chondral injury of the talus. *Foot Ankle Surg*, 24: 394-399, 2018.
26. Braunstein, M, Baumbach, SF, Bocker, W, Mutschler, W, Polzer, H: [Arthroscopically assisted treatment of ankle fractures]. *Unfallchirurg*, 119: 92-98, 2016.
27. Fuchs, DJ, Ho, BS, LaBelle, MW, Kelikian, AS: Effect of Arthroscopic Evaluation of Acute Ankle Fractures on PROMIS Intermediate-Term Functional Outcomes. *Foot Ankle Int*, 37: 51-57, 2016.
28. Chen, XZ, Chen, Y, Liu, CG, Yang, H, Xu, XD, Lin, P: Arthroscopy-Assisted Surgery for Acute Ankle Fractures: A Systematic Review. *Arthroscopy*, 31: 2224-2231, 2015.
29. Swart, EF, Vosseller, JT: Arthroscopic assessment of medial malleolar reduction. *Arch Orthop Trauma Surg*, 134: 1287-1292, 2014.
30. Leontaritis, N, Hinojosa, L, Panchbhavi, VK: Arthroscopically detected intra-articular lesions associated with acute ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am*, 91: 333-339, 2009.
31. Aktas, S, Kocaoglu, B, Gereli, A, Nalbantodlu, U, Guven, O: Incidence of chondral lesions of talar dome in ankle fracture types. *Foot Ankle Int*, 29: 287-292, 2008.
32. Takao, M, Uchio, Y, Naito, K, Fukazawa, I, Kakimaru, T, Ochi, M: Diagnosis and treatment of combined intra-articular disorders in acute distal fibular fractures. *J Trauma*, 57: 1303-1307, 2004.
33. Loren, GJ, Ferkel, RD: Arthroscopic assessment of occult intra-articular injury in acute ankle fractures. *Arthroscopy*, 18: 412-421, 2002.
34. Thordarson, DB, Bains, R, Shepherd, LE: The role of ankle arthroscopy on the surgical management of ankle fractures. *Foot Ankle Int*, 22: 123-125, 2001.
35. Hintermann, B, Regazzoni, P, Lampert, C, Stutz, G, Gächter, A: Arthroscopic findings in acute fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Br*, 82: 345-351, 2000.
36. Sorrento, DL, Mlodzienski, A: Incidence of lateral talar dome lesions in SER IV ankle fractures. *J Foot Ankle Surg*, 39: 354-358, 2000.
37. Lantz, BA, McAndrew, M, Scioli, M, Fitzrandolph, RL: The effect of concomitant chondral injuries accompanying operatively reduced malleolar fractures. *J Orthop Trauma*, 5: 125-128, 1991.

