

Aus dem Lehrstuhl  
für Orthopädie  
Direktor:  
Professor Dr. med. J. Grifka  
der Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

**Evaluation retrograder Anbohrungstherapie mit autologer Spongiosaumkehrplastik  
bei Osteochondrosis dissecans tali  
im mittelfristigen Verlauf**

Inaugural - Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von Walter Rackl  
2010



Aus dem Lehrstuhl  
für Orthopädie  
Direktor:  
Professor Dr. med. J. Grifka  
der Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

**Evaluation retrograder Anbohrungstherapie mit autologer Spongiosaumkehrplastik  
bei Osteochondrosis dissecans tali  
im mittelfristigen Verlauf**

Inaugural - Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von Walter Rackl  
2010

Dekan:

Prof. Dr. B. Weber

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. J. Grifka

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. R. Straub

Tag der mündlichen Prüfung:

4.4.2011



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINFÜHRUNG</b>	<b>7</b>
<b>2. ANATOMIE DES SPRUNGGELENKS</b>	<b>8</b>
<b>2.1 EMBRYOLOGIE UND ENTWICKLUNG</b>	<b>9</b>
<b>2.2 MAKROANATOMIE</b>	<b>9</b>
<b>2.3 MIKROANATOMIE UND BIOLOGISCHES VERHALTEN DES GELENKKNORPELS</b>	<b>12</b>
2.3.1 Aufbau des Knorpels	12
2.3.2 Physiologie des Gelenkknorpels	13
<b>3. BIOMECHANIK DES SPRUNGGELENKS</b>	<b>14</b>
<b>3.1 PHYSIK UND PHYSIOLOGIE DES KNOCHENS</b>	<b>14</b>
<b>3.2 FUNKTION DES SPRUNGGELENKS</b>	<b>15</b>
<b>4. GELENKPATHOLOGIE</b>	<b>17</b>
<b>4.1 TRAUMATA</b>	<b>17</b>
<b>4.2. DEGENERATIVE PROZESSE</b>	<b>19</b>
<b>4.3 THERAPIESCHEMATA UND ARTHROSKOPISCHES MANAGEMENT</b>	<b>21</b>
<b>5. OSTEOCHONDROSIS DISSECANS TALI - DAS KRANKHEITSBILD</b>	<b>26</b>
<b>5.1 DEFINITION UND EPIDEMIOLOGIE</b>	<b>26</b>
<b>5.2 ÄTIOLOGIE UND LOKALISATION</b>	<b>29</b>
<b>5.3 KLINISCHES ERSCHEINUNGSBILD, SPONTANVERLAUF UND STADIENEINTEILUNG</b>	<b>30</b>
<b>5.4 DIFFERENZIALDIAGNOSEN</b>	<b>33</b>
<b>5.5 BILDGEBENDE, ARTHROSKOPISCHE UND KLINISCHE DIAGNOSTIK</b>	<b>34</b>
<b>6. THERAPIE DER OSTEOCHONDROSIS DISSECANS TALI</b>	<b>38</b>
<b>6.1 ALLGEMEINE THERAPIEPRINZIPIEN</b>	<b>38</b>
<b>6.1.1 KONSERVATIVE THERAPIE</b>	<b>38</b>
<b>6.1.2 OPERATIVE THERAPIEN</b>	<b>40</b>
<b>6.1.2.1 EXTRAKTION UND REFIXATION</b>	<b>40</b>
<b>6.1.2.2 ANTEROGRADE ANBOHRUNG</b>	<b>42</b>
<b>6.1.2.3 TRANSPLANTATIONSVERFAHREN</b>	<b>43</b>
<b>6.2 RETROGRADE ANBOHRUNG</b>	<b>45</b>
<b>6.2.1 ALLGEMEINE PRINZIPIEN</b>	<b>45</b>
<b>6.2.2 BESCHREIBUNG DER OPERATION</b>	<b>47</b>

<b>7. FRAGESTELLUNG UND ZIELSETZUNG</b>	<b>48</b>
<b>8. MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>49</b>
<b>8.1 DARSTELLUNG DES PATIENTENKOLLEKTIVS</b>	<b>49</b>
<b>8.2 EINSCHLUß- UND AUSSCHLUßKRITERIEN</b>	<b>56</b>
<b>8.3 UNTERSUCHUNGSABLAUF UND VERWENDETE SCORES</b>	<b>57</b>
<b>8.3.1 OGILVIE-HARRIS-SCORE</b>	<b>58</b>
<b>8.3.2 DGKKT-SCORE</b>	<b>58</b>
<b>9. ERGEBNISSE</b>	<b>63</b>
<b>9.1 PARAMETER OHNE SCOREBEZUG</b>	<b>63</b>
<b>9.2 ERGEBNISSE NACH OD-STADIEN</b>	<b>70</b>
<b>9.3 ERGEBNISSE ALLER PROBANDEN IM OGILVIE HARRIS SCORE</b>	<b>74</b>
<b>9.3.1 ERGEBNISSE NACH ROHDATEN</b>	<b>74</b>
<b>9.3.2 ERGEBNISSE NACH ERKRANKUNGSSTADIUM</b>	<b>76</b>
<b>9.3.3 ERGEBNISSE NACH ERKRANKUNGSGENESE</b>	<b>78</b>
<b>9.4 ERGEBNISSE IM DGKKT-SCORE</b>	<b>79</b>
<b>9.4.1 ERGEBNISSE NACH ROHDATEN</b>	<b>79</b>
<b>9.4.2 ERGEBNISSE NACH ERKRANKUNGSSTADIUM</b>	<b>83</b>
<b>9.4.3 ERGEBNISSE NACH GESCHLECHT</b>	<b>85</b>
<b>9.4.4 ERGEBNISSE NACH SEITE</b>	<b>85</b>
<b>9.4.5 ERGEBNISSE NACH LOKALISATION</b>	<b>86</b>
<b>9.4.6 ERGEBNISSE NACH ERKRANKUNGSGENESE</b>	<b>87</b>
<b>9.4.7 ERGEBNISSE NACH ALTER/ EPIPHYSENFUGENZUSTAND</b>	<b>88</b>
<b>9.5. ERGEBNISSE NACH GESAMTZUFRIEDENHEIT</b>	<b>90</b>
<b>9.6 WEITERE KORRELATIONEN</b>	<b>91</b>
<b>10. DISKUSSION</b>	<b>94</b>
<b>11. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>101</b>
<b>12. TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>103</b>
<b>13. ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>105</b>
<b>14. KASUISTIKEN</b>	<b>106</b>
<b>15. REFERENZEN</b>	<b>120</b>
<b>16. DANKSAGUNG</b>	<b>125</b>
<b>17. EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG</b>	<b>126</b>

## 1. Einführung:

Der Bewegungsapparat des Menschen funktioniert durch Zug- und Hebelkräfte, indem Muskeln an Knochen ansetzen. Die Gelenke sind die beweglichen Lager, die „gut geschmiert“ einen reibungslosen Bewegungsablauf gewährleisten sollen. Ein komplexer Apparat aus Sehnen, Bändern, Gelenkkapseln und Muskeln gewährleistet die Stabilität der *Juncturae ossium*.

Je nach Anzahl der beteiligten Knochen und deren Passform zueinander unterscheidet man verschiedene Gelenktypen.

Die *Facies articulares* sind zumeist mit hyalinem Knorpel überzogen, um ein besseres Gleiten zu ermöglichen und frühzeitigen Abrieb zu verhindern. Zudem gewährleisten Trajektionslinien in Knochenschaft und Epiphysenkopf ausgeprägtere Belastbarkeit.

Vergegenwärtigt man sich das *difficile* System eines Gelenkes und bedenkt zudem, daß darauf oftmals erhebliche Lasten einwirken, nimmt es nicht Wunder, dass schon bei geringfügigen Defekten frühzeitige Abnutzung, Schmerz und Funktionstörungen die Folge sein können.

Läsionen in Knorpel-, Knochen oder Bandstruktur führen zu einer Minderbelastbarkeit des Gelenkes, was wiederum Atrophie und weitere Degeneration zur Folge hat. Dies führt zumeist zu arthrotischen Veränderungen, die Belastbarkeit und Beweglichkeit des Gelenkes weiter einschränken. Im schlimmsten Falle ist das betroffene Gelenk nicht weiter zu gebrauchen und muß je nach medizinisch-technischer Möglichkeit gegebenenfalls durch ein künstliches ersetzt werden, was häufig jedoch ein funktionelles Desaster darstellt. Ist dies nicht möglich hilft oft nur eine Arthrodesen, was v.a. im Hinblick auf die begleitende Schmerzsymptomatik des Patienten nötig wird.

Um dies zu vermeiden, muß es Ziel orthopädischen Handelns sein, Schäden frühzeitig zu erkennen und die richtige Diagnose zu stellen, um primäre und sekundärarthrotische Veränderungen zu beheben oder zumindest progrediente Prozesse soweit als möglich aufzuhalten. Hier können Prävention, frühzeitige konservative oder auch invasive Therapie von Nutzen sein.

