

Diplomarbeit

**Outcome nach operativer Versorgung von
Osteochondrosis dissecans am Talus**

eingereicht von

Dominique Laura Afra Thomas

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie

unter der Anleitung von

Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Gloria Hohenberger

Dr. med. univ. Martin Ornig

Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Patrick Holweg

tit. Univ.-Prof. Dr.med.univ. Gerhard Ranner

1 Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 20.12.2023

Dominique Thomas eh.

2 Danksagungen

Mein Dank geht an Dr. Gloria Hohenberger und meine weiteren Betreuer/Ansprechpartner am Landeskrankenhaus Graz, sowie CT/MRT-Zentrum Graz Geidorf, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit hervorragend unterstützt haben. Zudem möchte ich meiner Familie, und meinen Freunden danken, die an mich glauben, mich zum Lachen bringen und auf die ich mich immer verlassen kann.

Inhaltsverzeichnis

1	Eidesstattliche Erklärung	I
2	Danksagungen	II
3	Glossar und Abkürzungen	V
4	Abbildungsverzeichnis	VI
5	Tabellenverzeichnis	VII
6	Zusammenfassung in Deutsch	VIII
7	Abstract.....	X
8	Einleitung	1
8.1	Histologischer Knorpel- und Knochenaufbau	2
8.1.1	Knorpelgewebe.....	2
8.1.2	Knochengewebe.....	3
8.2	Anatomische Grundlagen des Talus	4
8.3	Anatomische Grundlagen des oberen Sprunggelenks	5
8.4	Biomechanik des oberen Sprunggelenks	6
8.5	Osteochondrosis dissecans.....	7
8.6	Behandlungsmöglichkeiten.....	7
8.6.1	Kürettage, Pridie-Bohrung, Mikrofracturing.....	8
8.6.2	Retrograde Bohrung	8
8.6.3	Antegrade Bohrung	8
8.6.4	Türflügelplastik	9
8.6.5	Spongiosaplastik.....	9
8.6.6	Autologe osteochondrale Transplantation, Mosaikplastik	9
8.6.7	Autologe Chondrozytentransplantation.....	9
8.6.8	Freie osteochondrale Knorpel-Knochen Transplantation.....	10
8.7	Zielsetzung.....	10
9	Material und Methoden	11
9.1	Ethikvotum.....	11
9.2	Untersuchungskollektiv	11
9.3	Methoden	11
9.3.1	Radiologische Diagnostik.....	12
9.3.2	Erhebung der Anamnese und Fragebögen.....	13
9.3.3	Klinische Untersuchung, Bewegungsumfang.....	22
9.4	Operationsverfahren.....	22

9.5	Vergleich mit der aktuellen Literatur.....	23
10	Ergebnisse – Resultate mit graphischen Darstellungen.....	24
10.1	Altersverteilung.....	24
10.2	Geschlechtsverteilung	24
10.3	Lokalisation.....	24
10.4	Trauma	25
10.5	Krankenhausaufenthalt.....	25
10.6	Nachuntersuchungsintervall.....	26
10.7	Radiologische Ergebnisse	26
10.7.1	Aufteilung nach operativen Verfahren:.....	27
10.8	Berufliche Entwicklung.....	29
10.9	Sports Frequency.....	29
10.10	Short-Form-36.....	29
10.11	Schmerzzustand des betroffenen Sprunggelenks	30
10.12	Funktionelle Scores	31
10.13	Scar tenderness.....	32
10.14	Bewegungsumfang.....	33
11	Diskussion	34
11.1.1	Retrograde Bohrung	34
11.1.2	Antegrade Bohrung	35
11.1.3	Freie Transplantation.....	35
11.1.4	Chondrozytentransplantation.....	36
11.1.5	Spongiosatransplantation.....	36
11.2	Limitationen und Schlussfolgerung	37
12	Schlussfolgerung	37
13	Literaturverzeichnis	38

3 Glossar und Abkürzungen

OD	Osteochondrosis dissecans
A.	Arteria
AOFAS	American Orthopaedic Foot and Ankle Society
LEFS	Lower Extremity Functional Scale
FFI	Foot Function Index
VAS	Visual Analog Scale
NRS	Numeric Rating Scale, Numerische Rating Skala
OP	Operation

4 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1, Talus von oben, © Dominique Thomas	4
Abbildung 2, Talus von lateral, © Dominique Thomas	5
Abbildung 3, Talus von medial, © Dominique Thomas	5
Abbildung 4, Berndt und Harty Klassifikation, © Dominique Thomas.....	12
Abbildung 5, Kramer Klassifikation, © Dominique Thomas	12
Abbildung 6, Altersverteilung	24
Abbildung 7, Krankenhausaufenthaltsdauer	25
Abbildung 8, Ergebnisse Berndt/Harty Klassifikation gesamt.....	26
Abbildung 9, Ergebnisse Kramer Klassifikation gesamt	27
Abbildung 10, Änderung Berndt/Harty Klassifikation nach OP-Verfahren aufgeteilt	27
Abbildung 11, Änderung Kramer Klassifikation nach OP-Verfahren aufgeteilt	28
Abbildung 12, Ergebnisse Sport Frequency Score	29
Abbildung 13, Ergebnisse VAS.....	30
Abbildung 14, Ergebnisse funktionelle Scores.....	31
Abbildung 15, Auswertung Bewegungsumfang Plantarflexion/Dorsalextension.....	33
Abbildung 16, Auswertung Bewegungsumfang Pronation/Supination.....	33

5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1, Berndt und Harty Klassifikation.....	12
Tabelle 2, Kramer Klassifikation.....	12
Tabelle 3, Sports Frequency Score	13
Tabelle 4, Short-form-36 score.....	14
Tabelle 5, Einteilung Short-form 36 Ergebnis.....	17
Tabelle 6, AOFAS ankle-hintfoot Scale.....	18
Tabelle 7, Lower Extremity Functional Scale	20
Tabelle 8, Foot Function Index	21
Tabelle 9, Einteilung Plantarflexion/Dorsalextension.....	22
Tabelle 10, Einteilung Pronation/Supination.....	22

6 Zusammenfassung in Deutsch

Die Osteochondrosis dissecans (OD) tali ist eine seltene, chronische Erkrankung der Gelenkfläche des Sprungbeins. Der Ursprung der osteochondralen Läsionen liegt im subchondralen Knochen und geht sekundär auf den Knorpel über, wobei sich im fortgeschrittenen Krankheitsstadium freie Gelenkskörper bilden können. Die detaillierte Pathogenese ist bisher ungeklärt, die klinische Präsentation ist variabel. Je nach Ausprägung des Krankheitsbildes stehen verschiedene Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung. Bei intakter Knorpeloberfläche können konservative Methoden inklusive Ruhigstellung und Entlastung kurativ sein, wobei dies bei Erwachsenen meist nicht zielführend ist. Nach gescheitertem konservativem Versuch und bei fortgeschrittenen Läsionen kommen verschieden operative Techniken, wie z.B. die antegrade/retrograde Bohrung, verschiedene Knorpelersatzverfahren und Knorpel-Knochentransplantationen, zum Einsatz.

Im Rahmen dieser retrospektiven Studie wurden die Behandlungsergebnisse nach operativer Versorgung von Betroffenen bezüglich OD tali im Zeitraum vom 01.01.2005 bis 31.12.2019 am Landeskrankenhaus Graz evaluiert.

Hierfür wurden alle aufgrund einer OD tali im genannten Zeitraum operierten Personen telefonisch kontaktiert. Von den 45 Betroffenen konnten 17 (12 männlich, 5 weiblich: Altersspanne 21 bis 66 Jahre) in die Studie eingeschlossen werden. Die übrigen 18 Personen waren entweder nicht erreichbar, lehnten eine Teilnahme ab, oder schieden im Verlauf aus unterschiedlichen Gründen aus der Studie aus.

Für das radiologische Outcome wurden aktuelle Röntgen- und Magnetresonanztomographie-Aufnahmen angefertigt, nach der Berndt/Harty-, bzw. Kramer-Klassifikation evaluiert und mit den präoperativen Aufnahmen verglichen. Das klinische und funktionelle Outcome wurde mittels Anamnese, Sports Frequency Score, Short-Form 36-Fragebogen, Visual Analog Scale (VAS), AOFAS Ankle-Hindfoot Scale, Lower Extremity Functional Scale (LEFS) und Foot Function Index (FFI) erhoben.

Die radiologischen Untersuchungen zeigten eine signifikante Verbesserung um durchschnittlich 1,3 Stadien nach der Berndt/Harty Klassifikation und um 2,4 Stadien nach der Kramer Klassifikation.

Der Großteil der Untersuchten (82 %) war postoperativ sowohl beruflich als auch regelmäßig sportlich aktiv, 65 % erreichten ein gutes oder sehr gutes Ergebnis (> 80 %) im Short-Form 36 Fragebogen und somit ein gutes funktionelles Outcome bezüglich der Aktivitäten des täglichen Lebens.

In Bezug auf die Sprunggelenksfunktion erreichten die Teilnehmenden im Durchschnitt 79 % der maximalen Punktzahl der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale, 81 % der LEFS und umgerechnet eine Funktionalität von 84 % bezüglich des FFI. Der Bewegungsumfang war bei in etwa 83 % der Untersuchten zufriedenstellend. Die Schmerzintensität anhand der VAS lag durchschnittlich bei 2,8.

Nach Aufteilung anhand der Operationsverfahren zeigten sich lediglich in der Gruppe, bei der eine Chondrozytentransplantation durchgeführt worden war, schlechtere funktionelle Resultate als in der aktuellen Literatur beschrieben. Die geringe Stichprobengröße ermöglicht es allerdings nicht, Rückschlüsse auf die Gesamtheit zu ziehen.

Im Vergleich mit der aktuellen Literatur zeigte sich beim Großteil der an der Studie teilnehmenden Personen ein gutes klinisch-radiologisches Outcome.

7 Abstract

Osteochondrosis dissecans (OD) of the talus is a rare, chronic disease of the articular surface of the talus. The origin of the osteochondral lesions lies in the subchondral bone and secondarily affects the cartilage, with potential formation of loose bodies in advanced stages of the disease. The detailed pathogenesis is yet unclear, and the clinical presentation is variable. Depending on the extent of the disease, various treatment options are available. Conservative methods involving immobilization and relief can be curative if the cartilage surface is intact, although these are often unsuccessful in adults. Following failed conservative attempts and in the case of advanced lesions, various surgical techniques such as antegrade/retrograde drilling, various cartilage replacement procedures, and cartilage-bone transplants are the methods of choice.

In this retrospective study, the results following surgical treatment of an OD of the talus in the period between 01.01.2005 and 31.12.2019 at the Department of Orthopedics and Trauma Graz were evaluated. For this purpose, all individuals undergoing surgery due to an OD of the talus in the mentioned period were contacted by phone. Of the 45 affected individuals, 17 (12 males, 5 females; age span between 21 and 66 years) were included in the study. The remaining 18 individuals were either unreachable, declined participation, or were lost to follow-up for various reasons.

Concerning the radiological outcome, X-ray and MRI scans were performed, evaluated according to the Berndt/Harty or Kramer classification, and compared with the preoperative images. The clinical and functional outcome was assessed using anamnesis, Sports Frequency Score, Short-Form 36 questionnaire, Visual Analog Scale (VAS), AOFAS Ankle-Hindfoot Scale, Lower Extremity Functional Scale (LEFS), and Foot Function Index (FFI).

The radiological examinations showed a significant improvement of on average 1.3 stages according to the Berndt/Harty classification and 2.4 stages according to the Kramer classification. Postoperatively, most of the subjects (82 %) could work and participate regularly in physical activity, 65 % achieved a good or very good result (> 80 %) in the Short-Form 36 questionnaire, therefore showing a good functional outcome regarding activities of daily living.

In terms of ankle function, the participants reached on average 79 % of the possible points according to the AOFAS Ankle-Hindfoot Scale, 81 % according to the LEFS, and a calculated functionality of 84 % according to the FFI. The range of motion was satisfactory in about 83 % of the subjects. The average pain intensity according to the VAS was 2.8.

Regarding differences between the surgical procedures, only the group that had undergone chondrocyte transplantation showed poorer functional results than described in the current literature. However, because of the small sample size, no valid general conclusions may be drawn.

To sum up, most of the patients treated for OD tali at the Department of Orthopedics and Trauma Graz showed a satisfactory clinical and radiological outcome.

8 Einleitung

Die Osteochondrosis dissecans (OD) des Talus ist eine seltene Erkrankung mit einer Inzidenz zwischen 2,1/100.000 bei Erwachsenen und 6,8/100.000 in der Adoleszenz. (1,2) Es handelt sich hierbei um eine chronische Beeinträchtigung der Gelenkfläche, bei der sich freie Gelenkkörper bilden können. Der Ursprung der Läsionen liegt im subchondralen Knochen und geht im Verlauf auf den Knorpel über. Die genauen Ursachen sind bisher unklar. Diskutiert werden Traumata, Durchblutungsstörungen, Infektionen und genetische Komponenten. Die klinischen Symptome sind variabel, meist beschreiben die Betroffenen diffuse Schmerzen im Sprunggelenk, teilweise von Schwellung oder Gelenkblockaden begleitet. Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen geben einen guten Überblick über die Läsion. Zur detaillierteren Darstellung ist jedoch die Magnetresonanztomographie (MRT) die Diagnostik der Wahl. Auf Grundlage von bildgebenden und arthroskopischen Verfahren, stehen verschiedene Klassifikationen zur Einteilung der Läsionen zur Verfügung. (3,4)

Es werden konservative und operative Therapieansätze beschrieben. Die konservative Therapie kann bei intakter Knorpeloberfläche in Betracht gezogen werden. Diese vorwiegend bei Kindern und Jugendlichen erfolgversprechende Therapie umfasst die Immobilisation des betroffenen Gelenks und die Belastungsreduktion. Bei Beschwerdepersistenz kommen operative Verfahren zum Einsatz. Je nach Krankheitsstadium stehen verschiedene Operationstechniken zur Verfügung. Bei intakter Knorpeloberfläche ist die retrograde Anbohrung zu favorisieren. Ansonsten kann die Knorpelregeneration mittels verschiedener Bohrtechniken, z.B. antegrader Bohrung, Pridie-Bohrung oder Mikrofrakturierung angeregt werden. Weiterführend können Verfahren zum Knorpelersatz angewandt werden. In fortgeschrittenen Stadien steht die autologe oder allogene Knorpel-Knochen transplantation, je nach Größe des Transplantats mit oder ohne mikrovaskulärem Anschluss, zur Verfügung. (3,5,6)

Für das Verständnis der OD tali sollen im Folgenden die histologischen Grundlagen des Gelenkknorpels sowie Knochengewebes, die anatomischen Grundlagen des Talus, sowie die Grundlagen der Physiologie und Biomechanik des oberen Sprunggelenks dargestellt werden.