38. Utsugi, K, Sakai, H, Hiraoka, H, Yashiki, M, Mogi, H: Intra-articular fibrous tissue formation following ankle fracture: the significance of arthroscopic debridement of fibrous tissue. *Arthroscopy*, 23: 89-93, 2007.
39. Regier, M, Petersen, JP, Hamurcu, A, Vettorazzi, E, Behzadi, C, Hoffmann, M, Grossterlinden, LG, Fensky, F, Klatte, TO, Weiser, L, Rueger, JM, Spiro, AS: High incidence of osteochondral lesions after open reduction and internal fixation of displaced ankle fractures: Medium-term follow-up of 100 cases. *Injury*, 47: 757-761, 2016.
40. Thomas, B, Yeo, JM, Slater, GL: Chronic pain after ankle fracture: an arthroscopic assessment case series. *Foot Ankle Int*, 26: 1012-1016, 2005.
41. Mologne, TS, Ferkel, RD: Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the distal tibia. *Foot Ankle Int*, 28: 865-872, 2007.
42. Stöve, J: *Gonarthrose*. 2018. Online: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/033-004I_S2k_Gonarthrose_2018-01_1.pdf, Stand: 25.04.2020.
43. ASA, HoD, Committee, E: *ASA Physical Status Classification System*. 2019. Online: <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/asa-physical-status-classification-system>, Stand: 22.04.20.
44. Kitaoka, HB, Alexander, IJ, Adelaar, RS, Nunley, JA, Myerson, MS, Sanders, M: Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*, 15: 349-353, 1994.
45. Kostuj Tanja, SK, Baums Mike H., Lieske Sebastian: Eine Validierung des AOFAS-Ankle-Hindfoot-Scale für den deutschen Sprachraum. *Fuß & Sprunggelenk*, 12: 100 - 106, 2014.
46. Roos, EM, Roos, HP, Lohmander, LS, Ekdahl, C, Beynnon, BD: Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)--development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther*, 28: 88-96, 1998.
47. Roos, EM, Brandsson, S, Karlsson, J: Validation of the foot and ankle outcome score for ankle ligament reconstruction. *Foot Ankle Int*, 22: 788-794, 2001.
48. Becher, C, van Bergen, CJA, Sierevelt, IN, Hoogervorst, P, van Dijk, CN, Stukenborg-Colsman, C, Plaas, C, Waizy, H: Validierung der deutschen Version des Foot and Ankle Outcome Score (FAOS). *Fuß und Sprunggelenk*, 12: 183 - 189, 2014.
49. van Bergen, CJ, Sierevelt, IN, Hoogervorst, P, Waizy, H, van Dijk, CN, Becher, C: Translation and validation of the German version of the foot and ankle outcome score. *Arch Orthop Trauma Surg*, 134: 897-901, 2014.
50. Bullinger, M: German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: preliminary results from the IQOLA Project. International Quality of Life Assessment. *Soc Sci Med*, 41: 1359-1366, 1995.
51. Bullinger Monika, KI: *SF-36, Fragebogen zum Gesundheitszustand*, Göttingen, 1998.
52. Wirth, B, Meier, N, Koch, PP, Swanenburg, J: [Development and evaluation of a German version of the Tegner activity scale for measuring outcome after anterior cruciate ligament injury]. *Sportverletz Sportschaden*, 27: 21-27, 2013.
53. Dawson, J, Doll, H, Coffey, J, Jenkinson, C, Oxford, Birmingham, F, Ankle Clinical Research, G: Responsiveness and minimally important change for the Manchester-Oxford foot questionnaire (MOXFQ) compared with AOFAS and SF-36 assessments following surgery for hallux valgus. *Osteoarthritis and cartilage*, 15: 918-931, 2007.
54. Sierevelt, IN, van Eekeren, IC, Haverkamp, D, Reilingh, ML, Terwee, CB, Kerkhoffs, GM: Evaluation of the Dutch version of the Foot and Ankle Outcome

- Score (FAOS): Responsiveness and Minimally Important Change. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 24: 1339-1347, 2016.
55. Weng, CJ, Yeh, WL, Hsu, KY, Chiu, CH, Chang, SS, Chen, AC, Chan, YS: Clinical and Functional Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Autologous Hamstring Tendon in Patients Aged 50 Years or Older. *Arthroscopy*, 36: 558-562, 2020.
 56. Cavallo, M, Natali, S, Ruffilli, A, Buda, R, Vannini, F, Castagnini, F, Ferranti, E, Giannini, S: Ankle surgery: focus on arthroscopy. *Musculoskeletal surgery*, 97: 237-245, 2013.
 57. de Boer, AS, Tjioe, RJC, Van der Sijde, F, Meuffels, DE, den Hoed, PT, Van der Vlies, CH, Tuinebreijer, WE, Verhofstad, MHJ, Van Lieshout, EMM, Group, AS: The American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot Scale; translation and validation of the Dutch language version for ankle fractures. *BMJ Open*, 7: e017040, 2017.
 58. Guyton, GP: Theoretical limitations of the AOFAS scoring systems: an analysis using Monte Carlo modeling. *Foot Ankle Int*, 22: 779-787, 2001.
 59. Gee, L, Abbott, J, Conway, SP, Etherington, C, Webb, AK: Validation of the SF-36 for the assessment of quality of life in adolescents and adults with cystic fibrosis. *J Cyst Fibros*, 1: 137-145, 2002.
 60. Briggs, KK, Lysholm, J, Tegner, Y, Rodkey, WG, Kocher, MS, Steadman, JR: The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later. *Am J Sports Med*, 37: 890-897, 2009.
 61. Halasi, T, Kynsburg, A, Tallay, A, Berkes, I: Development of a new activity score for the evaluation of ankle instability. *Am J Sports Med*, 32: 899-908, 2004.
 62. Paxton, EW, Fithian, DC, Stone, ML, Silva, P: The reliability and validity of knee-specific and general health instruments in assessing acute patellar dislocation outcomes. *Am J Sports Med*, 31: 487-492, 2003.
 63. Dell'accio, F, Vincent, TL: Joint surface defects: clinical course and cellular response in spontaneous and experimental lesions. *Eur Cell Mater*, 20: 210-217, 2010.
 64. Jackson, DW, Lalor, PA, Aberman, HM, Simon, TM: Spontaneous repair of full-thickness defects of articular cartilage in a goat model. A preliminary study. *J Bone Joint Surg Am*, 83: 53-64, 2001.
 65. Becher, C, Landgraeber, S, Fickert, S, Niemeyer, P, Angele, P: Behandlung von Knorpelschäden an Knie, Sprunggelenk und Hüfte. Aktuelle Empfehlungen der AG Klinische Geweberegeneration. *OUP 7: 580–587*, 2018.
 66. Zwetti, TN, Tschauner, S, Sorantin, E, Castellani, C, Till, H, Kraus, T, Singer, G: Long-term results following intra-articular fractures of the medial malleolus in children and adolescents with special emphasis on MRI. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 26: 2309499018801136, 2018.
 67. Nosewicz, TL, Beerekamp, MS, De Muinck Keizer, RJ, Schepers, T, Maas, M, Niek van Dijk, C, Goslings, JC: Prospective Computed Tomographic Analysis of Osteochondral Lesions of the Ankle Joint Associated With Ankle Fractures. *Foot Ankle Int*, 37: 829-834, 2016.