Um folgerichtig Handeln zu können, muß das pathologische Bild vollständig erfasst werden, wozu Ätiologie, Epidemiologie, Risikofaktoren, Krankheitsverläufe, Diagnose- und Therapieschemen, die das jeweilige Krankheitsbild beschreiben, unabdingbar sind.



In der vorliegenden Arbeit werden 41 Fälle mit dem Krankheitsbild Osteochondrosis dissecans evaluiert, die im Zeitraum von 2000-2004 operativ mit retrograder Talusanbohrung und nachfolgender Spongiosaumkehrplastik behandelt wurden.

Zunächst wird in einem allgemeinen Teil das Krankheitsbild dargelegt und Therapieansätze mit dem Focus auf der retrograden Anbohrung mit nachfolgender Spongiosaumkehrplastik vorgestellt. Deren Evaluation ist das eigentliche Ziel der Arbeit. In einem speziellen Teil werden die Untersuchungsergebnisse dargestellt und erläutert, die auf einer klinischen Untersuchung, einer radiologischen Einstufung und einer von Untersucher und Patient getroffenen subjektiven Einschätzung, die in zwei Scores festgehalten wurde, beruhen.

## 2. Anatomie des Sprunggelenks

### **2.1 Embryologie und Entwicklung**

Der Bewegungsapparat des Menschen entwickelt sich vornehmlich aus dem Mesoderm. Dabei beginnt die Extremitätenentwicklung in der dritten Schwangerschaftswoche, wobei das Mesoderm der lateralen Leibeswand im Ektoderm eine leistenförmige Verdickung induziert. Diese Randleiste wiederum ist im parietalen Mesoderm der Initiator für die Ausprossung der Extremitätenknospe.

In der sechsten Schwangerschaftswoche lassen sich Finger- und Zehenanlagen von den Extremitätenfalten abgrenzen. Dabei entwickeln sich die Anlagen von proximal nach distal in Zonen unterschiedlicher Zelldichte. In der zentralen chondrogenen Zone verdichtet sich das Mesenchym zum Vorknorpelblastem aus dem die knöchernen Skelettstücke hervorgehen.

Die Kalzifizierung der langen Röhrenknochen hebt in der achten Woche an, wobei durch das Zusammenspiel von Osteoblasten und Osteoklasten der Knochen entsteht. In einer Grundsubstanz, die dem hyalinen Knorpel ähnlich ist, entwickelt sich der Knochen um Kristallisationskerne durch Ablagerung von Kalziumsalzen.

Im Bereich der künftigen Gelenkregionen entwickeln sich die Gelenkspalte durch gezielte Zelldegeneration. Man spricht dann von Abgliederungsgelenken.

Auch nach der Geburt verlängert sich der Knochen hyperplastisch durch chondrale Ossifikation, wobei parakrine und hormonelle Prozesse den Rhythmus vorgeben.(1;2)

## 2.2 Makroanatomischer Aufbau

Das Articulatio talocruralis verbindet die Trochlea tali mit den distalen Enden von Tibia und Fibula, der Malleolengabel, und verbindet so Unterschenkel und Fuß. Diese gewährleistet die Knochenführung des Scharniergelenkes, woraus sich Dorsal- und Plantarflexion des Fußes ableiten. Hierfür ergibt sich nach der Normal-Null-Methode eine Beweglichkeit von 25-0-45° als gemittelten Normwert. Die Drehachse der Articulatio talocruralis verläuft schräg von medial-proximal nach lateral-distal unterhalb der beiden Knöchelspitzen.

Die Gelenkfläche am Talus stellt den Kopf dieses einachsigen Gelenkes dar und präsentiert sich in seitlicher Ansicht geometrisch als Zylindermantelausschnitt von ca. 2cm Durchmesser und einer Bogenlänge von etwa 120°. Das distale Ende der Tibia weist eine korrespondierend zur Trochlea tali gekrümmte konkave Gelenkfläche auf, die jedoch eine deutlich geringere Bogenlänge von nur etwa 80° hat. Dadurch ist in jeder Stellung des Gelenks nur etwa ein Drittel der Trochlea tali von der tibialen Gelenkfläche bedeckt und ergibt so einen entsprechend großen Bewegungsumfang im oberen Sprunggelenk.

Die seitlichen Flächen der Trochlea tali, die die Gelenkfacetten für die beiden Malleoli tragen, sind zueinander nicht planparallel ausgerichtet. So verläuft zwar die mediale Fläche annähernd gerade, die laterale Gelenkfläche der Trochlea tali aber so schräg, daß die Talusrolle in ihrem vorderen, dem Collum tali nahen Anteil deutlich breiter ist als in ihrer hinteren Portion. Wären nun Tibia und Fibula starr miteinander verbunden, würde daraus eine Bewegungseinschränkung im oberen Sprunggelenk resultieren.

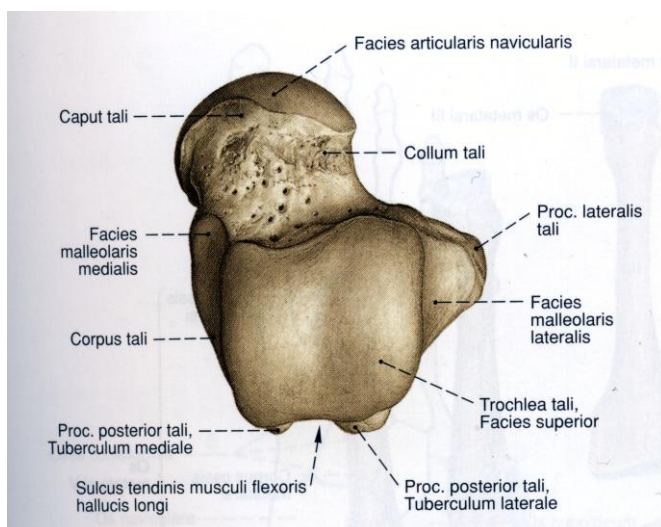
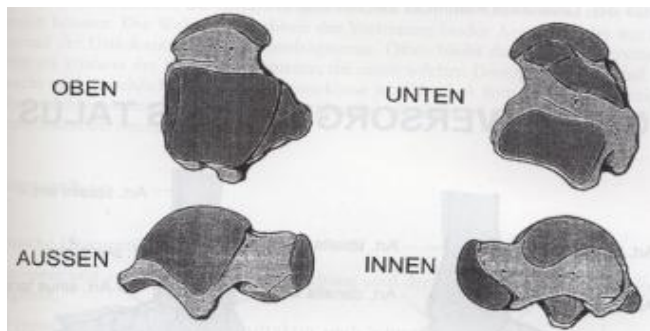


Abbildung 1 Talus (3)



**Abbildung 2 Talusansichten (4)**

Daher kommt es zu Ausbildung gelenkiger Verbindungen zwischen den beiden Unterschenkelknochen: der proximalen Articulatio tibiofibularis, die ein echtes synoviales Gelenk zwischen dem Condylus lateralis tibiae und dem Caput fibulae darstellt, und der distalen Syndesmosis tibiofibularis, welche die distalen Enden der Unterschenkelknochen straff miteinander verbindet.

Supination und Pronation werden durch das untere Sprunggelenk zwischen Talus, Calcaneus und Os naviculare definiert, wodurch in diesem multiaxialen Gelenk eine schräge Kompromißachse entsteht. Zusätzlich erlaubt das obere Sprunggelenk in starker Plantarflexion seitliche Bewegungen. Bei ausgeprägter Extension hingegen erreicht das Gelenk seine maximale Festigkeit, indem die verbreiterte Trochlea die Malleolengabel auseinanderdrängt und sich so die Bandmassen der Syndesmosis tibiofibularis darüberspannen.

Zudem wird das Sprunggelenk durch Bänder gestützt, die von den Malleolen zu Talus bzw. Calcaneus und Os naviculare ziehen.

Das Ligamentum deltoideum fächert sich vom medialen Malleolus zu allen drei erwähnten Knochen. Lateral liegen Ligamenta talofibulare anterius et posterius, welche annähernd horizontal nach vorn bzw. hinten zum Talus ziehen und das selbsterklärende Lig. calcaneofibulare. Durch diese Seitenbänder, die jedes Scharniergelenk aufweist, ist gewährleistet, dass immer ein Teil der Bänder bei allen Bewegungen im Sprunggelenk gespannt bleibt.

Somit ist beim dorsalflektierten Fuß das Gelenk am stabilsten und gewährleistet damit den festen Abdruck beim Gehen. Hierbei wird das Sprunggelenk ständig gebraucht. Umgekehrt ist zur Federung nach dem Sprung die etwas laxere Bandstellung nötig, um den Aufprall weich abzufangen. Eine ausgiebige Bewegung erfolgt nur in den beiden Sprunggelenken sowie in den Zehengelenken. Ansonsten sind die Gelenke der Fußwurzel und des Mittelfußes wie erläutert stark durch Bänder fixiert, um das federnde Gewölbe entstehen zu lassen, das bei

Belastung nur geringe Verschiebungen erlaubt und somit die nötige Tragfestigkeit gewährleistet, ebenso aber Raum für leichte Verwindungen beim Abrollen des Fußes ermöglicht.