8.1 Histologischer Knorpel- und Knochenaufbau

8.1.1 Knorpelgewebe

Da die Osteochondrosis dissecans vorwiegend eine Krankheit der Knorpel-Knochen Verbindung ist, werden anschließend die histologischen Grundlagen des Gelenkknorpels, Knochens und besonders ihrer Verbindung erläutert.

Gelenkknorpel ist in der Mehrzahl der Fälle hyaliner Knorpel und gehört zum Stützgewebe. Er ist fest und bedingt elastisch. Somit verformt er sich durch Druck und kehrt nach Entlastung wieder in seine ursprüngliche Form zurück. Durch die Elastizität kann bei Belastung die Kraft gleichmäßig auf die Flächen verteilt werden und der Gelenkknorpel als Stoßdämpfer für den darunter liegenden Knochen fungieren.

Knorpelgewebe besteht aus den Knorpelzellen (Chondrozyten) und der Extrazellulärmatrix, deren wichtigste Bestandteile Proteoglykane und Kollagenfibrillen sind.

Beim hyalinen Gelenkknorpel bestehen die Kollagenfibrillen aus unterschiedlichen Kollagentypen. Den größten Anteil bildet das Kollagen Typ II. Die Fibrillen haben eine Dicke von ca. 50 -100 nm und sind mit den Proteoglykanen vernetzt. Bei den Proteoglykanen handelt es sich vorwiegend um Aggrecan, dessen Moleküle stark Wasser binden. Zusammen mit der Hyaluronsäure der Gelenkflüssigkeit (Synovia) und den gleichmäßig in der Matrix verteilten Kollagenfibrillen ermöglichen sie die elastische Funktion des Gelenkknorpels.

In einer wässrigen Lösung würden sich die Proteoglykane und Hyaluronsäure auf die 5-fache Größe ausdehnen, durch die Anordnung der Kollagenfibrillen werden sie allerdings in ihrer Ausdehnung begrenzt und besitzen eine Grundspannung, die mit einer Sprungfeder vergleichbar ist. Durch den Druck bei Belastung wird das gebundene Wasser nach außen gedrückt, die rückwirkenden Kräfte werden größer und bei Entlastung geht der Knorpel wieder in seine ursprüngliche Form zurück, wobei das Wasser wieder aufgenommen wird.

Diese „Bewegung“ des Wassers ist zudem relevant für die Ernährung der Chondrozyten.

Da das Knorpelgewebe bei Erwachsenen gefäßfrei ist, wird der Gelenkknorpel über Diffusion der in der Synovia gelösten Stoffe durch die Extrazellulärmatrix versorgt.

Die Kollagenfibrillen sind an der Basis, in der Zone des mineralisierten Knorpels, verankert. Hier enthält die Extrazellulärmatrix Hydroxyapatit-Kristalle und der Knorpel ist mit dem darunter liegenden Knochen verzahnt. (7)

8.1.2 Knochengewebe

Knochengewebe setzt sich aus den Zelltypen Osteoblasten, Osteozyten, Osteoklasten, und mineralisierter Extrazellulärmatrix zusammen. Diese besteht hauptsächlich aus Kollagenfibrillen, wie der Knorpel, und Hydroxylapatit-Kristallen, die dem Knochen seine Stabilität geben. Knochen bestehen außen aus der homogen erscheinenden Kompakta und innen aus Spongiosa. Die Spongiosa ist ein Gitternetzwerk aus Bälkchen (Trabekeln) und dünnen Platten, dazwischen befindet sich das Knochenmark. Ihre Architektur ist so konstruiert, dass die Trabekel nur auf Druck oder Zug belastet werden, weshalb ein ständiger Umbauprozess stattfinden muss. Dieser erfolgt durch Osteoklasten, welche die Knochenmatrix ab-, und Osteoblasten, die sie wieder aufbauen. Als Osteozyten, welche sich aus den Osteoblasten entwickeln, bezeichnet man Zellen, die vollständig von mineralisierter Knochenmatrix umgeben sind. Sie bilden eine Art Grundstruktur im Knochen.

Alle inneren Knochenoberflächen werden von Endost bedeckt. Es besteht aus einer Schicht nicht-mineralisierter Kollagenfibrillen und einer Lage von Zellen (mesenchymale Stammzellen, Osteoprogenitorzellen, Osteoblasten, Osteoklasten). Bei Bedarf können diese Zellen aktiviert werden und den Knochen an der entsprechenden Stelle umbauen.

Zum größten Teil werden die äußeren Oberflächen von Periost bedeckt. Dieses gliedert sich in das außen liegende Stratum fibrosum aus straffem Bindegewebe und in das innen liegende Stratum osteogenicum, welches den gleichen Aufbau und die Eigenschaften wie das Endost besitzt. Auch das Dickenwachstum des Knochens geht von hier aus.

Der Knochen wird durch Arteriae nutriticae versorgt. Diese gelangen durch kleine Öffnungen in den Markraum, von wo aus die Spongiosa direkt versorgt wird. Außerdem wenden sich Gefäßäste zentrifugal zurück zur Kortikalis, bilden eine Verbindung zum Gefäßplexus des Periosts und speisen die Mikrogefäße der Kompakta, welche als Havers-Gefäße bezeichnet werden. Sie liegen in den Havers-Kanälen, die mit den Querverbindungen (Volkmann-Kanäle) ein gefäßführendes Kanalsystem bilden, das die Kompakta versorgt. (7)

8.2 Anatomische Grundlagen des Talus

Die gesamte Last des Körpers wird über den Talus auf den Fuß übertragen. Anatomisch teilt man den Talus in das Caput und das Corpus tali, die durch das Collum tali abgegrenzt werden, ein. Das Collum tali besitzt keine Gelenkflächen, sondern mehrere kleine Gefäßkanälchen und Rauigkeiten.

Am Corpus tali befindet sich die Trochlea tali und dahinter der Processus posterior, der sich aus einem Tuberculum laterale und einem Tuberculum mediale zusammensetzt. Neben dem Tuberculum mediale befindet sich der Sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi. Die Oberfläche der Trochlea tali bezeichnet man als Facies superior. Sie setzt sich nach lateral in die Facies malleolaris lateralis und nach medial in die Facies malleolaris medialis fort. Diese drei Flächen bilden mit der Malleolengabel der Tibia und Fibula das obere Sprunggelenk.

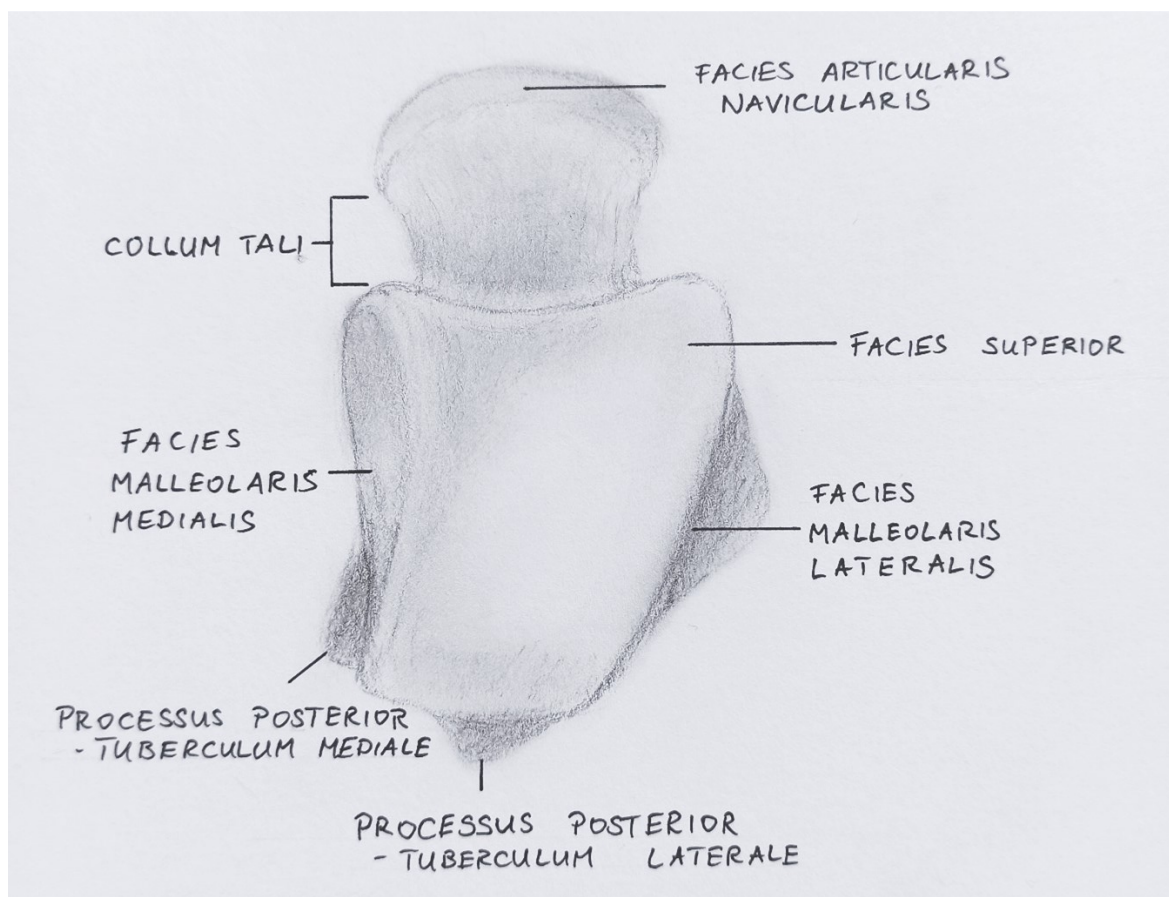


Abbildung 1, Talus von oben, © Dominique Thomas

Über die *Facies articularis navicularis* am *Caput tali* ist der Talus gelenkig mit dem Os naviculare verbunden. An der Unterfläche des *Caput tali* befindet sich die *Facies articularis calcanea anterior*, an die sich nach hinten die *Facies articularis calcanea media* und nach dem *Sulcus tali* die große *Facies articularis calcanea posterior* im Bereich des *Corpus tali* anschließen. Für eine graphische Darstellung siehe Abbildungen 1-3.

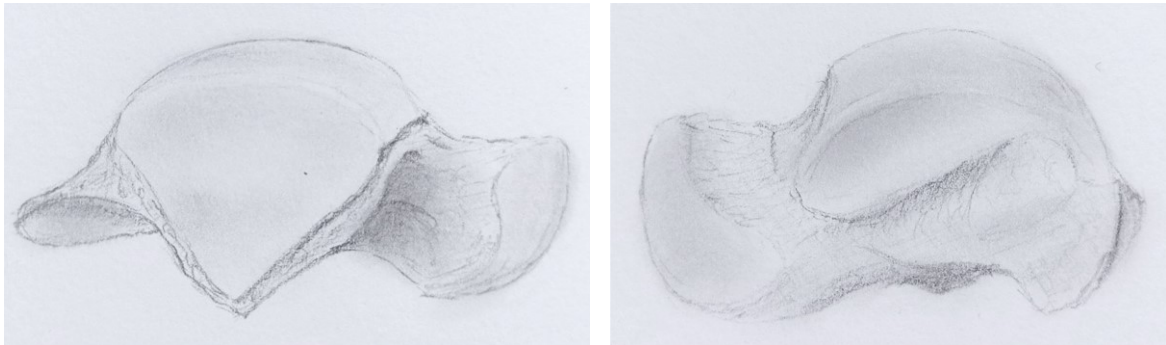


Abbildung 3, Talus von lateral, © Dominique Thomas Abbildung 3, Talus von medial, © Dominique Thomas

Im unteren Sprunggelenk bildet der *Sulcus tali* mit dem zwischen *Facies articularis calcanea media* und *posterior* liegende *Sulcus calcanei* den *Sinus tarsi*. (1)

Die arterielle Versorgung des Talus setzt sich aus der *A. tibialis posterior*, der *A. tibialis anterior* und der *A. fibularis* zusammen. Diese drei Arterien bilden sowohl oberflächlich als auch in der Knochenstruktur des Talus ein Geflecht von Anastomosen. (8)

Die *Facies superior* wird vor allem durch die Anastomosen im *Sinus tarsi* und *Sulcus tali* versorgt. Die deltoidalen Äste entspringen nach Gelberman und Mortensen meist aus der tarsalen Arterienverbindung. (9)

8.3 Anatomische Grundlagen des oberen Sprunggelenks

Man unterscheidet bei den Sprunggelenken ein oberes (*Articulatio talocruralis*) von den unteren Sprunggelenken (*Articulationes subtalaris* und *talocalcaneonavicularis*).

Die *Facies superior* mit den angrenzenden *Facies malleolaris medialis* und *lateralis* der *Trochlea tali* bilden zusammen mit den Gelenkflächen der Malleolengabel das obere Sprunggelenk.

Die Malleolengabel aus *Tibia* und *Fibula* bildet die Klammer für die Talusrolle, wobei die Gelenkfläche der *Fibula* etwas tiefer steht als jene der *Tibia*. Zusammengehalten werden die beiden Knochen hier durch die *Ligamenta tibiofibulare anterius* und *posterius*.