7 TABELLARISCHER ANHANG

Anhang 1: ICRS-Klassifikation⁴²:

0	keine erkennbaren Defekte
1a	intakte Oberfläche, Fibrillationen und/oder leichte Erweichung
1b	zusätzlich oberflächliche Risse / Fissuren
2	Läsionstiefe <50% der Knorpeldicke (abnormaler Knorpel)
3a	>50% Tiefe der Knorpeldicke, nicht bis zur kalzifizierenden Schicht (schwer abnormaler Knorpel)
3b	>50% Tiefe der Knorpeldicke, bis zur kalzifizierenden Schicht
3c	>50% Tiefe der Knorpeldicke, bis zur subchondralen Platte
3d	>50% Tiefe der Knorpeldicke, mit Blasenbildung
4a/b	vollständige Knorpelläsion mit Durchbruch der subchondralen Platte

Anhang 2: Ankle Hindfoot Scale⁴⁵:

Schmerz		<ul style="list-style-type: none"> kein Schmerz leichter Schmerz mäßiger Schmerz stärkster Schmerz 	<p>40 Punkte</p> <p>30 Punkte</p> <p>20 Punkte</p> <p>0 Punkte</p>
Funktion	Aktivitäts-einschränkungen	<ul style="list-style-type: none"> keine Einschränkungen bei Freizeitaktivitäten mäßige Einschränkungen in Alltag und Freizeit stärkste Einschränkungen in Alltag und Freizeit 	<p>10 Punkte</p> <p>7 Punkte</p> <p>4 Punkte</p> <p>0 Punkte</p>
	Max. Gehstrecke am Stück	<ul style="list-style-type: none"> mehr als 600 Meter zwischen 400 und 600 Metern zwischen 100 und 400 Metern weniger als 100 Metern 	<p>5 Punkte</p> <p>4 Punkte</p> <p>2 Punkte</p> <p>0 Punkte</p>
	Lafoberflächen/ Untergrund	<ul style="list-style-type: none"> keine Probleme auf jeglichen Oberflächen mäßige Probleme auf unebenem Gelände, Treppen, Gefälle, Steigung stärkste Probleme oder Unfähigkeit auf unebenem Gelände, Treppen, Gefälle oder Steigung zu gehen 	<p>5 Punkte</p> <p>3 Punkte</p> <p>0 Punkte</p>
	Gangabnormalität	<ul style="list-style-type: none"> keine oder geringe 	8 Punkte