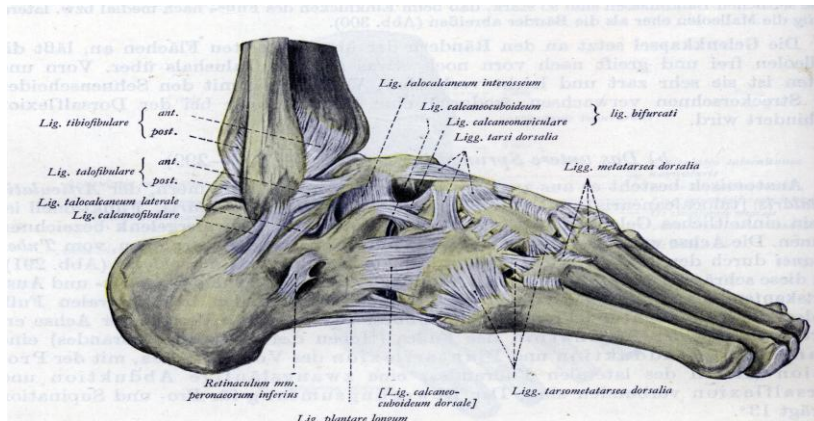


Abbildung 3 Fußskelett von lateral

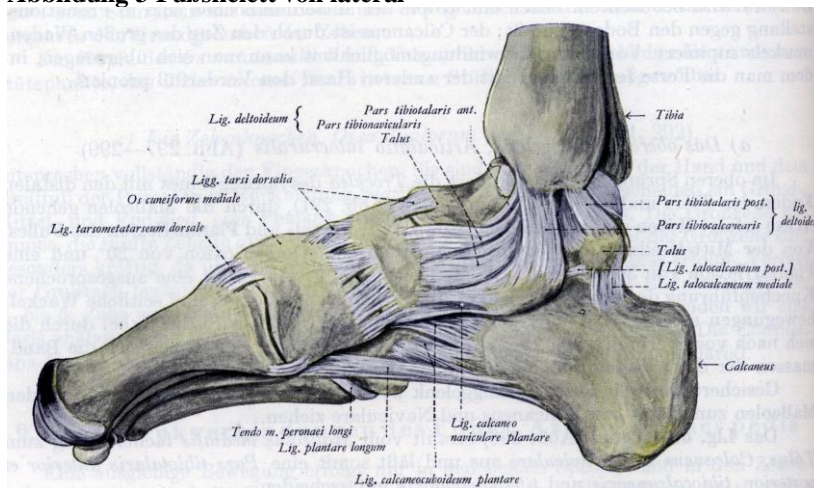


Abbildung 4 Fußskelett von medial (5)

Die Bewegung an beiden Sprunggelenken und am ganzen Fuß wird durch primär zwei Muskelgruppen gesteuert: die Unterschenkelmuskeln der Extensorenloge sowie die Flexorengruppe.

Zu ersterer gehören v.a. M.tibialis anterior, M.extensor hallucis longus und M.extensor digitorum longus. Die wichtigsten Flexoren sind der zweiköpfige M.gastrocnemicus, M.soleus und M.plantaris.(1;5-7)

Die Blutversorgung des Talus wird durch die Arteria sinus tarsi gewährleistet, die aus der A.tibialis anterior entspringt. Dadurch werden hauptsächlich Taluskopf und laterales Talusdrittel versorgt. Die mediale Seite wird vorwiegend vom Stromgebiet der A.tibialis posterior erreicht und zwar mit dem Ast A.canalis tarsi. Zusätzlich existieren zahlreiche Anastomosen dieser beiden Arterien.

## 2.3 Mikroanatomie und biologisches Verhalten des Gelenkknorpels

### 2.3.1 Aufbau des Gelenkknorpels

Der Gelenkknorpel ist hyaliner Knorpel und gekennzeichnet durch hohe Druck- und etwas geringere Zugelastizität sowie durch die Fähigkeit Gewicht zu tragen, Gleiten zu ermöglichen und v.a. beim Wachstum dem Knochen Form zu geben. Der Talus ist von einem Knorpel der Dicke 1,2-1,5mm überzogen.

Das Baugerüst der Interzellulärsubstanz besteht aus Hyaluronsäuren, die von den Chondrozyten gebildet werden. Diese bilden, zu Chondronen vereint, druckelastische Wasserpelster, die sich im Epiphysenknorpel zu Gruppen anordnen.

Zudem besteht die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels aus Glykosaminoglykanen und Proteoglykanen, in welche Kollagenfibrillen (Kollagen II) eingelagert sind, die sich um die Chondrozyten flechten. Die unterschiedliche Zusammensetzung dieser Bestandteile erklärt die differente Festigkeit des Knorpels an verschiedenen Körperregionen.

Der Gelenkknorpel wird in vier Zonen eingeteilt. In der äußersten Zone, der Tangentialfaserzone, liegen Kollagenfasern und Chondrone parallel zur Oberfläche in trajektorieller Ausrichtung. Die Zone I geht kontinuierlich in Membrana synovialis über, woran sich nach innen die Übergangszone II anschließt. Hierin sind die Chondrone noch uneinheitlich gruppiert, allerdings schon in Ausrichtung begriffen und werden von Kollagenfasern überkreuzt.

In der folgenden Radiärzone III liegen die Chondrone senkrecht und die Kollagenfasern zeigen radiären Verlauf. Zone III wird durch die sog. „tide mark“, einer wenige µm dicken Grenzlinie, von Zone IV, der Mineralisierungszone, abgegrenzt. Diese Schicht enthält nur wenige Chondrozyten und eingelagerte Kalziumphosphatkristalle. Zudem ist der Knorpel in dieser Zone, in der die enchondrale Ossifikation durch Mitose stattfindet, im subchondralen Knochen verankert.

Selbst im erwachsenen Organismus behält diese Schicht eine gewisse Fähigkeit zur Knochenneubildung. Man spricht dann von Remodelling.

Der Knorpel-Knochen-Übergang ist von Perichondrium umhüllt, einem festen Bindegewebe hauptsächlich bestehend aus Kollagen I, wovon das appositionelle Wachstum des Knorpels während der Entwicklung ausgeht. Dabei bildet sich zunächst Bindegewebsknorpel, der sich später zu hyalinem Knorpel ausdifferenziert.

Bei der Knorpelalterung gehen Chondrozyten vermehrt zugrunde. Im Bindegewebe lagern sich sog. Asbestfasern ein, die Kollagenfasern entsprechen, welche durch Wasserverlust und Veränderung der Glykosaminoglykane sichtbar werden. Besonders häufig sind davon

Gelenkknorpel betroffen, da ihr Stoffaustausch von der Synovia abhängt und sie zudem kein Perichondrium besitzen.

Regeneration funktioniert nur bei Kindern zufriedenstellend, indem vom Perichondrium ausgehend sich knorpelähnliches Ersatzgewebe, zumeist faserreiches Bindegewebe, bildet.(4;5;8)

### **2.3.2 Physiologie des Gelenkknorpels**

Aufgabe des Knorpels ist es den Knochen bei Belastung zu schützen und Erschütterungen abzdämpfen, außerdem das Gleiten im Gelenk zu verbessern und damit Inkongruenzen der knöchernen Anteile auszugleichen sowie die Hebelkräfte der Muskeln möglichst verlustfrei umzusetzen.

Dabei ist der Knorpel anpassungsfähig und verändert seine Zusammensetzung und damit seine Viskoelastizität den Ansprüchen kohärent. Unterschiedliche Impulse, Druck-, Scher- und Zugkräfte wirken auf den Knorpel ein, mit dem Ergebnis, dass sich der Knorpel durch Längenwachstum und erhöhte Stoffwechselaktivität der Chondrozyten anpasst. Auf der Zugseite vermehren sich die Kollagenfasern, während auf der Druckseite v.a. die Interzellulärsubstanz zunimmt, um den abfedernden Effekt zu verstärken.

Die vermehrte Stoffwechselaktivität kann aber beim Erwachsenen nur durch Diffusion aus dem Kapillarbett des Periostes und des umgebenden Bindegewebes gewährleistet werden, da sich nach der Fetalzeit die nutritiven Gefäße der Knochen zurückbilden.(1)

Entlang einem Konzentrationsgradienten wandern die Nährstoffe ins Knorpelgewebe. Dafür bildet sich aufgrund des hohen Sauerstoffangebotes subchondral eine basale undurchlässige Verkalkungslamelle. Hieraus resultieren Hypertrophie, Verkalkung und die Einleitung der enchondralen Ossifikation. Schon vor dem Wachstumsfugenschluß sind diese Prozesse abgeschlossen, wonach der Knorpel ausschließlich mit Anpassungsvorgängen reagiert.