Das medial liegende *Ligamentum collaterale mediale* ist das größte Band des oberen Sprunggelenks. Es setzt sich aus der *Pars tibionavicularis*, *tibiocalcanea*, *tibiotalaris anterior* und *tibiotalaris posterior* zusammen und wird auch *Ligamentum deltoideum* genannt.

Ligamentum talofibulare anterius, talofibulare posterius und calcaneofibulare bilden zusammen das Ligamentum collaterale laterale.

Die Gelenkkapsel setzt an der Gelenkfläche, am Rand der Knorpel-Knochengrenze an und bildet sowohl anterior als auch posterior synoviale Falten.

Mögliche Bewegungen sind eine Plantarflexion und eine Dorsalextension um eine schräg verlaufende Achse durch die Talusrolle, entsprechend einem Scharniergelenk. (10)

8.4 Biomechanik des oberen Sprunggelenks

Die Biomechanik des oberen Sprunggelenks ist besonders wichtig für das Verständnis der Verteilung von osteochondralen Läsionen, da die mechanische Belastung wahrscheinlich einen starken Einfluss auf die Entstehung dieser Läsionen hat. (3)

Das obere Sprunggelenk ist ein vorwiegend knöchern geführtes Gelenk zwischen der Talusrolle und der Malleolengabel.

Aufgrund unterschiedlicher Krümmungen entlang der Talusrolle gibt es keine einfache Achse, um die sich die Bewegungen im oberen Sprunggelenk drehen. Für die klinische Betrachtung kann eine funktionelle, annähernde Achse durch die Spitzen des Malleus medialis und lateralis gezogen werden. Durch die trapezförmige Facies superior des Talus erklärt sich ein zunehmendes Seitenspiel des Talus in der Malleolengabel bei Plantarflexion im Vergleich zur Dorsalextension. Der mediale und laterale Bandapparat fungiert in Plantarflexion als sekundärer Stabilisator und unterstützt die Gelenkführung.

Aufgrund der Konfiguration der Talusrolle wird die Kontakt- und damit die Kraftübertragungsfläche in Plantarflexion kleiner, wodurch in Zehenspitzenstellung mehr Druck auf die Gelenkfläche und somit auch auf den Gelenkknorpel entsteht.

Die höchste Belastung wirkt hier auf die lateralen und dorsalen Anteile der Talusrolle.

Obwohl das obere Sprunggelenk vorwiegend knöchern geführt ist, zeigen sich nach mehrfachen Supinationstraumata mit verbundener lateraler Bandinsuffizienz vermehrte Knorpelschäden. Hier sind besonders die anterolateralen Bezirke der Talusrolle betroffen. (11) Der tibiale Knorpel ist steifer und robuster als jener des Talus, wobei die mediale und laterale Kante der Talusrolle den geringsten Steifigkeitsgrad aufweisen. Am häufigsten finden sich symptomatische Läsionen an diesen Stellen, was für einen mechanischen Einfluss in der Genese spricht. (3)

8.5 Osteochondrosis dissecans

Unter der Osteochondrosis dissecans versteht man eine chronische Erkrankung der Gelenksfläche, bei der sich im Verlauf freie Gelenkkörper bilden können. In Europa tritt diese Erkrankung am häufigsten im Kniegelenk, gefolgt vom Sprunggelenk, auf.

Der Ursprung der Läsionen liegt im subchondralen Knochen. Sekundär kann der Gelenkknorpel mitbetroffen sein und ein freier Gelenkkörper entstehen. Die detaillierten Ursachen sind bisher ungeklärt, wobei Infektionen, genetische Variablen, Störungen in der Gefäßversorgung und Traumata diskutiert werden.

Anhand der Entwicklung der Läsionen können 4 Stadien unterschieden werden:

- Im Stadium I beginnt die Läsion im subchondralen Knochen mit einer Osteopenie, oder Osteonekrose, eventuell in Kombination mit einem intraossären Ödem.
- Durch die Erweichung des Knochen und des angrenzenden Knorpels verändern sich die mechanischen Eigenschaften und es kommt zur Umgebungsreaktion, die im Stadium II als Sklerose im Röntgen sichtbar wird. Der Knorpel ist hier noch intakt.
- Das Stadium III ist durch zunehmende Instabilität gekennzeichnet. Durch weiter bestehende Belastungen kann es zu zunehmenden Schäden mit teilweiser Ablösung der Defektzone vom angrenzenden subchondralen Knochen und Einrissen in den Knorpel kommen.
- Bei einer vollständigen Ablösung ist das Stadium IV erreicht, bei dem sich freie Gelenkkörper bilden können. (3)

8.6 Behandlungsmöglichkeiten

Nach Diagnosestellung erfolgt abhängig vom Stadium meist der Versuch einer konservativen Behandlung. Hierfür wird das Gelenk temporär entlastet und mit Physiotherapie, sowie auch hyperbarer Sauerstofftherapie gearbeitet. Die konservative Behandlung zeigt allerdings fast ausschließlich in der Adoleszenz eine zufriedenstellende Besserung. (5) Da es sich bei den an dieser Studie Teilnehmenden ausschließlich um Erwachsene nach operativer Versorgung handelt, werden im Folgenden einige der gängigen operativen Therapiemöglichkeiten detaillierter erläutert.

Man unterscheidet im Allgemeinen arthroskopische und offene Zugangswege. Für kleinere Defekte kann die weniger invasive arthroskopische Operationstechnik verwendet werden. Wenn größere Läsionen nicht mehr arthroskopisch adressiert werden können, wird der offene Zugangsweg gewählt. (6)

8.6.1 Kürettage, Pridie-Bohrung, Mikrofracturing

Hierbei werden oberflächliche Osteonekrosen, Sequester und eventuell vorhandene freie Gelenkkörper entfernt. Der anschließend frei liegende Knochen in der Defektzone wird kürettiert, bis eine leichte Blutung sichtbar ist.

Bei ausgedehnter Sklerose kann die Pridie-Bohrung verwendet werden. Hierbei wird mit einem kleinen Bohrer, oder Kirschner-Drähten bis in die Spongiosa des Knochen gebohrt, um die Regeneration zu begünstigen. (6)

Das Microfracturing hat einen ähnlichen Effekt. Durch mehrfache Perforation des subchondralen Knochens sollen hierbei vermehrt Knochenmarksanteile aus dem angrenzenden Markraum im spongiösen Knochen in die Defektstelle eintreten und eine Grundlage für die Bildung von Ersatzknorpel schaffen. (12)

8.6.2 Retrograde Bohrung

Bei intakter Knorpeloberfläche kann über den Sinus tarsi am Übergang zwischen Collum und Corpus tali durch den Knochen bis in die osteochondrale Läsion gebohrt werden. Die subchondrale Platte und der darüberliegende Knorpel bleiben dabei intakt. Nach Kürettage der Läsion über das Bohrloch kann die Auffüllung mit einem Knochentransplantat erfolgen. (13)

8.6.3 Antegrade Bohrung

Wenn die osteochondrale Läsion aufgrund ihrer Lokalisation schwer zu erreichen ist, kann der Defekt antegrad angebohrt werden. (14) Es wird durch den Malleus medialis und anschließend mehrfach durch die Knorpeloberfläche gebohrt, bis eine ausreichende Blutung oder der Austritt von Fetttropfchen aus dem Knochenmark beobachtet wird. (15)

Durch die Anbohrung soll die Durchblutung und die Regeneration des subchondralen Knochens angeregt werden. (6)

8.6.4 Türflügelplastik

Bei OD tali mit subchondral gelegenen zystischen Umbauarealen kommt die Türflügelplastik zur operativen Behandlung in Frage. Hierfür muss der Knorpel weitestgehend intakt sein und darf nur teilweise abgelöst sein. Dadurch kann das Fragment türflügelartig an der abgelösten Stelle angehoben, die Sklerosezone darunter aufgefrischt und mit Spongiosa aufgefüllt werden. Die Spongiosa wird, je nach Defektgröße aus der distalen Tibia oder dem Beckenkamm entnommen. Anschließend wird die Knorpeloberfläche zurückgeklappt, befestigt und abgedichtet, oder gegebenenfalls auch ersetzt, um die Kontur wiederherzustellen.(5)

8.6.5 Spongiosaplastik

Ähnlich der Türflügelplastik ist die Spongiosaplastik. Hierbei wird die osteochondrale Läsion exzidiert und kürettiert, anschließend wird der Defekt mit autologer Spongiosa aufgefüllt. (16)

8.6.6 Autologe osteochondrale Transplantation, Mosaikplastik

Bei der autologen osteochondralen Transplantation werden, je nach Defektgröße, ein oder mehrere Knorpel-Knochen Zylinder außerhalb der Belastungszone des Femurkondyls, oder Talus entnommen und an die Stelle des osteochondralen Defekts transplantiert, nachdem die Defektstelle exzidiert wurde. Falls mehrere Zylinder verwendet werden, ergibt sich nach Transplantation das Bild eines Mosaik. (7,17) Wichtig ist hierbei die verschiedenen Krümmungsradien zu beachten, um eine durchgängige, kongruente Gelenkfläche zu rekonstruieren. (6)

8.6.7 Autologe Chondrozytentransplantation

Für die autologe Chondrozytentransplantation werden bei einem primären Eingriff kleine Knorpelstücke aus unbelasteten Gelenkstellen entnommen, die Chondrozyten extrahiert und im Labor vermehrt. Es erfolgt in einer zweiten Operation die Kürettage der osteochondralen Läsion, anschließend werden die Chondrozyten in den Defekt eingebracht und mit einem Periost-Patch fixiert. (18) Im ähnlichen Verfahren der matrixinduzierten autologen Chondrozytentransplantation werden die Chondrozyten auf einer Matrix aus Kollagen, Alginat oder Hyaluron kultiviert und zusammen mit dem Medium in den Defekt eingebettet. (6)

8.6.8 Freie osteochondrale Knorpel-Knochen Transplantation

Der osteochondrale Defekt wird debridiert und genau ausgemessen, um die notwendige Größe eines Transplantats zu ermitteln. Das Knorpel-Knochen Stück mit dazugehörigen Gefäßen wird vom medialen Femurkondyl gewonnen, da hier die Kontur am besten geeignet ist um die Gelenkfläche am Talus wiederherzustellen. Das Transplantat wird genau in den Defekt eingebracht, so dass das Periost mit dem angrenzenden Knorpel eine durchgängige Fläche bildet. Bei Instabilität wird das Transplantat mit Schrauben fixiert. Anschließend erfolgt der Anschluss an die tibialen Gefäße. (19)

8.7 Zielsetzung

Ziel der Studie war es das Outcome der Betroffenen, welche in einem Zeitraum von 15 Jahren an der Abteilung für Orthopädie und Traumatologie der Universitätsklinik Graz aufgrund einer OD tali operativ versorgt worden sind, zu evaluieren und in weiterer Folge mit den Ergebnissen der aktuellen Literatur zu vergleichen.

9 Material und Methoden

9.1 Ethikvotum

Um sicherzustellen, dass im Rahmen dieser Studie die ethischen Richtlinien eingehalten werden, wurde ein Ethikvotum eingeholt und die Studie durch die Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz genehmigt (EK-Nummer: 32-371 ex 19/20).

Die Teilnahme an der Studie erfolgte freiwillig. Die Teilnehmenden wurden sowohl mündlich als auch schriftlich über Zweck und Ablauf der Studie, die Verwendung der erhobenen Daten sowie ihre Rechte und Privatsphäre informiert. Die Einwilligung erfolgte schriftlich. Es wurde sichergestellt, dass alle personenbezogenen Daten vertraulich behandelt und anonymisiert werden.

9.2 Untersuchungskollektiv

Alle Personen, die sich im Zeitraum vom 01.01.2005 bis 31.12.2019 aufgrund einer OD tali an der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie der Universitätsklinik Graz einem operativen Eingriff unterzogen hatten, wurden in die Studie eingeschlossen und telefonisch kontaktiert. Von den 45 Betroffenen waren 14 (31 %) auch nach mehrfachem Versuch der telefonischen Kontaktaufnahme nicht erreichbar. Weitere neun (20 %) Personen lehnten eine Teilnahme an der Studie ab. Fünf Personen (11 %) schieden im weiteren Verlauf aus unterschiedlichen Gründen nachträglich aus der Studie aus. Somit konnten 17 Betroffene (38 %) in die Studie eingeschlossen werden.

Die Informationen zu Alter, Geschlecht, betroffener Seite, detaillierter Lokalisation am Talus, vorherigem/n Trauma/Traumata, Dauer des Krankenhausaufenthalts, Operationsdatum und -methode wurden aus dem Krankenhausinformationssystem extrahiert und ausgewertet. Außerdem wurde bei den Teilnehmenden eine aktuelle Magnetresonanztomographie (MRT) des betroffenen Sprunggelenks gemacht und sie wurden persönlich an der Universitätsklinik Graz klinisch und radiologisch nachuntersucht.

9.3 Methoden

Die Untersuchung der an der Studie Teilnehmenden gliederte sich in drei Teile:

1. Radiologische Diagnostik
2. Erhebung der Fragebögen und klinische Anamnese
3. Klinische Untersuchung und Evaluierung des Bewegungsumfangs

9.3.1 Radiologische Diagnostik

Für die radiologische Beurteilung wurde das Sprunggelenk mittels MRT, sowie Röntgenbildern in zwei Ebenen dargestellt und die Aufnahmen mit den präoperativ angefertigten Bildgebung verglichen. Die Röntgenbilder wurden durch eine Fachärztin für Unfallchirurgie und Traumatologie nach der Berndt/Harty Klassifikation (siehe Abbildung 4 & Tabelle 1) eingeteilt und die MRT durch einen Facharzt für Radiologie mittels Kramer Klassifikation (Abbildung 5 & Tabelle 2).