		<ul style="list-style-type: none"> • offensichtlich (Gehen möglich aber abnorm) • deutlich (Gehen schwierig und abnorm) 	<p>4 Punkte</p> <p>0 Punkte</p>
	Sagittale Bewegung (Dorsalextension plus Plantarflexion)	<ul style="list-style-type: none"> • normal, leichte Einschränkung (30° oder mehr) • mäßige Einschränkung (15° bis 29°) • starke Einschränkung (weniger als 15°) 	<p>8 Punkte</p> <p>4 Punkte</p> <p>0 Punkte</p>
	Rückfußbewegung (Inversion plus Eversion)	<ul style="list-style-type: none"> • normal oder leichte Einschränkung (75% bis 100%) • mäßige Einschränkung (25% bis 74%) • massive Einschränkung (weniger als 25%) 	<p>6 Punkte</p> <p>3 Punkte</p> <p>0 Punkte</p>
	Sprunggelenk-Rückfußstabilität (Vordere Schublade, Varus-/Valgusstress)	<ul style="list-style-type: none"> • stabil • definitiv instabil 	<p>8 Punkte</p> <p>0 Punkte</p>
Ausrichtung/ Alignement		<ul style="list-style-type: none"> • gut, Fuß plantigrad, keine Fehlstellung • mäßig, Fuß plantigrad, leichte bis mittelschwere Fehlstellung • schlecht, Fuß nicht plantigrad, starke Fehlstellung 	<p>10 Punkte</p> <p>5 Punkte</p> <p>0 Punkte</p>

Anhang 3: Foot and Ankle Outcome Score⁴⁸:

Symptome

Diese Fragen beziehen sich auf Ihre Fuß/Sprunggelenksbeschwerden während der **vergangenen Woche**.

S1. Hatten Sie Schwellungen an Ihrem Fuß/Sprunggelenk?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
<input type="checkbox"/>				

S2. Fühlten Sie ein Mahlen, hörten Sie ein Klicken oder irgendein Geräusch, wenn Sie Ihren Fuß/Ihr Sprunggelenk bewegten?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
<input type="checkbox"/>				

S3. Blieb Ihr Fuß/Sprunggelenk hängen, oder blockierte er/es bei Bewegung?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
<input type="checkbox"/>				

S4. Konnten Sie Ihren Fuß/Ihr Sprunggelenk ganz ausstrecken?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
<input type="checkbox"/>				

S5. Konnten Sie Ihren Fuß/Ihr Sprunggelenk ganz beugen?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
<input type="checkbox"/>				

Steifigkeit

Die nachfolgenden Fragen betreffen die Steifigkeit in Ihrem Fuß/Sprunggelenk während der **letzten Woche**. Unter Steifigkeit versteht man ein Gefühl der Einschränkung oder Verlangsamung der Fähigkeit Ihre Gelenke zu bewegen.

S6. Wie stark war Ihre Fuß/Sprunggelenkssteifigkeit morgens direkt nach dem Aufstehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

S7. Wie stark war Ihre Fuß/Sprunggelenksteifigkeit nach dem Sie saßen, lagen, oder sich im **Verlauf des Tages** ausruhten?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

Schmerzen

P1. Wie oft haben Sie Schmerzen im Fuß/Sprunggelenk?

nie monatlich wöchentlich täglich immer

Wie ausgeprägt waren Ihre Schmerzen in der **vergangenen Woche** als Sie z.B:

P2. ... im Fuß/Sprunggelenk drehen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P3. ... Ihren Fuß/Ihr Sprunggelenk ganz ausstrecken?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P4. ... Ihren Fuß/Ihr Sprunggelenk ganz beugen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P5. ... auf ebenem Boden gehen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P6. ... Treppen herauf oder herunterstiegen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P7. ... nachts im Bett liegen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P8. ... saßen oder lagen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

P9. ... aufrecht standen?

keine schwach mäßig stark sehr stark

Aktivität des täglichen Lebens

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Leistungsfähigkeit. Hierunter verstehen wir Ihre Fähigkeit, sich selbständig zu bewegen bzw. sich selbst zu versorgen. Für jede der nachfolgenden Aktivitäten geben Sie bitte das Ausmaß der Schwierigkeiten an, welche Sie aufgrund Ihres Fuß/Sprunggelenks innerhalb der **letzten Woche** erfahren haben.