Im Zuge des Alterungsvorgangs vermindern sich Wasser- und Chondroitinsulfatgehalt, die Grundsubstanz verändert sich, lagert Kalziumsalze ein und es erliegen vermehrt Chondrozyten der Apoptose. Insbesondere an Knorpelflächen, an denen das Kollagen nicht optimal organisiert ist, setzen frühzeitig degenerative Prozesse ein.

Im weiteren Verlauf, wenn die Regenerationsfähigkeit der Chondrozyten nicht mehr ausreicht genügend Faserknorpel zu erzeugen, kann es zur kompletten Zerstörung des Knorpels führen, wonach die Spongiosa offen liegt und knöcherne Schäden entstehen. Durch Granulation dieser Defekte bilden sich Detrituspfropfe, welche die Gelenksflüssigkeit reizen und zur

Synovialitis führen können. Diese Prozesse können chronifizieren und durch zunehmende arthrotische Veränderung das Gelenk zerstören.(9)

Bei diesen Vorgängen unterscheiden sich die Gelenke voneinander. Der Knorpel am Sprunggelenk zeigt z.B. im Vergleich zum Knorpel am Knie einen deutlich höheren Proteoglykan- und Glykosaminoglykangehalt. Ebenso weist er einen höheren Turnover der Proteoglykane auf. Zudem liefern Chondrozyten eine weniger ausgeprägte Antwort auf katabolische Substanzen wie Interleukin-1 und Fibronectinfragmente im Vergleich zum Knie. Darüberhinaus zeigen die Chondrozyten der Articulatio talocruralis eine ausgeprägtere Syntheserate an Proteoglykanen und dadurch eine höhere Regenerationsfähigkeit.(10;11)

### 3.Biomechanik des Sprunggelenkes

Die biomechanische Betrachtung sieht Gelenke nicht in ihren makroanatomischen Einzelbestandteilen, sondern erfasst vielmehr die Articulationes in Statik und Dynamik sowohl in Stand- als auch in Bewegungsphasen. Für das Articulatio talocruralis sind hierfür neben der oben beschriebenen Knorpelfunktion der Knochen mit seinen Trajektionslinien und die bandgeführte Bewegung des Gelenkes die wichtigsten Fokussierungselemente.

#### **3.1 Physik und Physiologie des Knochens**

Jeder Knochen ist makroskopisch und mikroskopisch optimal an die an ihn gestellte Alltagsbeanspruchung angepasst. An Stellen, wo Druck-, Zug- und Biegunskräfte am größten sind, weisen die Knochen die höchste Festigkeit auf. Zu erkennen ist dies beispielsweise an den Trajektoren, den Hauptspannungslinien, entlang derer sich die Spongiosabälkchen reihen. Auch die Substantia compacta weist Trajektoren auf. Diese Ausrichtung wird nur unterbrochen in Gebieten des metabolischen Knochens, in denen Aufgaben des Körperstoffwechsels zu erfüllen sind.

Insgesamt befindet sich der Knochen in einem „Fließgleichgewicht“. Das bedeutet, dass sich Auf- und Abbauprozesse, sprich Apposition und Resorption, bei einer alltäglichen „Sollspannung“ die Waage halten.

Steigt die Spannung an, werden zunächst mehr Kalziumsalze eingelagert. Bei anhaltenden höheren Drücken überwiegt die Osteoidbildung den weiterhin ablaufenden Abbau von Knochengewebe. Diese Vorgänge wurden als Aktivitätshypertrophie bezeichnet.

Umgekehrt nimmt die Knochenmasse unter verminderter Belastung ab, wie es zum Beispiel bei Bettruhe oder dem Tragen eines Gipses vorkommt. Man spricht dann von einer negativen Skelettbilanz (Knochenatrophie), bei der die chemische Zusammensetzung des Knochens aber weitgehend konstant bleibt.

Im Vergleich zum Knorpel ist der Knochen sehr stoffwechselaktiv. Die Hartschubstanz ist von zahlreichen Blutgefäßen durchzogen, um das Überleben der Osteozyten und der Interzellularsubstanz zu gewährleisten. Dazu werden beim Erwachsenen etwa 200-400 ml Blut pro Minute, was 6% des Herzzeitvolumens entspricht, verwendet. Trotzdem stehen die meisten Osteozyten nicht in direkter Verbindung mit dem Blutgefäßsystem. Zudem spielt die Diffusion von Substanzen und Nährstoffen durch die verkalkte Knochengrundsubstanz kaum eine Rolle. Stattdessen erfolgt der Stofftransport über die Fortsätze der Knochenzellen, deren innerste Lage an die Knochenkapillaren heranreicht, den Canales centrales. Diese Haverskanäle haben einen Durchmesser zwischen 20 und 300µm. Diese wiederum sind über die Canales perforantes mit den zu- und abführenden Blutgefäßen verbunden. Die Gefäße treten aus Periost bzw. Endost in diese auch Volkmann-Kanäle benannten Canales perforantes ein.

Bei den für diese Arbeit wesentlichen Knochen handelt es sich um Lamellenknochen, die durch chondrale Ossifikation entstehen und sich dabei, wie oben kurz erwähnt, nach der Passform des Knorpels formen, wohingegen sich der Knorpel nach dem erfolgten Wachstumsabschluß eher dem Knochen anpasst.(1;9)

### **3.2 Funktion des Sprunggelenkes**

Der aufrechte Gang des Menschen hat dazu geführt, dass die Fläche, auf der er sich bewegt zumeist uneben ist und das Gewicht, sobald nur noch ein Fuß den Boden berührt auf einem Bein austariert und getragen werden muß. Hinzu kommt beim normalen Gangbild eine Abrollbewegung des Fußes, die hilft Reibungsverluste zu verringern.

Um die Anpassungsfähigkeit an Unebenheiten sowie einen ökonomischen Bewegungsablauf zu erhalten, hat sich beim Menschen der Komplex aus oberem und unterem Sprunggelenk



herausgebildet. Dadurch sind die Anforderungen des aufrecht stehenden und gehenden Organismus gewährleistet.

Am oberen Sprunggelenk Dorsalextension und Plantarflexion, womit eine schräge Achsbewegung am Spielbein durchgeführt werden. Diese Achse verläuft ideal gedacht durch die Spitze der beiden Knöchel von medial-proximal nach lateral-distal. Da es sich, wie oben schon erwähnt, bei den Gelenkkörpern nicht um einfache kongruente geometrische Körper handelt, bleibt die Achse im Bewegungsablauf nicht konstant und zeigt dynamische Verschiebungen während der Bewegung.

Die so erreichbaren Bewegungsausmaße belaufen sich, wie in der Einleitung angemerkt, der Normal-Null-Methode entsprechend auf 25-0-45° (Dorsalflexion-Plantarflexion).

Unterschiedliche Angaben diesbezüglich, die hier gemittelt sind, lassen sich eventuell durch ein Mitbewegen der Intertarsalgelenke am Spielbein erklären.

Bei fortschreitender Dorsalflexion verlagert sich das Gelenk in die sog. „close-packed-position“, was durch den breiteren vorderen Anteil der Trochles tali und durch die wachsende Wandspannung erklärt werden kann. Diese gesperrte Stellung des Gelenks entsteht durch allmählich ansteigenden Widerstand in der Malleolengabel.

Da die Fibula mit ihrem Malleolus lateralis an der eben erwähnten breiteren Vorderfläche der Trochlea tali entlanggleitet, führt dies in der Dorsalflexion zu einer geringfügigen Außenrotation. Dabei wachsen die Bandspannungen zwischen Tibia und Fibula, sowie Torsionsspannungen im Wadenbeinschaft, was den ergonomisch günstigen Widerstand erklärt. Für die Initialphase der kräftigen Abstossung, sei es beim Gehen, Laufen oder sonstigen alltäglichen Bewegungen, ist dieser unabdingbar. Zudem ist die „close-packed-position“ förderlich für einen möglichst energiesparenden amuskulären Stand.

Die Bänder des oberen Sprunggelenks hemmen die ihrem Verlauf entgegengesetzten Bewegungen, was in den Endlagen der Bewegung noch deutlicher zum Vorschein kommt. Zudem stützen sie das untere Sprunggelenk, wenn man von den talofibularen und tibiotalaren Bändern absieht.

Das bedeutet, dass bei Dorsalflexion die Pars tibiotalaris posterior der Ligg. mediale, calcaneofibulare und talofibulare mit steigender Spannung reagiert. Die Bandführung der Plantarflexion wird v.a. geführt durch die Partes tibiotalaris anterior et tibionavicularis des Lig. mediale, wobei das Lig. talofibulare anterius mitwirkt.