Berndt/Harty Klassifikation: (20)

Tabelle 1, Berndt und Harty Klassifikation

Stadium I	subchondrale Kompression
Stadium IIa	partielle chondrale Ablösung
Stadium IIb	subchondrale Zyste
Stadium III	vollständige Ablösung des Fragments ohne Dislokation
Stadium IV	vollständige Ablösung des Fragments mit Dislokation (Gelenksmaus)

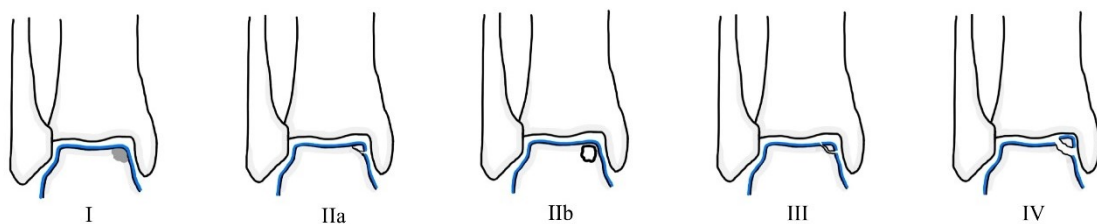


Abbildung 4, Berndt und Harty Klassifikation, © Dominique Thomas

Kramer Klassifikation: (21)

Tabelle 2, Kramer Klassifikation

Stadium I	subchondrale Hypointensität
Stadium II	Demarkierung
Stadium III	Knorpeldefekt, partielle Separation, Zysten
Stadium IV	Knorpeldefekt, komplette Separation, Zysten
Stadium V	freier Gelenkskörper

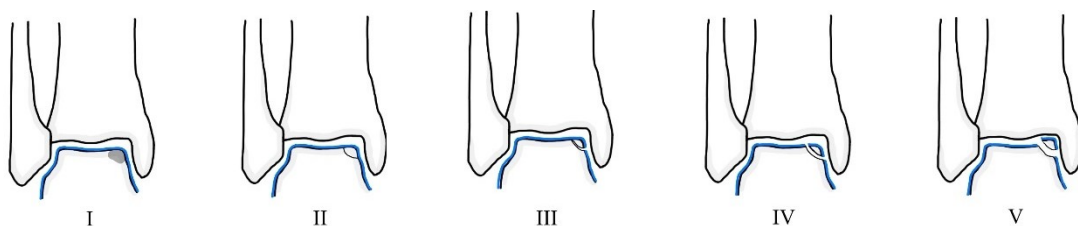


Abbildung 5, Kramer Klassifikation, © Dominique Thomas

9.3.2 Erhebung der Anamnese und Fragebögen

Da die radiologischen Beurteilungen nur die objektiv sichtbaren Veränderungen beschreiben können, wurde eine detaillierte Anamnese durchgeführt und unterschiedliche Fragebögen verwendet, um das klinisch relevantere, subjektive Outcome der Erkrankten besser beurteilen zu können.

Zur Einschätzung der allgemeinen Befindlichkeit wurde der Fragebogen Short-Form 36 herangezogen. Um zudem einen objektiven Blick auf die Leistungsfähigkeit zu erhalten, wurde die Regelmäßigkeit sportlicher Aktivitäten mittels Sports Frequency Score quantifiziert und die Personen wurden zu postoperativen Veränderungen im Berufsleben befragt.

Anschließend wurde die Schmerzintensität des operierten Sprunggelenks anhand der Visual Analog Scale (VAS) beurteilt und die postoperative Funktionalität mit der American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Ankle-Hindfoot Scale, der Lower Extremity Functional Scale (LEFS) und dem Foot Function Index (FFI) beurteilt. Die Scores werden in den Unterpunkten 11.2.2.2 bis 11.2.2.7 erläutert.

9.3.2.1 Berufliche Entwicklung

Die Personen wurden zu postoperativen beruflichen Veränderungen befragt und die Antworten in „Besserung“, „Verslechterung“, „keine Veränderung“ im Vergleich zum präoperativen Zustand und „Anpassung an die neuen Umstände“ durch z.B. interne Bewerbung oder Umschulung eingeteilt.

9.3.2.2 Sports Frequency Score

Hiermit wurde die durchschnittliche Häufigkeit von sportlichen Aktivitäten in einer Woche auf einer Skala von 0 bis 4 dargestellt, wobei null keinen und vier professionell betriebenen Sport bedeutet. (22)

Tabelle 3, Sports Frequency Score

Score	Definition
0 (keiner)	Keine sportlichen Aktivitäten
1 (moderat)	Moderate sportliche Aktivität, Freizeitsport <1h/Woche
2 (normal)	Normale sportliche Aktivität, Freizeitsport 1-5h/Woche
3 (hoch)	Hohe sportliche Aktivität, Freizeitsport, >5h/Woche
4 (elite)	Professionelle sportliche Aktivität, Leistungssport betreibende Person

9.3.2.3 Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand (SF 36)

Mit dem Short-Form 36 Fragebogen wird der allgemeine Gesundheitszustand quantifiziert, wobei sowohl die psychische als auch die somatische Wahrnehmung einbezogen werden. Zur Gewichtung der einzelnen Bewertungspunkte wurde ein Notenschlüssel verwendet, wobei jede Frage eine gewichtete Punktzahl zwischen null und hundert erhielt. Im Fragebogen werden acht Kategorien unterschieden:

- Körperliche Funktion
- Physische Funktionseinschränkungen
- Mentale Beeinträchtigung
- Energie/Fatigue
- Emotionale Gesundheit
- Sozialfunktion
- Schmerz
- Allgemeiner Gesundheitszustand

Die Gesamtpunktzahl der einzelnen Kategorien wurde in Prozent der maximal erreichbaren Punkte angegeben. (23)

Zur besseren Vergleichbarkeit wurde der Mittelwert der Ergebnisse aus den acht Kategorien verwendet.

Tabelle 4, Short-Form-36 score

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen bezeichnen?	1. Ausgezeichnet 2. Sehr gut 3. Gut 4. Weniger gut 5. Schlecht
2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?	1. Derzeit viel besser als vor einem Jahr 2. Derzeit etwas besser als vor einem Jahr 3. Etwa so wie vor einem Jahr 4. Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr 5. Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr

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?

Tätigkeiten	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
3. anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3
4. mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
5. Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
6. mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
7. einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
8. sich beugen, knien, bücken	1	2	3
9. mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
10. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
11. eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
12. sich baden oder anziehen	1	2	3
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?			
13. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein		Ja	Nein
14. Ich habe weniger geschafft als ich wollte		Ja	Nein
15. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun		Ja	Nein
16. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen)		Ja	Nein

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)?						
17. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	Ja		Nein			
18. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	Ja		Nein			
19. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	Ja		Nein			
20. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Befreundeten, Nachbarn und Nachbarinnen oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?	1. Überhaupt nicht 2. Etwas 3. Mäßig 4. Ziemlich 5. Sehr					
21. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?	1. Ich hatte keine Schmerzen 2. Sehr leicht 3. Leicht 4. Mäßig 5. Stark 6. Sehr stark					
22. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagsaktivitäten zu Hause und im Beruf behindert?	1. Überhaupt nicht 2. Etwas 3. Mäßig 4. Ziemlich 5. Sehr					
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...						
	immer	meistens	ziemlich oft	manchmal	selten	nie
23. ...voller Schwung	1	2	3	4	5	6
24. ...sehr nervös	1	2	3	4	5	6
25. ...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	1	2	3	4	5	6
26. ...ruhig und gelassen	1	2	3	4	5	6

	immer	meistens	ziemlich oft	manchmal	selten	nie
27. ...voller Energie?	1	2	3	4	5	6
28. ...entmutigt und traurig	1	2	3	4	5	6
29. ...erschöpft	1	2	3	4	5	6
30. ... glücklich	1	2	3	4	5	6
31. ...müde	1	2	3	4	5	6
32. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Befreundeten, Verwandten usw.) beeinträchtigt?	1. immer 2. meistens 3. ziemlich oft 4. manchmal 5. selten 6. nie					
Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?						
	trifft ganz zu	trifft weitestgehend zu	ich weiß es nicht	trifft weitestgehend nicht zu	trifft überhaupt nicht zu	
33. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5	
34. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5	
35. Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	1	2	3	4	5	
36. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5	

Zur besseren Interpretation erfolgte die Einteilung nach dem Ergebnis in Prozent wie folgt:

Tabelle 5, Einteilung Short-Form 36 Ergebnis

Beste Gesundheit	≥ 90 %
Gute Gesundheit	80-89 %
Leichte gesundheitliche Einschränkungen	70-79 %
Mittlere gesundheitliche Einschränkungen	60-69 %
Erhebliche gesundheitliche Einschränkungen	< 60 %

9.3.2.4 Visual Analog Scale

Die Personen wurden zu ihrem durchschnittlichen Schmerzempfinden am betroffenen Sprunggelenk befragt. Mithilfe der Visual Analog Scale (VAS) wurde der subjektive Schmerz auf einer Skala von 0-10 quantifiziert. Null bedeutet hierbei „kein Schmerz“ und zehn den „größten vorstellbaren Schmerz“. (24)

9.3.2.5 American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Ankle-Hindfoot Scale

Die hier verwendete Version der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale betrachtet zum einen den Schmerzzustand (40 Punkte), zum anderen die Funktionalität im Sprunggelenk (50 Punkte) und geht dabei auch auf die jeweiligen Bewegungsradien ein. Die maximale Punktzahl beträgt 90 Punkte. (25)

Tabelle 6, AOFAS Ankle-Hindfoot Scale

Schmerz (40)		Punkte
keiner		40
leichter, gelegentlich		30
mittelmäßiger, täglich		20
stärkster, fast immer		0
Funktion (50)	Kriterien	Punkte
Aktivitätseinschränkungen, Hilfsmittel	1: keine Einschränkung, keine Stütze/ Hilfe	10
	2: keine Einschränkung im Alltag, Einschränkung bei Freizeitaktivitäten, keine Hilfsmittel	7
	3: Einschränkungen bei Alltags- und Freizeitaktivitäten, Stock	4
	4: Starke Einschränkungen bei tägl. Aktivitäten, Gehstütze, Krücke, Rollstuhl, Korsett	0
Gehstrecke (in Meter)	1: mehr als 600 m	5
	2: 400 bis 600 m	4
	3: 100 bis 300 m	2
	4: weniger als 100 m	0

Gehen auf unterschiedlichem Bodenbelag/Untergrund	1: keine Probleme, unabhängig vom Untergrund	5
	2: geringe Schwierigkeiten auf unebenem Terrain, Treppen, Neigungen, Leiter	3
	3: große Schwierigkeiten auf unebenem Terrain, Treppen, Neigungen, Leiter	0
Gangabnormitäten	1: keine, diskret	8
	2: offensichtlich	4
	3: deutlich	0
Sagittaler Bewegungsumfang (Flexion/Extension)	1: normal/geringe Einschränkung ($> 29^\circ$)	8
	2: mittlere Einschränkung ($15-29^\circ$)	4
	3: schwere Einschränkung ($< 15^\circ$)	0
Rückfußbewegungsumfang (Inversion/Eversion)	1: normal/geringe Einschränkung (75-100 % des Normalwerts)	6
	2: mittlere Einschränkung (25-74 %)	3
	3: deutliche Einschränkung ($< 25\%$)	0
Sprunggelenksstabilität (anteroposterior, varus/valgus)	1: stabil	8
	2: instabil	0

9.3.2.6 Lower Extremity Functional Scale

Mit diesem Score werden die Schwierigkeiten bei einzelnen Aktivitäten abgefragt, die einen Bezug zur Funktionalität der unteren Extremitäten haben. Nachdem die AOFAS Ankle-Hindfoot Scale einen guten Gesamteindruck über das Sprunggelenk gibt, geht die Lower Extremity Functional Scale (LEFS) (26) stärker auf die Funktionalität bei alltäglichen Aufgaben ein.

Die Quantifizierung erfolgt mit einer maximalen Punktevergabe von vier Punkten pro Frage, insgesamt kann man 80 Punkte erreichen. Je höher die Punktzahl, desto besser die Funktionalität.

Tabelle 7, Lower Extremity Functional Scale

Bewertungsschlüssel der einzelnen Aktivitäten:		Punkte
extreme Schwierigkeiten/Tätigkeit unmöglich		0
ziemlich große Schwierigkeiten		1
mäßige Schwierigkeiten		2
leichte Schwierigkeiten		3
keine Schwierigkeiten		4
Aktivitäten:		
1: Arbeit, Haushalt, Schule	11: 2 Blocks gehen (ca. 200 m)	
2: Hobbies, Freizeit-, sportliche Aktivitäten	12: eine Meile gehen (ca. 1,6 km)	
3: Bewegung ins/aus dem Bett	13: Treppe rauf/runter (10 Stufen)	
4: Gehen zwischen Zimmern	14: eine Stunde stehen	
5: Schuhe und Socken anziehen	15: eine Stunde sitzen	
6: tiefe Hocke	16: Laufen auf ebenem Untergrund	
7: Einen Gegenstand, z.B. Einkaufstasche vom Boden anheben	17: Laufen auf unebenem Untergrund	
8: leichte Aktivitäten im Haus	18: schnelle Wechsel beim Laufen	
9: schwere Hausarbeiten	19: Hüpfen	
10: Bewegung ins/aus dem Auto	20: im Bett umdrehen	

9.3.2.7 Foot Function Index

Mit dem Foot Funktion Index (FFI) wurden die Schmerzen im Sprunggelenk während verschiedener Aktivitäten, die Schwierigkeiten bei der Durchführung verschiedener Aktivitäten, sowie die bestehenden Einschränkungen und der Gebrauch von Hilfsmitteln eruiert.

Die Auswertung erfolgt zunächst in den einzelnen Kategorien, wobei jede Frage eine Punktzahl zwischen null und neun Punkten erhält.