Welche Schwierigkeiten hatten Sie in der **letzten Woche** als Sie z.B.:

A1. Treppen herunterstiegen?					
keine	wenig	einige	große	sehr große	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

A2. Treppen heraufstiegen?					
keine	wenig	einige	große	sehr große	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

A3. Vom Sitzen aufstanden?					
keine	wenig	einige	große	sehr große	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

A4. Aufrecht standen?					
keine	wenig	einige	große	sehr große	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

A5. Sich bückten, um z.B. etwas vom Boden aufzuheben?					
keine	wenig	einige	große	sehr große	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

A6. Auf ebenem Boden gehen?					
keine	wenig	einige	große	sehr große	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

A7. Ins Auto ein- oder ausstiegen?					
keine	wenig	einige	große	sehr große	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

A8. Einkaufen gehen?					
keine	wenig	einige	große	sehr große	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

A9. Socken/Strümpfe anzogen?					
keine	wenig	einige	große	sehr große	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

A10. Vom Bett aufstanden?					
keine	wenig	einige	große	sehr große	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

A11. Socken/Strümpfe auszogen?					
keine	wenig	einige	große	sehr große	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Welche Schwierigkeiten hatten Sie in der **letzten Woche** als Sie:

A12. Im Bett lagen und sich drehen, ohne den Fuß/Sprunggelenk dabei zu beugen?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

A13. In oder aus der Badewanne stiegen?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

A14. Saßen?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

A15. Sich auf die Toilette setzten oder aufstanden?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

A16. Schwere Hausarbeit verrichteten (schwere Kisten umstellen, Boden schrubben, etc)?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

A17. Leichte Hausarbeit verrichteten (kochen, Staub wischen, etc.)?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

Aktivität bei Sport und Freizeit

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Belastbarkeit im Rahmen von Sport- und Freizeitaktivitäten. Für jede der nachfolgenden Aktivitäten geben Sie bitte das Ausmaß der Schwierigkeiten an, welche Sie aufgrund Ihres Fuß/Sprunggelenks innerhalb der **letzten Woche** erfahren haben.

SP1. ... in die Hocke gingen?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

SP2. ... rannten?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

SP3. ... hüpfen?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

SP4. ... sich auf Ihrem kranken Fuß umdrehen?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

SP5. ... sich hinknieten?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

Lebensqualität				
Q1. Wie oft sind Sie sich Ihres Fuß/Sprunggelenksproblems bewusst?				
nie <input type="checkbox"/>	monatlich <input type="checkbox"/>	wöchentlich <input type="checkbox"/>	täglich <input type="checkbox"/>	immer <input type="checkbox"/>
Q2. Haben Sie Ihre Lebensweise verändert, um eventuell Ihrem Fuß/Sprunggelenk schadende Tätigkeiten zu vermeiden?				
gar nicht <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	etwas <input type="checkbox"/>	stark <input type="checkbox"/>	vollständig <input type="checkbox"/>
Q3. Wie sehr leiden Sie unter einem Mangel an Vertrauen und Zuversicht hinsichtlich Ihres Fuß/Sprunggelenks?				
gar nicht <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	etwas <input type="checkbox"/>	stark <input type="checkbox"/>	vollständig <input type="checkbox"/>
Q4. Wie würden Sie insgesamt die Schwierigkeiten bewerten die Sie durch Ihren Fuß/ Ihr Sprunggelenk haben?				
keine <input type="checkbox"/>	wenig <input type="checkbox"/>	einige <input type="checkbox"/>	große <input type="checkbox"/>	sehr große <input type="checkbox"/>

Anhang 4: SF-36⁵¹:

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Ausgezeichnet	1
Sehr gut	2
Gut	3
Weniger gut	4
Schlecht	5

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

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

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

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

TÄTIGKEITEN	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
a. anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3
b. mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
c. Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
d. mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
e. einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
f. sich beugen, knien, bücken	1	2	3
g. mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
h. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
i. eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
j. sich baden oder anziehen	1	2	3

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

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

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

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

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

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

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Überhaupt nicht	1
Etwas	2
Mäßig	3
Ziemlich	4
Sehr	5