Die zähste und zentrale Portion des Lig. mediale, das sog. Lig. deltoideum (Pars tibio calcanea) sorgt für die feste Verbindung von Unterschenkel und Fuß und spannt sich über den gesamten Bewegungsumfang des oberen Sprunggelenks.

Ergänzt wird diese Bandsicherung durch den Muskelapparat, was auch durch eine dynamische Hemmung der jeweiligen Antagonisten bewerkstelligt wird. Bei Dorsalflexion übernimmt diese Aufgabe der Triceps surae über seine Tendo calcanei. Bei der Plantarflexion übernehmen diese Aufgabe die Extensoren, in vorderster Front Mm. tibialis anterior et peroneus tertius.(6;12)

## 4.Pathologien des Gelenkes

### **4.1 Traumata**

Die gesellschaftliche Entwicklung zu mehr Ausgleichssport fördert zunehmend diverse Traumata. Zumeist sind dies Mikrotraumata, die durch wiederholte Einwirkungen auf Gelenke entstehen, was nicht nur beim Sport sondern auch v.a. bei der Arbeit und etwaigen Alltagsaktivitäten geschieht. Hierbei können auch Läsionen von Nerven und Gefäßen sowie angeborene oder erworbene Gelenkfehlstellungen eine wichtige Rolle spielen.

Wenn eine externe Gewalteinwirkung zu einem Schaden führt spricht man von einem Makrotrauma. Beide unterscheiden sich in Morphe und Sekundärschäden nur geringfügig.(12;13)

Hierbei ist zunächst zu beachten, dass jede Belastung und Beanspruchung eines Gelenkes und seine Gewebeabbau und -abnützungsvorgänge durch derartige funktionelle Reize zustande kommen. Die physiologische Regeneration verlangsamt sich im Alter. Zudem setzt die Summe kleiner Mikotraumata oder ein schwereres Makrotrauma einen Schaden, der oft eine Restitutio ad integrum vereitelt und somit unweigerlich in degenerative Gelenkprozesse mündet, die im nächsten Punkt erläutert werden sollen.(8)

Grundsätzlich können Traumata Bänder, Knochen und Knorpel betreffen. Kapselprellungen führen zu einem Gelenkerguß und heilen zumeist voll aus. Bei Supinations- oder Pronationstraumata, die zu Banddehnungen, -zerrungen oder gar dem Reißen einzelner oder mehrerer Bandbestandteile führen, kann man in einem Großteil der Fälle auch mit einem vollständigen Ausheilen der Beschwerden rechnen, selbst wenn der Patient einer operativen Versorgung zugeführt werden muß.(12) Bleibt das Gelenk allerdings instabil, kann das natürlich zu gering- oder hochgradiger Immobilisation führen, was wiederum einen degenerativen Prozess des Gelenkes fast unweigerlich zur Folge haben wird, da Durchblutung

des Knorpels und Versorgung der Synovia abnehmen, was wiederum zu Unterernährung des Knorpels und somit zum Absterben von Chondrozyten führt.(4)

Distorsionen sind oft Auslöser für sog. Impingementsyndrome, bei denen sich durch narbige Weichteilrückstände Schmerzen und Bewegungseinschränkungen des Sprunggelenkes ergeben können.

Ein größeres Problem stellen schon die akuten oder chronischen Überlastungen des Gewebes dar, die zu Formabweichungen der Gelenke führen, wobei sich in der Folge Gelenkstatik und Dynamik verändern. Da die Knorpeldestruktion der Dreh- und Angelpunkt der Gelenkpathologien ist, wird das Outcome zumeist vom Grad der Knorpelschädigung bestimmt. Wichtige Prozesse hierbei sind subchondrale Sklerosierung der Gelenkflächen und Osteophytenbildung an den Gelenkrändern. Zu beachten ist dabei, dass Knorpelopathologien nicht zwangsläufig mit Schmerzen einhergehen müssen, da Knorpel selbst keine Nervenendigungen besitzt. Das bedeutet, dass ein Trauma einen degenerativen Prozess einleiten kann, der in seiner Progredienz stumm verläuft und daher vom Patienten nicht registriert wird, nachdem die Weichteilverletzungen und Schwellungen abgeklungen sind.(12;13) Bei einer Gelenkknorpelprellung kann zugleich eine Flake-Fraktur die Folge sein, was eine subchondrale Fraktur darstellt, bei der die Gelenkfläche abscherft. Derartige Läsionen rufen in aller Regel größere Hämatome und ein sogenanntes Hämarthros hervor. Eingeschlossen sind auch alle Gelenkdistorsionen die zu Kapselzerreißen führen. Wenn dergleichen Frakturen nicht vollständig ausheilen, droht die oben angesprochene Umformung des Gelenks. Zudem gibt es verschiedene Formen von Impingementsyndromen am Sprunggelenk, die schmerzreiche Krankheitskomplexe darstellen, bei denen durch verstärkte Reibungskräfte Gewebsläsionen auftreten, was wiederum die Biomechanik des Gelenks verändert. Diese Veränderungen sind jedoch meist nur im MRT zu detektieren und differenzialdiagnostisch von anderen Entitäten abzugrenzen, die chronischen Schmerz am Sprunggelenk auslösen können.(14)

Diesen Läsionen und Traumata ist allen gemein, dass sie nach individueller Latenzzeit in Arthrose münden, wenn sie nicht rechtzeitig adäquat behandelt werden.(4)

Roberts et al. haben beispielsweise bei einem Kollektiv von 435 Patienten mit Arthritis im Endstadium festgestellt, dass 58% der Patienten nach einer Sprunggelenksfraktur eine posttraumatische Arthritis entwickelt haben, weitere 13% zeigten inflammatorische Arthritis, 11% Osteoarthritis und 18% chronische Bandinstabilität.(15)

Im Mittelpunkt adäquater Therapie steht die therapeutische Arthroskopie. Seit es technisch möglich ist auch den hinteren Anteil des Sprunggelenks gut zu beurteilen, hat sich diese

Methode am Talocruralgelenk als genauso wertvoll wie beispielsweise am Kniegelenk erwiesen. Eingeschlossen hierin ist ein Zugang, der die Osteotomie am Knöchel vermeidet und somit minimal invasiv ein zusätzliches iatrogenes Trauma größtenteils vermeidet, nachdem man entsprechende Beschwerden bislang durch offene Zugänge gemanaget hat.(16) Debridement bei degenerativer Arthritis, Abtragen von Osteophyten, Entfernen von freien Körpern im Gelenk und Management von Impingementsyndromen gehören zum kurativen Spektrum der Arthroskopie. Dadurch ist auch eine Arthrodesse mit geringerem iatrogenem Trauma zu erreichen, da eine Arthrotomie vermieden werden kann.(17)

## **4.2 Degenerative Prozesse**

Arthrosis deformans ist die häufigste und für das einzelne Gelenk meist präfinale Gelenkpathologie. Bei über 75% der Bevölkerung über 50 Jahre finden sich radiologisch nachweisbare Gelenkveränderungen, was bei den über 70-Jährigen schon auf größer 90% ansteigt. Nach Angaben des statistischen Bundesamtes leiden mittlerweile täglich mehr als 5 Mio. Menschen allein in Deutschland an einer behandlungsbedürftigen Arthrose.(18)

Sie ist die Folge primärer Knorpeldestruktion, wobei initial die Beweglichkeit des Knorpels noch voll erhalten ist. Sekundär führen Veränderungen an Knochen, Bandapparat und Muskeln zu erheblichen Funktionseinschränkungen.(12)

V.a. auch die oben erwähnten Folgen von Sportverletzungen wie Bandrisse, Veränderungen von Gelenkoberflächen, Gelenkstellungen, jegliche Form von Knorpel- und Kapselverletzungen sind eindeutig mit einem höheren Risiko vergesellschaftet in einer progredienten Osteoarthritis zu münden.(13)

Legt man die Pathogenese zugrunde, gilt es, eine primäre und eine sekundäre Form der Arthrose zu unterscheiden, wobei das diffizile Gleichgewicht des Remodelling gestört wird. Die primäre Form ist Folge von Überbeanspruchung eines Gewebes, sei es direkt durch schwere Arbeit, Sport oder erhöhtes Körpergewicht oder aber indirekt durch Verminderung der Leistungsfähigkeit der bradytrophen Gewebe durch endogene Veränderungen wie Alterung oder eingeschränkte Stoffwechselvorgänge. Hierbei ist aber vieles noch ungeklärt, so dass manche Autoren die primäre auch als idiopathische Form der Osteoarthrose bezeichnen.(4;12;19)

Die sekundäre Form basiert entweder auf kongenitalen Dysplasien wie Coxa valga, verschiedenen Formen von Luxationen oder Wachstumsstörungen im Epiphysenbereich.