Tabelle 8, Foot Function Index

Schmerzen am Fuß: keine Schmerzen (0) – schlimmste Schmerzen (9)		
1: wenn sie am schlimmsten sind	4: barfuß stehend	7: mit Orthese gehend
2: morgens	5: mit Schuhen gehend	8: mit Orthese stehend
3: barfußgehend	6: mit Schuhen stehend	9: abends
Fußbedingte Schwierigkeiten bei Aktivitäten: keine Schwierigkeiten (0) – nicht möglich (9)		
10: im Haus gehen	13: Treppen nach oben steigen	16: von einem Stuhl aufstehen
11: draußen gehen	14: Treppe hinabsteigen	17: eine Bordsteinkante nach oben gehen
12: 4 Blocks gehen	15: auf den Zehenspitzen stehen	18: schnelles Gehen
Häufigkeit der fußbedingten Aktivitätseinschränkung: nie (0) – immer (9)		
19: den ganzen Tag im Haus geblieben wegen des Fußes	21: Aktivitäten begrenzt wegen des Fußes	23: draußen Gehhilfe verwendet
20: den ganzen Tag im Bett geblieben wegen des Fußes	22: drinnen Gehhilfe verwendet	

Sofern eine Frage nicht anwendbar ist, wenn z.B. keine Gehhilfen oder Orthesen benötigt werden, wird sie nicht in die Auswertung einbezogen.

Anschließend wird der Anteil der maximal erreichbaren Punktzahl in den einzelnen Kategorien in Prozent angegeben.

Der Gesamtscore ergibt sich durch den Mittelwert der Unterkategorien. Je höher der Gesamtscore, desto weniger Funktionalität ist vorhanden. (27)

9.3.3 Klinische Untersuchung, Bewegungsumfang

Nach Erhebung der Fragebögen wurden die Teilnehmenden klinisch untersucht. Dabei wurde die Stabilität im Sprunggelenk und der Bewegungsumfang von Flexion/Extension, sowie Pronation/Supination mittels Goniometer erfasst.

Es erfolgte eine Einteilung der Beweglichkeit wie im Folgenden beschrieben und von der Autorin definiert:

Tabelle 9, Einteilung Plantarflexion/Dorsalextension

Plantarflexion/Dorsalextension	$\geq 70^\circ$ freie Beweglichkeit
	50-69° leichte Einschränkung
	30-49° mittlere Einschränkung
	10-29° starke Einschränkung
	$<10^\circ$ Gelenksteife

Tabelle 10, Einteilung Pronation/Supination

Pronation/Supination	$\geq 50^\circ$ freie Beweglichkeit
	35-49° leichte Einschränkung
	20-34° mittlere Einschränkung
	10-19° starke Einschränkung
	$<10^\circ$ Gelenksteife

Zudem wurden die Operationsnarben auf Schmerzen und Spannungszustände hin untersucht.

9.4 Operationsverfahren

Um im Weiteren die Ergebnisse der fußspezifischen Parameter auch nach den verwendeten Operationsverfahren vergleichen zu können, wurden die Teilnehmenden für diese Auswertung sowohl in der Gesamtgruppe als auch entsprechend der zuletzt verwendeten Operationstechnik betrachtet.

Neun Sprunggelenke (50 %) wurden mit der Technik der retrograden Anbohrung versorgt, vier (22 %) mit einer antegraden/Pridie Bohrung, bei zwei (11 %) wurde eine (matrixgestützte) autologe Chondrozytentransplantation durchgeführt, bei zwei (11 %) erfolgte die Versorgung mittels freier Knorpel-Knochen transplantation mit mikrovaskulärem Anschluss und bei einem (6 %) wurde eine Spongiosatransplantation mit Knorpelersatzmaterial verwendet.

9.5 Vergleich mit der aktuellen Literatur

Die Ergebnisse wurden anschließend mit dem in der aktuellen Literatur beschriebenen Outcome nach operativer Versorgung einer OD tali verglichen. Als aktuell wurde der Zeitraum zwischen Januar 2015 und Juni 2023 definiert. Die Literatursuche erfolgte im benannten Zeitraum in der Datenbank Pubmed mit den Stichworten „osteochondral“, oder „dissecans“; „treatment“, „talus“, und je einem Stichwort zum Operationsverfahren.

10 Ergebnisse – Resultate mit graphischen Darstellungen

10.1 Altersverteilung

Einige der an einer Osteochondrosis dissecans tali erkrankten Personen mussten sich mehreren Eingriffen unterziehen. Es wird im Rahmen dieser Studie jeweils das Alter zum Zeitpunkt der letzten Operation beachtet. Im Durchschnitt waren die Betroffenen zum Zeitpunkt dieser Operation 41 Jahre alt, der Median lag bei 45 Jahren, wobei der/die Jüngste 21 und der/die Älteste 66 Jahre alt war.

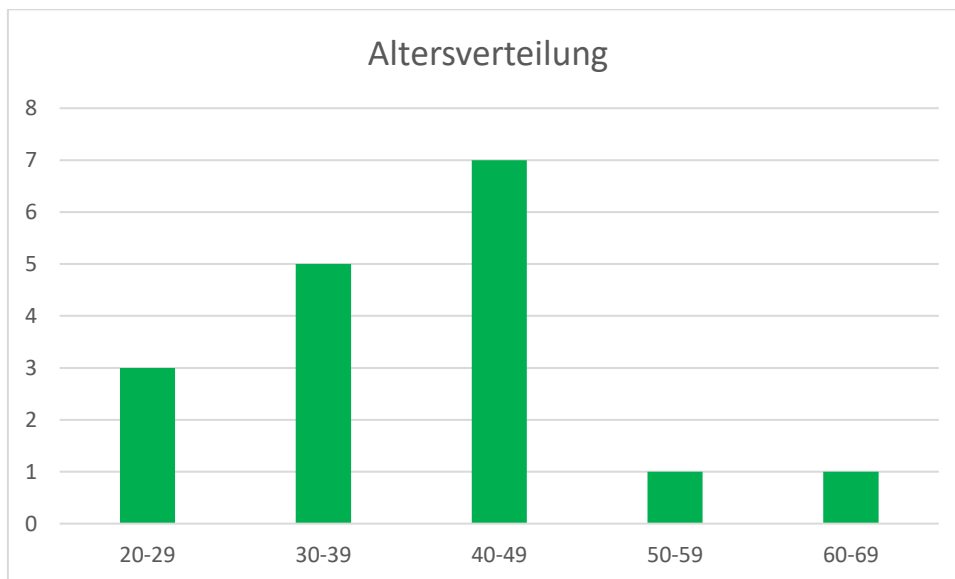


Abbildung 6, Altersverteilung

10.2 Geschlechtsverteilung

Im untersuchten Kollektiv waren 2,4-mal so viele männliche wie weibliche Individuen betroffen. (M:W = 12:5).

10.3 Lokalisation

Bei sechs der Untersuchten war das rechte Sprunggelenk betroffen, bei zehn das linke und bei einer Person wurden beide Gelenke operativ versorgt. Somit zeigt sich eine Links-Rechts- Verteilung von 11:7.

Bei zehn Sprunggelenken (56 %) war die OD an der medialen, bei vier (22 %) an der lateralen Taluskante zu finden und bei vier (22 %) war die genaue Lokalisation prä- oder intraoperativ nicht im Detail dokumentiert worden.

10.4 Trauma

Als mögliche Ursache für die Entstehung einer OD Tali werden Traumata diskutiert. (6) Von den untersuchten Personen hatten acht (47,1 %) ein Sprunggelenkstrauma in der Vorgeschichte, bei vier (23,5 %) war kein Trauma bekannt und bei den übrigen fünf (29,4 %) gab es keine detaillierten Informationen hierzu.

10.5 Krankenhausaufenthalt

Bei einer Person war die Dauer des stationären Aufenthalts (aufgrund des Transfers in ein anderes Krankenhaus) nicht bekannt, es wurden die Daten der übrigen Teilnehmenden analysiert. Je nach Therapieansprechen und Operationsverfahren waren mehrere Krankenhausaufenthalte notwendig. Die Dauer der stationären Betreuung wird hier zusammengefasst. Im Mittel blieben die Erkrankten für fünf Tage, mit einer Standardabweichung von 3,9 Tagen, stationär. Der Median lag bei vier Tagen.

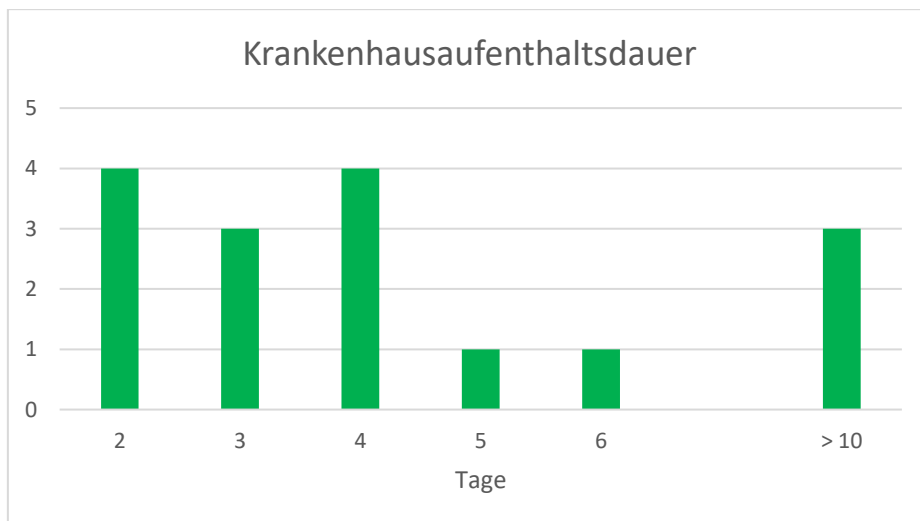


Abbildung 7, Krankenhausaufenthaltsdauer

Auffallend waren die langen Krankenhausaufenthalte (>10 Tage) der Erkrankten, die mit einer (matrixgestützten) autologen Chondrozytentransplantation versorgt wurden. Dies kann auf die Notwendigkeit mehrere Eingriffe zur Knorpelzellgewinnung und zweizeitigen Transplantation zurückgeführt werden. Eine der mittels freier Knorpel-Knochen Transplantation mit mikrovaskulärem Anschluss versorgten Personen zeigte ebenfalls eine lange Aufenthaltsdauer (>10 Tage). Hier wurden im Vorfeld bereits andere Verfahren verwendet, wodurch die lange Gesamtzeit zustande kam.

10.6 Nachuntersuchungsintervall

Wie bereits erwähnt, wurden einige Betroffene mehrfach operiert. Das Nachuntersuchungsintervall wird hier als der Abstand der letzten Operation und dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung definiert. Das kürzeste Intervall betrug 23 Monate, das längste 170 Monate (ca. 14 Jahre), im Mittel lag es bei 86 Monaten (ca. 6,5 Jahre).

10.7 Radiologische Ergebnisse

Radiologisch zeigte sich bei allen Untersuchten postoperativ eine Besserung im Vergleich zu den präoperativen Aufnahmen.

Im Mittel war eine Verbesserung nach der Berndt/Harty Klassifikation um 1,3 Stadien, mit einer Standardabweichung von 0,8 zu beobachten. Statistisch ergab sich ein signifikanter Unterschied ($p < 0,01$).

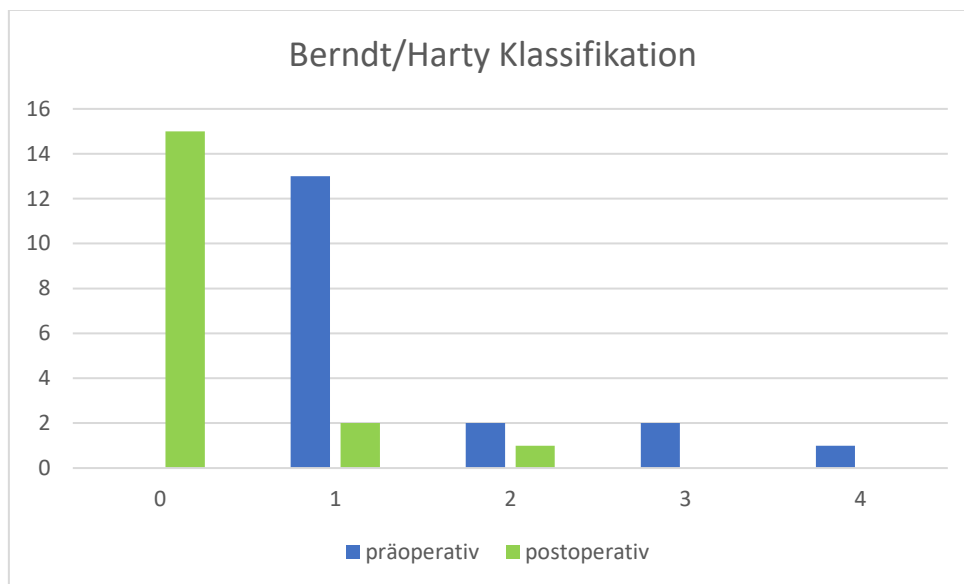


Abbildung 8, Ergebnisse Berndt/Harty Klassifikation gesamt

Bei der Evaluierung der MRTs nach der Kramer Klassifikation zeigte sich eine statistisch signifikante Verbesserung um durchschnittlich 2,5 Stadien ($p < 0,01$).

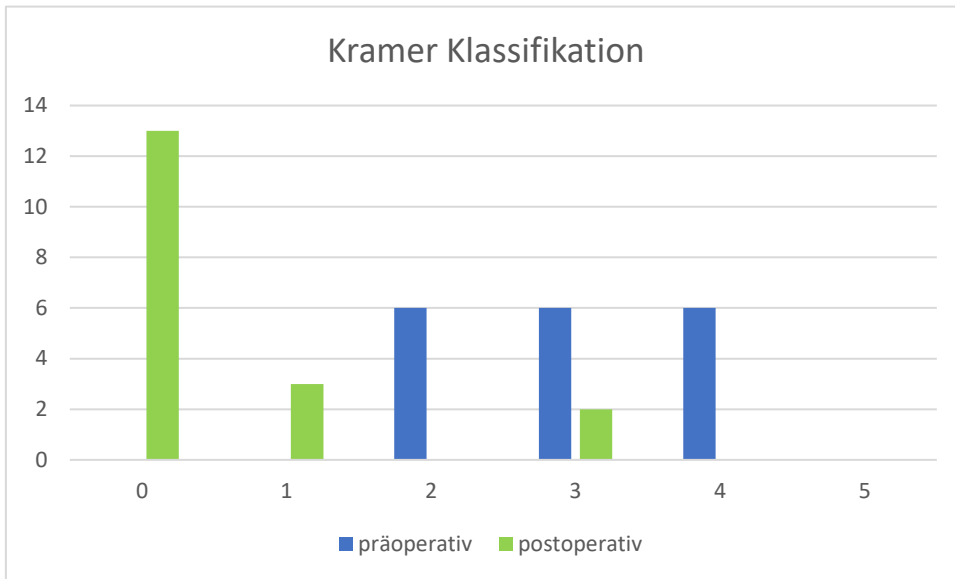


Abbildung 9, Ergebnisse Kramer Klassifikation gesamt

10.7.1 Aufteilung nach operativen Verfahren:

Bei Mehrfacheingriffen wurde das zuletzt verwendete Verfahren betrachtet.