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

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

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

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

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

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

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

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

- | | |
|----------|---|
| Immer | 1 |
| Meistens | 2 |
| Manchmal | 3 |
| Selten | 4 |
| Nie | 5 |

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

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

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

Anhang 5: Tegner-G-Score⁵²:

10	Wettkampfsport: Fußball, Ski alpin - auf internationalem oder nationalem Niveau
9	Wettkampfsport: Fußball, Ski alpin - auf regionalem Niveau, Eishockey, Unihockey, Kampfsport, Kunstturnen
8	Wettkampfsport: Squash, Badminton, Leichtathletik (Sprungdisziplinen), Snowboard
7	Wettkampfsport: Tennis, Leichtathletik (Lauf- und Wurfdisziplinen), Geräteturnen, Handball, Basketball, Orientierungslauf, Crosslauf Freizeitsport: Fußball, Eishockey, Ski alpin
6	Freizeitsport: Joggen (mind. 5 Mal pro Woche), Tennis, Badminton, Squash, Handball, Basketball, Volleyball, Orientierungslauf, Crosslauf, Snowboard, Aerobic (high impact)
5	Wettkampfsport: Radsport, Langlauf, Eiskunstlauf Freizeitsport: Turnen, Gymnastik, Inline-Skating, Klettern/Bergsteigen, Skitouren/Skischuhlaufen, Joggen (auf unebenem Untergrund mindestens 2 Mal pro Woche) Arbeit: schwere körperliche Arbeit (z.B. Bauarbeit, Waldarbeit)
4	Freizeitsport: Radfahren, Langlauf, Tanzen, Aerobic (low impact), Bergwandern (abwärts), Joggen auf ebenem Grund, mindestens 2 Mal pro Woche) Arbeit: mittelschwere körperliche Arbeit (z.B. schwere Hausarbeit)
3	Wettkampf-/Freizeitsport: Schwimmen, Wandern, Walking, Kegeln/Bowling Arbeit: leichte körperliche Arbeit Gehen: querfeldein möglich
2	Arbeit: vorwiegend sitzende Tätigkeit Gehen: auf unebenem Boden möglich
1	Arbeit: sitzende Tätigkeit Gehen: nur auf ebenem Boden möglich
0	Arbeit: wegen Knieproblemen arbeitsunfähig oder berentet Gehen: nur eingeschränkt möglich

8 LEBENS LAUF

PERSONALIEN

Name und Vorname:	Adam Julia
Geburtsdatum:	25.09.1990
Geburtsort:	Starnberg
Familienstand:	ledig
Vater:	Adam Wolfgang
Mutter:	Adam Christine

SCHULISCHER WERDEGANG

2001 – 2010	Gymnasium Geretsried
25. Juni 2010	Abitur

BERUFLICHER WERDEGANG

2010 - 2012	Ausbildung zur Rettungsassistentin am Medical Rescue College in Wolfratshausen / Kreisverband Bad Tölz-Wolfratshausen
08.08.2012	Erlangung der Berufsbezeichnung "Rettungsassistentin"

UNIVERSITÄRER WERDEGANG

WS 2012/2013	Beginn des Studiums Humanmedizin an der Universität Heidelberg
2012 - 2014	Vorklinischer Studienabschnitt
15. September 2014	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (M1)
2014 - 2017	Klinischer Studienabschnitt
12. Oktober 2017	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (M2)
Mai 2018 - Mai 2019	Praktisches Jahr

07. Juni 2019

Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (M3)

9 DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. med. Udo Obertacke danke ich für die Überlassung des Themas dieser Arbeit.

PD Dr. med. Ahmed Jawhar danke ich für die ausgezeichneten Möglichkeiten, es zu bearbeiten und für seine konstruktive und wertvolle Betreuung als Doktorvater.

Ebenso danke ich Frau Prof. Christel Weiß für die umfassende Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Herrn Dr. Ali Darwich danke ich für die Unterstützung bei der Erhebung der Patientendaten.

Ebenfalls dankbar bin ich meinem Vater Wolfgang Adam für die Durchsicht meiner Arbeit und die vielen Hinweise, die zur Vollendung derselben notwendig waren.

Meinem Bruder Sebastian Adam möchte ich für seine Unterstützung bei der Formatierung und der Erstellung der Grafiken danken.