Andererseits können die sekundären Formen Folge erworbener Gelenkdeformierungen sein, wobei an entzündliche Degeneration, rheumatoide Erkrankungen, Traumata, Gelenkachsenverschiebungen und chronisch-nicht-entzündliche Arthropathien zu denken ist.(12)

Diese Vorgänge versucht man sich pathogenetisch wie folgt zu erklären:

Mechanischer Stress verändert den Chondrozytenmetabolismus, was verstärkten Proteoglykanabbau und erhöhte Aktivität von Matrixmetalloproteinasen induziert. Durch kleinste Mikrofrakturen und Erosionen werden Mikropartikel des degenerierten Knorpels durch Druck und Reibung bei der Bewegung des Gelenkes mobilisiert, was letztendlich zu einer schmerzhaften Synovialitis führt. Man spricht dann von einer aktivierten Arthrose. Dieser Prozess ist progredient. Die Höhenabnahme des Knorpels erfolgt langsam und schmerzfrei. Elastizitätsverlust tritt ein, was auch röntgenmorpologisch sichtbar wird. Arthroskopisch sieht man Exophyten, Osteophyten, Knochenabschliff und Synovialitis. Hinzu kommt Zystenbildung.

Das Röntgenbild zeigt subchondrale Sklerosierung, Knorpel- und Gelenkspaltverschmälerung.

Man teilt die degenerative Osteoarthritis in 3 Stadien ein:

Stadium I ist gekennzeichnet durch verschmälerten Knorpel, Belastungsschmerz und Muskelverspannungen. Oft kann die Schmerzhaftigkeit in diesem Stadium nur palpiert werden. Krepitationen, leichte Bewegungseinschränkungen, Anlauf- und Ermüdungsschmerz gehören zu den Frühsymptomen. Eventuell werden diese Frühsymptome als rheumatische Beschwerden erkannt.

Im Stadium II zeigt sich zunehmend subchondrale Sklerosierung, Knorpelususurierungen und Geröllzysten, mit Synovialdetritus gefüllte Hohlräume in der Spongiosa. Klinisch geht der Belastungsschmerz in Bewegungsschmerz über. Die Muskelspannungen können in Kontrakturen münden. Man spricht dann von Kapselmuster und Periarthrose.

Stadium III zeigt Zystenbildung, Knorpelaufbruch, Knochenanschliff und Ruheschmerz.

Das Gelenk versteift zunehmend.

Muskelathrophie und Instabilität des Gelenkes (Schlottergelenke) können weitere Folgen sein. Symmetrischer Befall deutet auf primäre Arthrose. Bsp. hierfür sind Heberden- und Bouchardarthrose. Bei beiden ist eine genetische Disposition bekannt. Knie, Hüfte, Sprunggelenk und HWS sind ebenfalls häufig befallene Gelenke.

Differenzialdiagnostisch muß man v.a. Arthritiden unterschiedlichster Genese, metabolische Arthropathien und Osteoporose im Blick haben.(12)

## 4.2 Therapieschemata und arthroskopisches Management

Prävention ist bei Gelenkpathologien, v.a. denen degenerativer Art, das Alpha und das Omega des therapeutischen Vorgehens. Da kurative Ansätze der Osteoarthrosebehandlung sich großteils per se ausschließen, weil zerstörte Gelenkanteile zumeist unwiederbringlich verloren sind bzw. das Regenerationsgewebe den physiologischen und physikalischen Ansprüchen nur unzureichend gewachsen ist. Bewegungsarmut und Adipositas sind die wesentlichsten Förderer degenerativer Gelenkpathologien.

Neben dem Ausschalten dieser Faktoren ist v.a. die frühzeitige Diagnose präarthrotischer Veränderungen und die sofortige Behandlung wichtig. Symptombdauer, -ursache, Alter, Art und Ausmaß der Knorpelläsion sowie Begleitpathologien sind hierbei wesentliche Determinanten der Behandlungstechniken.

Angeborene Störungen gilt es baldmöglichst einer operativen Versorgung zuzuführen. Im Übrigen ist die Behandlung degenerativer Gelenkserkrankungen leider großteils nur symptomatisch. Nach genauer Lokalisation und Klassifizierung des Defektes konzentriert sich die Therapie auf die Hauptsymptome: Schmerz, Schwellung und Bewegungseinschränkung. Zum Behandlungsprogramm konservativer Maßnahmen gehören: Ruhigstellen, physikalische und krankengymnastische Übungen zur Stärkung der Muskulatur und zu optimaler Verhaltensanpassung v.a. im Alltag, orthetische Versorgung, medikamentöse Behandlung mit nichtsteroidalen oder steroidalen Antiphlogistika, eventuell Schmerztherapie mit Opiaten.

Schlägt die konservativ symptomatische Therapie fehl, sollte nicht zu lange gezögert werden eine operative Intervention durchzuführen, um beginnende Prozesse möglichst früh zu unterbinden.<sup>(19)</sup> Zuvor versucht man jedoch, ergänzend zur konservativen Therapie die medikamentösen Möglichkeiten auszuschöpfen, womit allerdings nur Knorpel- und Gelenkschäden leichten bis mittleren Ausmaßes angegangen werden können.

Die klassischen nichtsteroidalen Antiphlogistika zeigen analgetische, antipyretische und antiphlogistische Wirkung. Dies wird durch Hemmung der Prostaglandinsynthese erreicht, was wiederum durch Inhibition der Zyklooxygenase abläuft. Mit Entwicklung der ausschließlichen COX-2-Hemmer hat sich das gastrointestinale Nebenwirkungsprofil deutlich verringern lassen, wohingegen kardiovaskuläre und renale Probleme eher schwerwiegender geworden sind. In Arbeit befinden sich Kombinate: COX-LOX-Hemmer, die gleichzeitig die Lipoxygenase hemmen. Eine andere Alternative sind reine Analgetika, welche die Prostaglandinsynthese nicht beeinflussen. Man unterteilt Nicht-opioid Analgetika, wie ASS, Paracetamol, Metamizol und Ibuprofen und Opioide, v.a. Morphin und seine Analoga, die bei

nicht anders behandelbaren Schmerzen indiziert sind. Eine weitere Therapiealternative stellen die intraartikulär injizierten Kortikosteroide dar, die v.a. auch zur Schmerztherapie eingesetzt werden und ebenfalls durch Hemmung von Prostaglandin- und Leukotriensynthese ihre Wirkung erzielen. Auch die Gabe von Glucosaminsulfat, Chondroitinsulfat und Hyaluronsäure soll die Entzündungsreaktion eindämmen.(18)

Das Dilemma der bisherigen Arthrosebehandlung auf operativem Sektor liegt in der mangelnden Beeinflussbarkeit der leicht und mittelgradigen Knorpelläsionen.(19)

Operative Vorgehensweisen haben zwei Ziele: die Gelenkmechanik und die Gelenkbiologie. Erstere erstrebt eine Verbesserung der Gelenkkongruenz und eine Minderung der Gelenkbelastung. Die Eingriffe zur Verbesserung der Gelenkbiologie haben Ansatzpunkte bei Durchblutung (Anbohrungen), Gelenktrophik (Synovektomie), Gleitfähigkeit und Reduzierung der Schmerzhaftigkeit (Denervierung). Schlägt all dies fehl, bleiben Gelenkersatz und Arthrodesen. Bei letztgenannter Maßnahme geht die Beweglichkeit des Gelenkes verloren.

Beide taugen aber größtenteils dazu die Schmerzsymptomatik in Griff zu bekommen.(12) Saltzman und seine Kollegen haben in einer retrospektiven Arbeit Daten hierzu erhalten und festgestellt, dass von 132 Patienten mit einer totalen Sprunggelenksarthroplastik (Prothese) mehr als 90% eine deutliche Schmerzreduzierung angaben und mit dem Outcome zufrieden waren.(15)

McGuire et al. steuerten eine Vergleichsanalyse: Arthroplastik gegen Arthrodesen zur Diskussion bei 25 Patienten wurden mit einer Arthroplastik, 18 mit Arthrodesen versorgt. 16 der ersten und 17 der zweiten Gruppe hatten ein gutes oder sehr gutes Ergebnis. Dabei war die Arthroplastik v.a. bei Patienten mit rheumatoider Arthritis, nicht aber bei posttraumatischer Arthrose erfolgreich. Daraus folgern die Autoren, dass Fälle mit rheumatoider Arthritis und gleichfalls ältere Patienten, die mehrere Operationen eventuell nicht mehr adäquat verkraften und prognostisch wenig Gelenkbelastung haben werden, mit einer Arthroplastik behandelt werden sollten. Bei jüngeren Patienten hingegen, v.a. auch bei posttraumatischen Arthrosen, sollte eher eine arthrodetische Versorgung angestrebt werden. (20)

Bandinstabilität führt vorrangig zu Funktionseinschränkungen und erweist sich bei gewichtstragenden Gelenken wie dem OSG in der Form einer Arthrose als Leitpathologie.