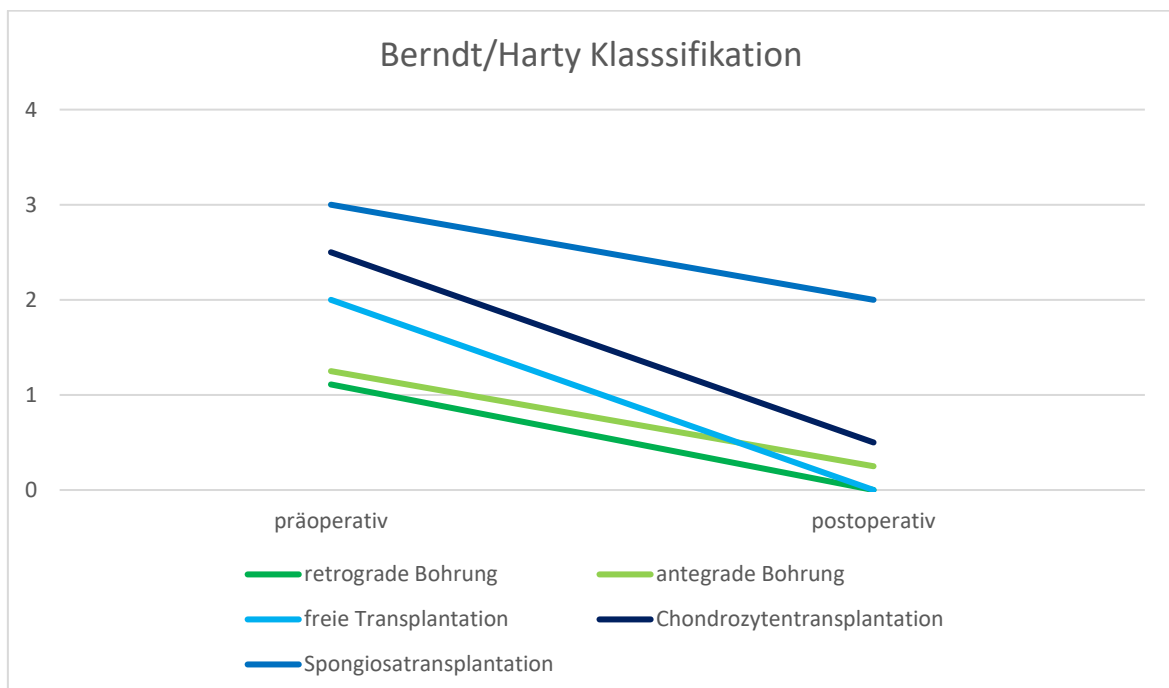


Abbildung 10, Änderung Berndt/Harty Klassifikation nach OP-Verfahren aufgeteilt

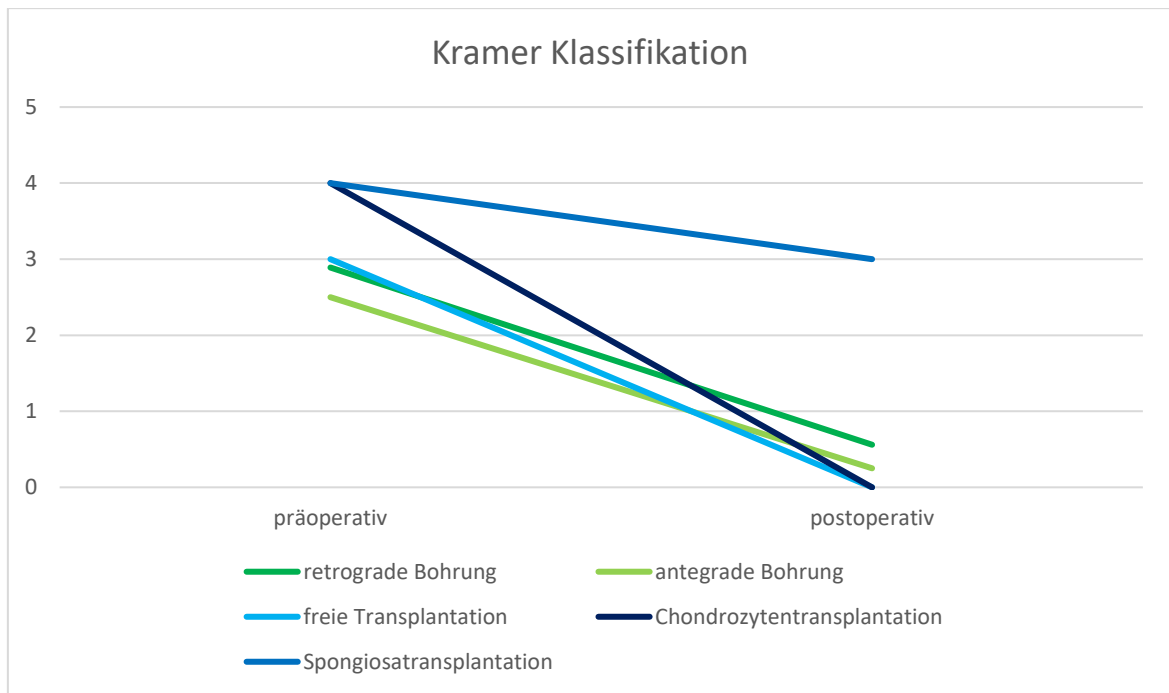


Abbildung 11, Änderung Kramer Klassifikation nach OP-Verfahren aufgeteilt

In der Gruppe der retrograden Bohrung kam es im Mittel zu einer radiologischen Verbesserung nach Berndt/Harty Klassifikation um 1,1 und nach Kramer Klassifikation um 2,3 Stadien.

In der Gruppe der antegraden Bohrung zeigte sich eine Verbesserung der Berndt/Harty Klassifikation um 1,0 Stadien, bei der Kramer Klassifikation um 2,3.

Die Berndt/Harty Stadien verbesserten sich sowohl bei den frei Transplantierten als auch bei den Chondrozytentransplantierten im Durchschnitt um 2 Grade (Standardabweichung je 1,4), nach Spongiosatransplantation mit Knorpelersatz war eine Verbesserung um ein Stadium zu beobachten. Nach Einteilung der Kramer Klassifikation ergab sich postoperativ durchschnittlich eine Verbesserung um drei Stadien [2-4] nach freier Transplantation, vier Stadien nach Chondrozytentransplantation (Standardabweichung 0) und ein Stadium nach Spongiosaplastik mit künstlichem Knorpelersatz. Auffällig waren hier die Verbesserungen nach Kramer Klassifikation sowohl bei den frei Transplantierten als auch bei den Chondrozytentransplantierten, da sich postoperativ keine osteochondralen Veränderungen mehr nachweisen ließen.

10.8 Berufliche Entwicklung

Drei (17,6 %) der untersuchten Personen konnten postoperativ keinerlei beruflicher Tätigkeit mehr nachgehen, zwei (11,8 %) hatten sich an die neuen Umstände im Sinne einer Umschulung angepasst. Bei acht (47,1 %) hatte sich kein Unterschied ergeben und vier (23,5 %) berichteten von einer verbesserten beruflichen Leistungsfähigkeit.

10.9 Sports Frequency

Siebzehn Prozent (3 Personen) gaben an, keinerlei sportliche Aktivitäten auszuüben, 12 % (2 Personen) betätigten sich circa eine Stunde in der Woche sportlich. Der Großteil (59 %, 10 Personen) ging zwischen 1 und 5 Stunden wöchentlich sportlichen Tätigkeiten nach und 12 % (2 Personen) waren noch häufiger aktiv. Personen, die professionell Sport ausübten befanden sich nicht in der untersuchten Gruppe.

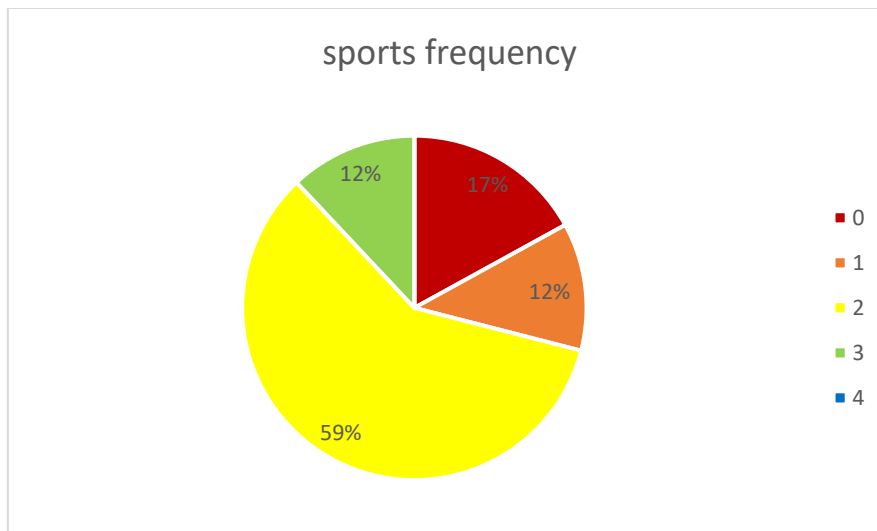


Abbildung 12, Ergebnisse Sport Frequency Score

10.10 Short-Form-36

Bei 24 % (4 Personen) ergab die Auswertung des Fragebogens erhebliche, bei 12 % (2 Personen) mittelschwere Gesundheitseinschränkungen. Die übrigen 65 % (11 Personen) zeigten ein gutes Ergebnis, wobei sich 29 % (5 Personen) der Untersuchten sogar bester Gesundheit erfreuten.

10.11 Schmerzzustand des betroffenen Sprunggelenks

Die Personen gaben einen Mittelwert von 2,8 bezüglich der VAS an (Standardabweichung: 3; Median: 1,5). In der Gruppe der retrograden Bohrung lag der Wert im Durchschnitt bei 3,0 mit einer Standardabweichung von 3,7, bei der antegraden Gruppe ergab sich ein Mittelwert von 1,5 mit der Standardabweichung von 1,0. Bei den Transplantationsgruppen lagen die VAS-Werte im Schnitt bei 3,4. Die Einzelergebnisse sind in Abbildung 13 dargestellt.

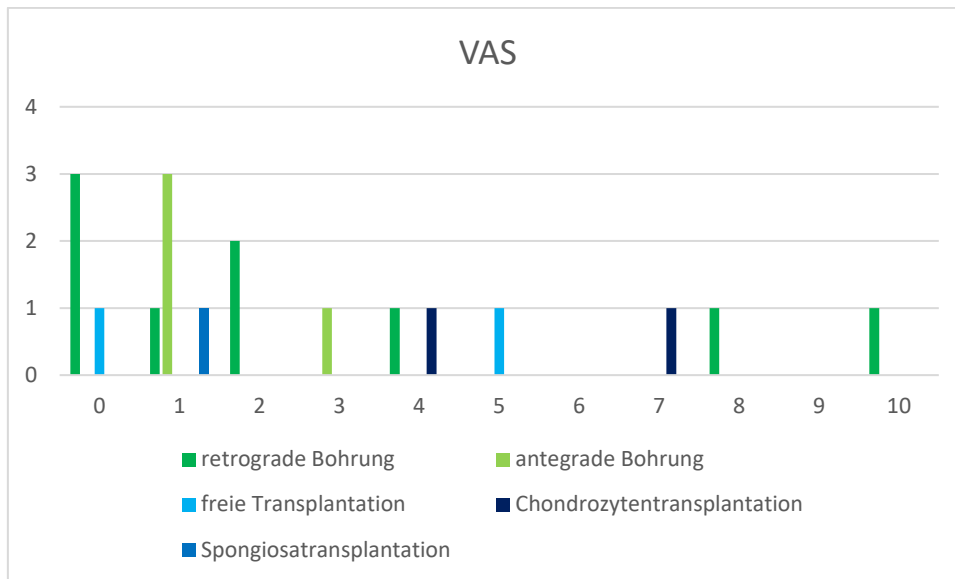


Abbildung 13, Ergebnisse VAS

10.12 Funktionelle Scores

Die AOFAS Ankle-Hindfoot Scale und LEFS werden zur besseren Vergleichbarkeit sowohl mit der Gesamtpunktzahl als auch in Prozent der maximal erreichbaren Punktzahl angegeben. Der FFI gibt die Beschwerden, bzw. die fehlende Funktionalität des Gelenks in Prozent an. Es werden zuerst die direkten Ergebnisse ausgewertet, je geringer die Prozentzahl, desto besser die Funktionalität. Um die Ergebnisse leichter mit den anderen Scores vergleichen zu können, werden die FFI-Resultate anschließend umgerechnet, sodass sie die noch vorhandenen Funktion prozentuell angeben. $[1-FFI]$.

Die Untersuchten erreichten im Durchschnitt einen AOFAS Ankle-Hindfoot Scale Score von 71 Punkten (78,9 %), mit einer Standardabweichung von 23,8 %, der Median lag bei 75 Punkten (83 %). Bezüglich der LEFS lag der Mittelwert bei 65 Punkten (81,3 %), mit einer Standardabweichung von 23,8 %, der Median lag bei 75,5 Punkten (94,4 %) Beim FFI erreichten die Personen durchschnittlich 15,5 %, umgerechnet eine Funktionalität von 84,5 %, mit einer Standardabweichung von 23,1 %, der Median lag bei 97,6 %.

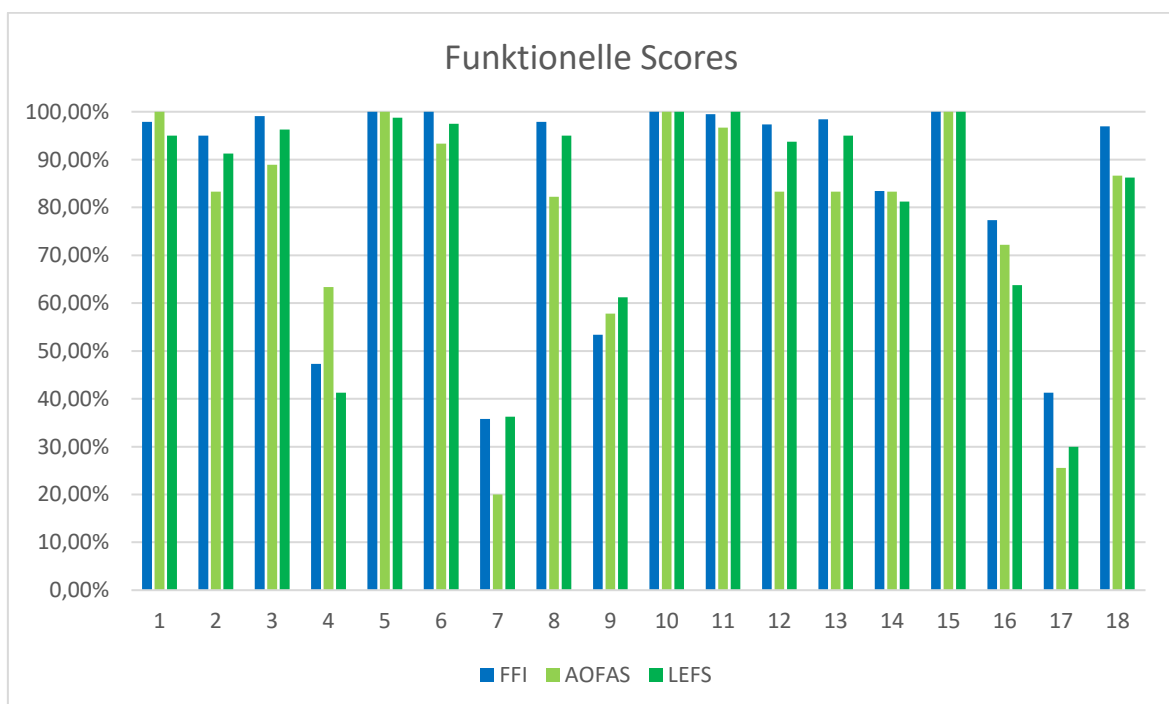


Abbildung 14, Ergebnisse funktionelle Scores

Die Gruppe, welche eine retrograde Bohrung erhalten hatte, erreichte im Mittel eine AOFAS Ankle-Hindfoot Scale Punktzahl von 69 (76,7 %), nach der LEFS 63 Punkte (78,8 %) und im FFI 19,3 %, entsprechend einer Funktionalität von 80,7 %.

Nach antegrader Bohrung bekamen die Personen in der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale eine durchschnittliche Punktzahl von 82 (91,1 %), nach der LEFS 78 (97,5 %), und im FFI 1,2 %, was einer Funktionalität von 98,9 % entspricht.

In der Gruppe nach freier Transplantation lag die Punktzahl in der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale im Mittel bei 83 (92,2 %), in der LEFS bei 73 (91,3 %) und bezüglich des FFI bei 8,3 %. Dies entspricht einer Funktionalität von 91,7 %.

Bei den Personen nach Chondrozytentransplantation lag der Durchschnitt der Punkte für die AOFAS Ankle-Hindfoot Scale bei 44 (48,9 %), nach der LEFS bei 38 (47,5 %) und im FFI bei 40,7 %, entsprechend einer Funktionalität von 59,3 %.

Die Person nach Spongiosatransplantation und künstlichem Knorpelersatz erlangte in der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale 78 Punkte (86,7 %), in der LEFS 69 (86,3 %) und im FFI 3,1 %, entsprechend einer Funktionalität von 96,9 %.

10.13 Scar tenderness

Bei der Untersuchung der Operationsnarbe waren nur bei einer Narbe (5,6 %) leichte Schmerzen auslösbar, ansonsten zeigten sich allseits blande Verhältnisse, sowie kein Narbendruckschmerz.

10.14 Bewegungsumfang

Bei der Auswertung zeigte sich bei 55,6 % im Seitenvergleich die freie Beweglichkeit der Flexions- und Extensionsbewegungen, bei 27,8 % eine leichte, bei 5,6 % eine mittlere und bei 11,1 % eine schwere Einschränkung. Eine Gelenksteife war nicht zu beobachten.

Die Pro- und Supination war bei 61,1 % frei, bei 22,2 % leicht, und bei 11,1 % mittelschwer eingeschränkt. Bei 5,6 % war kaum Bewegung zu beobachten, was als Gelenksteife in diese Bewegungsrichtung kategorisiert wurde.

Die Verteilung der Beweglichkeit in den einzelnen Gruppen ist in den folgenden Diagrammen dargestellt.

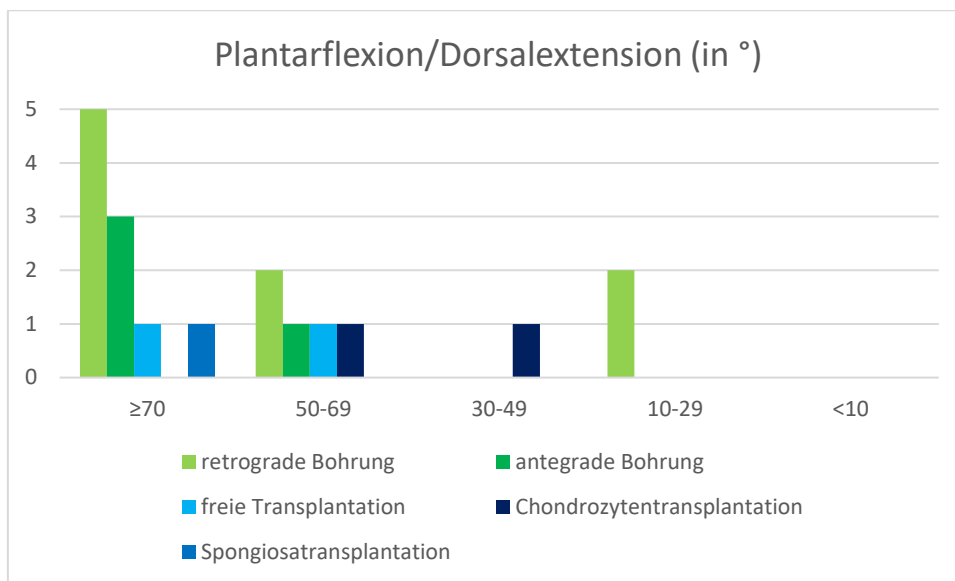


Abbildung 15, Auswertung Bewegungsumfang Plantarflexion/Dorsalextension

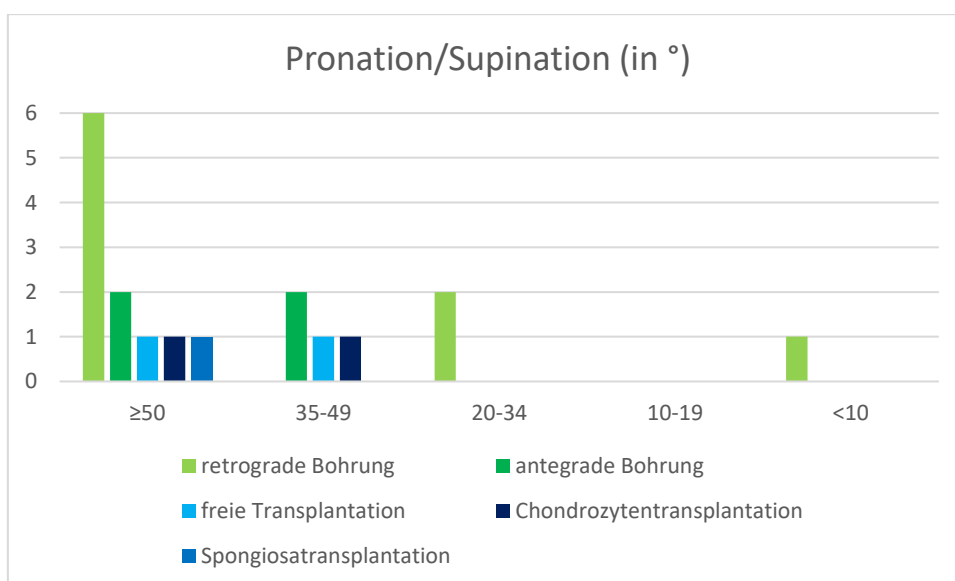


Abbildung 16, Auswertung Bewegungsumfang Pronation/Supination

11 Diskussion

Ziel der Studie war die Evaluierung des klinisch-radiologischen Outcomes der Personen, welche im Zeitraum vom 01.01.2005 bis 31.12.2019 an der Abteilung für Orthopädie und Traumatologie des Landeskrankenhauses Graz aufgrund einer OD tali operativ versorgt worden waren.

In der Literatur werden unterschiedliche Scores zur Evaluierung des Outcomes nach operativer Versorgung der OD tali verwendet. Soweit die VAS, AOFAS Ankle-Hindfoot Scale, LEFS und FFI verwendet wurden, erfolgte der Vergleich anhand dieser Scores. Bei der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale beschreibt die Literatur mehrere Versionen. Es wurde in den im Folgenden diskutierten Studien meist eine Version mit einer maximalen Punktzahl von 100 Punkten verwendet. Soweit die Unterpunkte im Detail angegeben waren, wurden die Punkte der Kategorien „pain“ und „function“ verwendet, da sie der in dieser Untersuchung verwendeten Version des Scores entsprechen. Anschließend wurden die Prozentsätze der maximal erreichbaren Gesamtpunktzahlen für den Vergleich herangezogen.

Da es sich im untersuchten Kollektiv, insbesondere nach Aufteilung nach Operationsverfahren, um eine kleine Stichprobe handelt, wurden für die Interpretation des Outcome-Vergleichs die aussagekräftigeren Medianwerte herangezogen.

11.1.1 Retrograde Bohrung

Gao et al. (28) vergleichen die retrograde Bohrung mit einem zusätzlichen Effekt der extrakorporalen Stoßwellentherapie. (28) Zum Vergleich des Outcome wurden daher die Ergebnisse der Kontrollgruppe herangezogen.

Beck et al. (29) untersuchten den Effekt der retrograden Bohrung unter arthroskopischer Kontrolle und anschließender Auffüllung des Bohrlochs mit synthetischem Knochenersatzmaterial. Bei Huber et al. (30) erfolgte die Bohrlochauffüllung mit autologem Knochen aus der Tibia.

In der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale zeigten sich in der Literatur mindestens zwölf Monate nach retrograder Bohrung Ergebnisse von durchschnittlich 86,1 % (90,3 %, 79,1 % und 88,8 %), der maximal erreichbaren Punktzahl. (28–30) Im Vergleich dazu lag der Mittelwert im hier untersuchten Kollektiv bei 76,5 %, sowie der Median bei 83,3 % der maximalen Punktzahl.

Huber et al. (30) geben die Schmerzintensität nach der Numerischen Rating Skala (NRS) an. Da sie dieselbe Skala wie die hier verwendete VAS gebrauchen, können die Ergebnisse direkt verglichen werden. Es wurde von einem durchschnittlichen NRS-Score von zwei berichtet, im Vergleich zum in unserer Studie erhobenen VAS-Score von drei (Median: 2). (30)

Die in Graz mittels retrograder Bohrung operierten Personen erreichten bezüglich der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale und VAS ähnliche Werte wie in der aktuellen Literatur beschrieben.

11.1.2 Antegrade Bohrung

In der untersuchten Gruppe wurde ein durchschnittlicher AOFAS Ankle-Hindfoot Scale Score von 88,4 % der maximalen Punktzahl erreicht (Median: 90,8 %). In der Literatur lagen die Werte im Mittel bei 90,8 % (89,5 %, 84,3 % und 91,3 %). Bei der VAS lag das Ergebnis bei durchschnittlich 1,5 (1,7; 1,8 und 0,9), im Vergleich zum in dieser Studie evaluierten VAS-Score Durchschnitt von 1,5 (Median 1,0). (31–33)

Zudem berichten Choi et al. (31) von Short-Form-36 Ergebnissen von 76,2 % bei deren Untersuchten. Das durchschnittliche Short-Form-36 Ergebnis der Grazer Beobachtungsgruppe lag bei 89,3 %, der Median bei 90,1 %. Die in der Literatur berichtete durchschnittliche Verbesserung nach der Berndt/Harty Klassifikation lag bei 0,8, in der aktuellen Studie bei 1,0 (Median: 1,0). (31)

Es zeigen sich sehr ähnliche Werte der in Graz operierten Personen im Vergleich zur Literatur, insbesondere in der Funktionalität und dem Schmerzverhalten. Die radiologischen Ergebnisse und das allgemeine Gesundheitsempfinden der Untersuchten waren sogar besser als bei Choi et al. (31) beschrieben.

11.1.3 Freie Transplantation

Im Untersuchungskollektiv wurden, wie bereits erwähnt, nur zwei Personen mittels freier Transplantation und mikrovaskulärem Anschluss versorgt, es werden daher die Einzelwerte diskutiert.

Anhand der VAS wurden Werte von durchschnittlich 0,96 (1,8, 0,42 und 0,67) nach einem Zeitraum von mindestens einem Jahr beschrieben. Bei den Untersuchten in dieser Studie lagen die VAS-Scores bei 0 und bei 5.