Zudem sind Muskeln ein wesentlicher Faktor von Gelenkführung und -belastung. Überlastung ist nicht nur typischerweise gepaart mit dem Beginn degenerativer Gelenkprozesse sondern auch umgekehrt. Muskelkraft- und -koordination werden durch Gelenkpathologien beeinträchtigt. Dies haben Herzog et al. in Tierversuchen am Knie

festgestellt. Dafür haben sie erstens beobachtet, dass die Muskelkraft in Knie- und Sprunggelenksextensoren nach Intervention über Wochen signifikant erniedrigt war, zweitens eine ebenfalls signifikante Stabilitätseinbuße und Rückgang der Anpassungsfähigkeit an unebenes Gelände, drittens eine Veränderung der elektromyographischen Signale, v.a. hinsichtlich der Steuerung von Extension und Flexion während der Bewegung. Diese Ergebnisse erhielt man nach Botoxinjektion in das Knie von Hasen. Bei Versuchen an Katzen konnte zudem festgestellt werden, dass schon bei 30-60min starker Überbelastung eine Hochregulation von mRNA spezifischer Metalloproteinasen und gleichzeitig von einigen MMP-Inhibitoren zu verzeichnen ist. Weiter ist hierzu zu erwähnen, dass der degenerative Alterungsprozess v.a. auch evidence based mit dem Alterungsprozess des Menschen verknüpft ist. Nun merken aber die Autoren an, dass ihre Ergebnisse daraufhinweisen, dass die Entwicklung einer Osteoarthritis nicht nur eine Folge des Alters, sondern v.a. auch eine Konsequenz aus dem Kraft- und Muskelgewebeverlust ist, was dazu führt, dass Gelenke nicht mehr so gut geführt werden können, dass die funktionellen motorischen Einheiten abnehmen und damit die Kontrolle über das Gelenk.(13) In diesem Zusammenhang ist noch auf das Zusammenspiel zwischen Excitation und Muskelbewegung und propriozeptiver Inhibition durch die jeweiligen Gegenspieler hinzuweisen, die in der hier zitierten Arbeit als wichtiger gelenkschonender Faktor besprochen wird, der auch im Zuge der Altersatrophie nachlässt. Übertriebene Muskelinhibition dagegen führt eher zu Verletzungen und Abnutzung des Gelenkes. Aus diesen Ergebnissen ziehen die Autoren die Schlussfolgerung, dass die Integrität des Muskelkorsetts bzw. die adäquate Rehabilitation wichtige Komponenten sowohl erfolgreicher Prävention, als auch wichtige Bestandteile der Gelenkheilung nach Verletzung sind.(13)

Dies ist mit Sicherheit ein Ergebnis, aus dem man auch die Schlussfolgerung ziehen darf, dass zwar die operativen Therapiemaßnahmen oft entscheidenden Vorteil gegenüber dem rein konservativen Vorgehen bieten, dass aber zur optimalen Versorgung eines Patienten die konservativen Techniken im Sinne eines multimodalen Therapieregimes keineswegs außer Acht gelassen werden dürfen.(12;19) Bei Sprunggelenksverstauchungen, -zerrungen oder Banddehnungen ist der Standard immer noch die nicht-operative konservative Vorgehensweise.(15)

Grundsätzlich ist bei all diesen Therapiemaßnahmen der Erhalt der funktionellen Einheit „Gelenk“ die oberste Prämisse. Zur Rezidivprophylaxe versucht man den Patienten gezielt zu schulen, um seine Ernährung, Bewegung, überhaupt sein gesamtes Alltags-, Sport- und Freizeitverhalten seinen Erfordernissen und Möglichkeiten anzupassen.(12;19) Bahr weist



hierbei nochmals explizit daraufhin, dass gezieltes Training der richtigen Muskelgruppen genau diese funktionelle Einheit erheblich stabilisieren kann, sowohl im Sinne der Prävention als auch bezüglich schon geschädigter Gelenke. Dabei sieht er dieses „Training“ in einem funktionellen Sinn dahingehend, dass er von den häufigsten Unfallmechanismen ausgeht, diese analysiert und daraus spezifische Konsequenzen zieht.(21)

Aus alledem ist schon ersichtlich, dass man keinen eindeutigen Algorithmus zur Behandlung arthrotischer Gelenkpathologien angeben kann, sondern, dass eine Kombination aus konventionellen und innovativen v.a. intraartikulären operativen Maßnahmen ein multimodales Therapiekonzept fordert, das auch „tissue engineering“ als Methode zur vitalisierenden Gewebemodifikation beinhaltet und z.B. derzeit schon bei der autologen Chondrozytentransplantation (ACT) erste Anwendung findet.(19)

Ansonsten sind die Prädiktoren noch nicht vollständig charakterisiert. Jungdliches Patientenalter und offene Wachstumsfugen scheinen eine höhere Heilungspotenz und -tendenz zu haben, wenn Läsionen traumabedingt sind. Hierbei ist an eventuelle Begleitpathologien zu denken, die sich erst nach Jahren entwickeln. Um das langfristige Outcome abschätzen zu können, sind viele arthroskopisch chirurgische Techniken noch zu neu.

Etablierte arthroskopische Therapieverfahren sind das Debridement, auch „house cleaning“ genannt Arthroplastie nach Magnuson mit Funktionsverbesserung durch Osteophytenabtragung, Entfernung freier Gelenkkörper sowie Synovektomie.

Eine Chondroplastik wendet man bei leichten und mittelgradigen Knorpelläsionen an. Bei Schweregraden an der Schwelle zur Endoprothese bei degenerativen Erkrankungen wird ihr Nutzen kontrovers diskutiert.

Vielversprechend sind sog. Responsetechniken, wobei fibrokartilaginäres Ersatzgewebe aus pluripotenten Subchondralstammzellen generiert wird. Dabei wird prinzipiell nur die oberflächliche sklerosierte Kortikalisschicht abgetragen und erreicht, dass die untergelagerte sehr gut vaskularisierte Schicht exponiert wird. Darauf bildet sich ein Blutkoagel, sog. „super clot“, das hilft faserknorpeliges Ersatzgewebe aufzubauen. Johnson L.L. hat hierzu bereits 1986 eine Studie durchgeführt und dabei an 400 Patienten bei nur 12% eine Beschwerdefreiheit festgestellt, was zusammen mit der 2-3 monatigen Entlastung der Gelenkflächen die Methode nicht an den obersten Positionen rangieren lässt.(22) Dieses Vorgehen ist schon vor dem Durchbruch der Arthroskopie von Landells, Pridie, Campbell und Rosenberg beschrieben worden. Steadman hat es erstmals als Mikrofracturing dargestellt. (23) Dabei versucht man mittels einer Ahle eine siebförmige Penetration der subchondralen

Grenzlamelle zu erreichen, um den stammzellhaltigen „super clot“, zu induzieren. Hier konnte Steadman immerhin eine 75% signifikante Schmerzverbesserung feststellen, v.a. bei Patienten <60 Jahren mit Knorpelläsion Grad IV. Diese Responsemethoden sind einfach und günstig durchführbar. Leider ist die langfristige Qualität des Faserknorpels nicht mit der des ursprünglichen hyalinen Knorpels zu vergleichen. Die Biomechanik erlaubt es zudem nicht, großflächigere Knorpeldefekte hiermit adäquat zu behandeln, v.a. wenn bei einem Vollknorpeldefekt die schützende Knorpelschulter fehlt.

Weiter versucht man Gelenkflächenrestitution durch chondrogene Transplantate zu erreichen, indem man chondrogene Progenitorzellen im frei transplantierten Perichondrium- und Periostlappen bereitstellt. So soll die Neogenese des Gelenkflächenknorpels am Defektort gefördert werden. Hiermit werden vorrangig lokale Defekte behandelt.

Die Autologe Chondrozytentransplantation hat mittlerweile als anerkannte Indikation oberflächliche chondrale und subchondrale Defekte, besonders der Femurkondylen des Kniegelenks. Für die OD gibt es spezielle Indikationen, da hier die Defekttiefe stets größer ist. Eine gleichzeitige Spongiosaplastik ist empfehlenswert, obgleich eine sichere Verbesserung der klinischen Verläufe noch nicht bewiesen werden konnte.

Fasst man zusammen, findet man folgende Prädiktoren für ein positives Outcome aller Therapiearten:

normales Alignment, kurze Symptombdauer, mechanische Symptome, minimale Röntgenveränderungen, jüngeres Alter und einen milden Arthroseggrad.

Vorzeichen für ein eher ungünstiges Ergebnis sind Achsdeformität, Instabilität, hohes Alter, gravierende Röntgenveränderungen, Chondrokalzinose, entzündliche Arthritiden (z.B. RA) Vor-OP's und chronische Symptome.