In der Literatur wurden bezüglich der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale im Mittel 87,1 % (78,9 %, 91,6 % und 90,7 %) der maximalen Punktzahl erreicht, in der hier untersuchten Gruppe waren es 83,3 % und 100 %. (19,34,35)

Struckmann et al. (34) verwendeten zudem die LEFS, wobei im Durchschnitt 69 Punkte vergeben wurden. Bei den hier Untersuchten lag die LEFS-Punktzahl bei 65 und 80 Punkten.

Funktionell erreichten die in unserer Studie untersuchten Personen durchschnittlich ähnlich gute Ergebnisse wie in der Literatur beschrieben. Auffallend war das Schmerzniveau einer der untersuchten Personen, das mit VAS 5 deutlich höher lag als in den aktuellen Veröffentlichungen.

11.1.4 Chondrozytentransplantation

Zum Vergleich wurde ein Review verwendet, welches das Outcome von Betroffenen nach autologer Chondrozytentransplantation mit einem Nachuntersuchungsintervall von mindestens einem Jahr untersucht. Dabei wurden 23 Studien eingeschlossen, wovon sieben im Zeitraum zwischen 2015 bis 2020 veröffentlicht wurden.

In der aktuellen Gruppe befanden sich lediglich zwei Personen, es werden daher die Einzelergebnisse angegeben und mit den Referenzwerten verglichen.

Es wird im Mittel von einem AOFAS Ankle-Hindfoot Scale Ergebnis von 87 % berichtet, mit einer Spannweite zwischen 74,7 % bis 92,7 % in den einzelnen Studien. (36) In der hier untersuchten Gruppe lagen die Scores bei 72,2 % und 25,6 %, somit deutlich niedriger als in der Literatur beschrieben. Eine mögliche Ursache könnten die überdurchschnittlich starken Schmerzen (VAS 4/ 7) der Personen nach Chondrozytentransplantation in der hier untersuchten Gruppe sein. Durch den hohen prozentualen Anteil der Schmerzevaluation (45 % der Gesamtpunktzahl) in der verwendeten Version der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale, könnte die geringe Punktvergabe im Unterpunkt Schmerz das schlechte Gesamtergebnis erklären.

11.1.5 Spongiosatransplantation

Bei zwei der verwendeten Publikationen wurde die Spongiosa aus der proximalen Tibia entnommen, bei der dritten, wie auch bei der hier untersuchten Person, aus dem Beckenkamm. Es waren keine relevanten Unterschiede im Outcome erkennbar.

In der Literatur lag die durchschnittliche Punktzahl entsprechend der VAS bei 0,5 (0,9; 0,4 und 0,2), bei der hier untersuchten Person lag sie bei 1. Nach der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale wurden im Mittel Ergebnisse von 94 % (92 %, 95 % und 95 %) berichtet. Bei in unserer Studie mittels dieser Methode operierten Person lag der Wert bei 86,7 % der maximal erreichbaren Punktzahl. (37–39)

Im Vergleich mit der Literatur ist das funktionelle Ergebnis anhand der AOFAS Ankle-Hindfoot Scale der untersuchten Person niedriger, die postoperative Schmerzintensität jedoch ähnlich. Da es sich hier allerdings um eine einzelne Person handelt, ist der Vergleich nicht aussagekräftig.

11.2 Limitationen und Schlussfolgerung

Zu beachten ist die geringe Zahl an Studienteilnehmenden. In der Analyse nach unterschiedlichen Operationsverfahren konnten meist aufgrund der geringen Stichprobenzahl keine statistisch signifikanten Ergebnisse erzielt werden. Die Ergebnisse einzelner Individuen haben hierdurch einen großen Einfluss auf den Durchschnitt der Gruppe, weshalb die Relevanz im Vergleich zur aktuellen Literatur zu hinterfragen ist.

Eine weitere Schwierigkeit in der Studie stellt das Fehlen präoperativ erhobener funktioneller Scores und die Dokumentation der präoperativen Schmerzen dar. Daher konnten lediglich die radiologischen Ergebnisse miteinander verglichen werden, die eine deutliche Besserung zeigten. In diesem Zusammenhang wäre auch die funktionelle Verbesserung und der Effekt der operativen Versorgung für die Schmerzintensität in dieser Gruppe von großem Interesse gewesen.

Nach allgemeiner Auswertung der Daten fielen lediglich die mittels Chondrozytentransplantation behandelten Personen mit unzufriedenstellenden Ergebnissen auf.

12 Schlussfolgerung

Bei der kumulativen Betrachtung aller Ergebnisse zeigte der Großteil der an der Abteilung für Orthopädie und Traumatologie der Universitätsklinik Graz operierten Personen ein gutes klinisch-radiologisches Outcome nach operativer Versorgung einer OD tali, sodass das aktuelle Behandlungsschema beibehalten werden sollte. Für eine aussagekräftige Evaluierung wäre jedoch eine prospektiv angelegte Untersuchung mit hoher Fallzahl notwendig.

13 Literaturverzeichnis

1. Weiss JM, Shea KG, Jacobs JC, Cannamela PC, Becker I, Portman M, u. a. Incidence of Osteochondritis Dissecans in Adults. *Am J Sports Med.* Juni 2018;46(7):1592–5.
2. Kessler JI, Weiss JM, Nikizad H, Gyurdzhyan S, Jacobs JC, Bechuk JD, u. a. Osteochondritis Dissecans of the Ankle in Children and Adolescents: Demographics and Epidemiology. *Am J Sports Med.* September 2014;42(9):2165–71.
3. Bruns J, Habermann C, Petersen J. Osteochondrosis dissecans tali – eine kritische Übersicht. *Z Für Orthop Unfallchirurgie.* 5. Dezember 2016;154(02):199–216.
4. El-Rashidy H, Villacis D, Omar I, Kelikian AS. Fresh Osteochondral Allograft for the Treatment of Cartilage Defects of the Talus: A Retrospective Review. *J Bone Jt Surg.* 7. September 2011;93(17):1634–40.
5. Hamel J, Zwipp H, Herausgeber. Sprunggelenk und Rückfuß [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2016 [zitiert 11. Juli 2023]. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-45571-5>
6. Zwipp H, Rammelt S. Knorpel: Akute Verletzungen und chronische Schäden. In: *Tscherne Unfallchirurgie* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014 [zitiert 11. Juli 2023]. S. 271–321. Verfügbar unter: https://link.springer.com/10.1007/978-3-540-68883-9_4
7. Lüllmann-Rauch R, Asan E. Taschenlehrbuch Histologie [Internet]. 6. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2019 [zitiert 10. Juli 2023]. Verfügbar unter: <https://eref.thieme.de/10.1055/b-006-163361>
8. Miller AN, Prasarn ML, Dyke JP, Helfet DL, Lorich DG. Quantitative assessment of the vascularity of the talus with gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging. *J Bone Joint Surg Am.* 15. Juni 2011;93(12):1116–21.
9. Gelberman RH, Mortensen WW. The Arterial Anatomy of the Talus. *Foot Ankle.* September 1983;4(2):64–72.
10. Platzer W, Shiozawa-Bayer T. Taschenatlas Anatomie, Band 1: Bewegungsapparat [Internet]. 12. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2018 [zitiert 10. Juli 2023]. Verfügbar unter: <https://eref.thieme.de/10.1055/b-006-149537>

11. Seiler H. Biomechanics and functional anatomy of the upper ankle. *Orthop.* Juni 1999;28(6):460–8.
12. Steadman JR, Rodkey WG, Briggs KK, Rodrigo JJ. Die Technik der Mikrofrakturierung zur Behandlung von kompletten Knorpeldefekten im Kniegelenk. *Orthop.* 1999;28(1):26.
13. Conti SF, Taranow WS. Transtalar retrograde drilling of medial osteochondral lesions of the talar dome. *Oper Tech Orthop.* Oktober 1996;6(4):226–30.
14. Zengerink M, Struijs PAA, Tol JL, Van Dijk CN. Treatment of osteochondral lesions of the talus: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Februar 2010;18(2):238–46.
15. Kumai T, Takakura Y, Higashiyama I, Tamai S. Arthroscopic Drilling for the Treatment of Osteochondral Lesions of the Talus*: *J Bone Jt Surg.* September 1999;81(9):1229–35.
16. Struijs PAA, Tol JL, Bossuyt PMM, Schuman L, Van Dijk CN. Treatment strategies for osteochondral defects of the talar dome. A systematic review. *Orthop.* 29. Januar 2001;30(1):28–36.
17. Hangody L, Kish G, Módis L, Szerb I, Gáspár L, Diószegi Z, u. a. Mosaicplasty for the Treatment of Osteochondritis Dissecans of the Talus: Two to Seven Year Results in 36 Patients. *Foot Ankle Int.* Juli 2001;22(7):552–8.
18. Brittberg M, Lindahl A, Nilsson A, Ohlsson C, Isaksson O, Peterson L. Treatment of Deep Cartilage Defects in the Knee with Autologous Chondrocyte Transplantation. *N Engl J Med.* 6. Oktober 1994;331(14):889–95.
19. Hintermann B, Wagener J, Knupp M, Schweizer C, J. Schaefer D. Treatment of extended osteochondral lesions of the talus with a free vascularised bone graft from the medial condyle of the femur. *Bone Jt J.* September 2015;97-B(9):1242–9.
20. Berndt AL, Harty M. Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus. *J Bone Joint Surg Am.* September 1959;41-A:988–1020.
21. Kramer J, Scheurecker A, Mohr E. [Osteochondral lesions]. *Radiol.* Februar 1995;35(2):109–16.

22. Valderrabano V, Pagenstert G, Horisberger M, Knupp M, Hintermann B. Sports and Recreation Activity of Ankle Arthritis Patients before and after Total Ankle Replacement. *Am J Sports Med.* Juni 2006;34(6):993–9.
23. Hays RD, Sherbourne CD, Mazel RM. The RAND 36-Item Health Survey 1.0. *Health Econ.* Oktober 1993;2(3):217–27.
24. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF. *Arthritis Care Res.* November 2011;63(S11):S240–52.
25. Clements JR, Motley TA, Garrett A, Carpenter BB. Nonoperative Treatment of Bimalleolar Equivalent Ankle Fractures: A Retrospective Review of 51 Patients. *J Foot Ankle Surg.* Januar 2008;47(1):40–5.
26. Binkley JM, Stratford PW, Lott SA, Riddle DL. The Lower Extremity Functional Scale (LEFS): scale development, measurement properties, and clinical application. North American Orthopaedic Rehabilitation Research Network. *Phys Ther.* April 1999;79(4):371–83.
27. Budiman-Mak E, Conrad KJ, Roach KE. The foot function index: A measure of foot pain and disability. *J Clin Epidemiol.* Januar 1991;44(6):561–70.
28. Gao F, Chen N, Sun W, Wang B, Shi Z, Cheng L, u. a. Combined Therapy with Shock Wave and Retrograde Bone Marrow-Derived Cell Transplantation for Osteochondral Lesions of the Talus. *Sci Rep.* 18. Mai 2017;7(1):2106.
29. Beck S, Claßen T, Haversath M, Jäger M, Landgraeber S. Operative Technique and Clinical Outcome in Endoscopic Core Decompression of Osteochondral Lesions of the Talus: A Pilot Study. *Med Sci Monit.* 30. Juni 2016;22:2278–83.
30. Huber T, Schwertner A, Breuer R, Charwat-Pessler CG, Rath B, Orthner E. Retrograde Drilling, Ossoscopy, and Autologous Bone Grafting: An Alternative Technique for Treatment of Osteochondral Lesion of the Talus Stage 2 and 3 in Adults. *Foot Ankle Int.* Juni 2023;44(6):488–96.

31. Choi SW, Lee GW, Lee KB. Arthroscopic Microfracture for Osteochondral Lesions of the Talus: Functional Outcomes at a Mean of 6.7 Years in 165 Consecutive Ankles. *Am J Sports Med.* Januar 2020;48(1):153–8.
32. Koh DTS, Tan MWP, Zhan X, Li Z, Tay KS, Tan SM, u. a. Association of Elevated Body Mass Index and Outcomes of Arthroscopic Treatment for Osteochondral Lesions of the Talus. *Foot Ankle Orthop.* April 2022;7(2):247301142211032.
33. Cheng X, Su T, Fan X, Hu Y, Jiao C, Guo Q, u. a. Concomitant Subchondral Bone Cysts Negatively Affect Clinical Outcomes Following Arthroscopic Bone Marrow Stimulation for Osteochondral Lesions of the Talus. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* April 2023;S0749806323003055.
34. Struckmann VF, Harhaus L, Simon R, Woelfl C, von Recum J, Thiele J, u. a. Surgical Revascularization-An Innovative Approach to the Treatment of Talar Osteonecrosis Dissecans Stages II and III. *J Foot Ankle Surg Off Publ Am Coll Foot Ankle Surg.* 2017;56(1):176–81.
35. Windhofer CM, Orthner E, Bürger HK. Vascularized osteochondral free flaps from the femoral trochlea as versatile procedure for reconstruction of osteochondral lesions of the talus. *Foot Ankle Surg Off J Eur Soc Foot Ankle Surg.* Oktober 2022;28(7):935–43.
36. Hu M, Li X, Xu X. Efficacy and safety of autologous chondrocyte implantation for osteochondral defects of the talus: a systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 14. Juni 2021;143(1):71–9.
37. Sawa M, Nakasa T, Ikuta Y, Yoshikawa M, Tsuyuguchi Y, Kanemitsu M, u. a. Outcome of autologous bone grafting with preservation of articular cartilage to treat osteochondral lesions of the talus with large associated subchondral cysts. *Bone Jt J. Mai* 2018;100-B(5):590–5.
38. Nikolopoulos D, Sergides N, Safos G, Moustakas K, Safos P, Moutsios-Rentzos A. Large Osteochondral Lesions of the Talus Treated With Autologous Bone Graft and Periosteum Transfer. *Foot Ankle Orthop.* 1. Juli 2019;4(3):247301141987403.
39. Gorgun B, Gamli A, Duran ME, Bayram B, Ulku TK, Kocaoglu B. Collagen Scaffold Application in Arthroscopic Reconstruction of Osteochondral Lesions of the Talus With

Autologous Cancellous Bone Grafts. Orthop J Sports Med. 1. Januar
2023;11(1):232596712211457.