Leider ist es nach wie vor der Fall, dass Ergebnisse dieser gängigen Therapieverfahren zwar in zahlreichen kleineren Arbeiten vorgestellt wurden, dass aber große randomisierte Studien noch immer fehlen. Das Leitprinzip der Behandlung ist die Suche nach einem sicheren, gering invasiven, effizienten und letztendlich kostengünstigen Therapieverfahren. Hierbei wird das weitere Outcome davon bestimmt bleiben, daß Großteile der Therapie symptomatisch sind. Bisherige Behandlungskonzepte können aber wahrscheinlich durch sog. Bioprothesen ergänzt und eventuell auch deutlich verbessert werden.(19)

## 5. Osteochondrosis dissecans tali – das Krankheitsbild

### **5.1 Defintion und Epidemiologie**

Die Osteochondrosis dissecans tali gehört zur Gruppe der aseptischen Knochennekrosen und ist eine primäre Krankheit des subchondralen gelenknahen Knochens. Das Articulatio talocruralis ist neben Knie und Ellenbogen die häufigste Prädilektionsstelle. Im Übrigen kann sich die Osteochondrosis dissecans an allen Gelenken des menschlichen Bewegungsapparates manifestieren, wobei solche mit konvexen Gelenkflächen nachweislich anfälliger sind. Somit stellt die OD-tali eine Sonderform osteochondraler Läsionen (OLT) dar. Früher wurde sie auch mit „flake fracture“, „talar dome fracture“ und „osteochondraler Fraktur“ gleichgesetzt. Die Differenzierung beider ist in der Literatur nicht immer eindeutig gezogen worden, wenngleich zahlreiche Autoren explizit darauf verweisen. Da sich die therapeutischen Vorgehensweisen aber ähneln, sollten zu weitläufige akademische Debatten zu Gunsten eines optimalen Behandlungsmanagements hinten angestellt werden. Als die häufigste Verletzungsursache des OSG gilt die Distorsion, die eine Inzidenz von 0,1 – 6,5% aufweist. Oft werden OLT's im Anfangsstadium nicht erkannt, was, wie oben erläutert, frühzeitig in Arthrose münden kann.(24-26) Die Mehrzahl der medialen OLT-Läsionen liegt dorsal, wohingegen bei lateralen Defekten der vordere Anteil des Talus betroffen ist. Laterale Läsionen sind eher flach und zeigen einen Schermechanismus, wohingegen die medialen Traumata eher tiefer und schalenförmig sind und durch einen Kompressionsmechanismus in Torsion erklärt werden können.(25;27;28) Von Berndt und Harty wurde schon 1959 die osteochondrale Läsion in 4 Schweregrade eingeteilt: I Impression am Talus mit intakten Bändern, II partielle Lösung des Dissekates mit Ruptur der Kollateralbänder, III komplett gelöstes aber noch nicht verschobenes Fragment, IV gelöstes und verschobenes Dissekat.(4;43) Diese Einteilung der OLT war der Vorläufer der Stadienklassifikation der OD, die derzeit als allgemein gültig verwendet wird. Die Grenzen zwischen verschiedenen osteochondralen Läsionen sind nicht immer einfach zu ziehen.

V.a. im Klinikalltag ist zumeist eine genaue Differenzierung und Qualifizierung der Läsionen nur schwer zu erreichen und auch für die therapeutische Konsequenz nicht immer von Belang, so dass man versucht die Nomenklatur konsekutiv zu vereinfachen. Bei der OD muß nicht immer die Folge Trauma – radiologisch gesicherte Defektzone am Knorpel so deutlich erkennbar werden und im Vordergrund stehen. Prinzipiell kann die OD in jedem Lebensalter auftreten. In den bislang vorliegenden Daten zeigt sich aber ein Peak im 2. Lebensjahrzehnt.

Struijs hat in seiner Reviewstudie über 702 Patienten ein mittleres Alter von 26,9 Jahren bestimmt.(30-32) Die Inzidenz der Erkrankung wird bislang mit 0,09% angegeben. Die Prävalenz liegt bei 0,002%. (27;28;33) Verschiedene Autoren konstatieren zudem eine juvenile Form der OD, wenn Patienten zwischen 5 und 15 Jahren betroffen sind. Dabei legen sie den ätiologischen Schwerpunkt etwas mehr auf epiphysiale Entwicklungsstörungen, die gepaart mit traumatischen Geschehnissen eine OD auslösen können. Die Heilungschancen gelten in dieser Fallgruppe als deutlich besser, wenn man frühzeitig darauf reagiert. Auch die Spontanremissionsraten sind höher.(34-36) Bruns hat sich die Mühe gemacht eine Studie durchzuführen, wobei er die beiden Gruppen unterschied. Sein cut off lag bei 16 Jahren. Die Gruppe der jungen Patienten schnitt dabei deutlich besser ab.(37) Letts hat in den letzten Jahren 26 Fälle juveniler OD behandelt und dabei durch einfache Anbohrung in 25 Fällen ein sehr gutes Ergebnis erzielt.(38) Ein anderes Ergebnis lieferte Sales de Gauzy, indem er 31 Fälle der OD an Kindern vorliegen hatte. Er verzichtete allerdings auf jegliche Behandlung und gab nur die Empfehlung ihrer üblichen Aktivität weiterhin nachzugehen, soweit dies der Schmerz erlaubte. 30 Fälle sollen sich komplett zurückgebildet haben. Auf diese Diskrepanz muß bei Darstellung der Therapie und in der Diskussion nochmals eingegangen werden.(39)

## **5.2 Ätiologie und Lokalisation**

Primär ist bei der Osteochondrosis dissecans im Gegensatz zu gelenkflächenfern und ubiquitär auftretenden ossären Nekrosen der gelenknahe Knochen isoliert betroffen. Die OD ist gekennzeichnet durch einen progredienten Verlauf, bei dem es entweder durch fortbestehende Einflußfaktoren oder in Gang gesetzte Pathogenitätsauslöser zu einer Demarkation und in Folge zu einer Ablösung eines Knorpel-Knochen-Dissekates kommt, das auch als Flake bezeichnet wird. Dies ist ein Prozess, der sich in 4 Stufen einteilen lässt, was aber später genauer untergliedert werden soll. Im Wesentlichen geht es darum, dass zunächst ein subchondrales nekrotisches Knochenareal besteht, in Folge durch weitere Belastung der Knorpel ein- und aufbricht, weiter aufklappt und zuletzt an beliebiger Stelle bricht und somit einen „Flake“ (Gelenkmaus) entstehen lässt. Die zurückbleibende „Einbuchtung“ wird „Mausbett“ genannt. (27;28;34)

Zur Entstehung der Krankheit gibt es zahlreiche Theorien, ein abschließendes Konzept liegt nach wie vor leider nicht zugrunde, wenngleich Bohndorf schon 1998 die bis dahin bekannten Daten durchaus als schlüssig betrachtet und das Trauma, gepaart mit einer gewissen

Veranlagung als die eigentliche Ätiologie betrachtet.(34) Im Grunde hat schon Pappas 1981 das vorformuliert, was bis heute zwar verfeinert, mitnichten aber komplett verändert worden ist.(40) Als wichtige ätiologische Faktoren und Einflußquellen bei der Entstehung einer OD werden immer wieder genannt: traumatisches und mikrotraumatisches Geschehen, vaskuläre Faktoren, Genetik, endogene und bakteriell-infektiöse Faktoren.

Eine traumatische Genese ist frühzeitig diskutiert worden. Trotzdem konnten bislang logische Ursache-Wirkungs-Ketten nicht über jeden Zweifel erhaben formuliert werden. Daß das Trauma aber der wesentlichste Einflußfaktor zur Auslösung einer OD ist, wird nicht mehr bestritten. Bruns stellt das Konzept von Bauer (1968) erneut vor. Dabei wird von einer Schwelle der OD-Auslösung ausgegangen, die durch die Summation von Traumata erreicht sein muß, ehe eine Knochennekrose entsteht. Entscheidend dabei ist die Repetitionszahl der traumatischen Geschehnisse.(28;34;35) Wie man später auch in dieser Arbeit sehen wird können sich durchaus nicht alle Patienten an ein Trauma in ihrer Vergangenheit erinnern. Die meisten Supinationstraumata lassen sich in der akuten Phase nicht von Weichteilverletzungen unterscheiden, da Schwellung, Schmerzen und Funktionseinschränkung klinisch bei beiden vorhanden sind. Allerdings bilden sich Kapsel-Band-Defekte zumeist innerhalb von 2-3 Wochen zurück. Bei einem Persistieren der Symptome über 3-6 Wochen sollte man an eine OLT bzw. OD denken. Sollten Schwellneigung und Bewegungseinschränkungen fehlen, ist damit eine osteochondrale Läsion noch nicht auszuschließen. Für die traumatische OLT, die man von der OD abgrenzen muß, zeigt sich v.a. eine laterale Häufung am Talus. Bei der OD, wie unten beschrieben, liegt diese medial.(25;33)

Nach dem soeben dargestellten Modell würde es auch ausreichen, wenn sich zahlreiche Mikrotraumata summieren, die dem Betroffenen nicht wirklich als Trauma zu Bewusstsein kommen. Steinhagen zitiert in diesem Zusammenhang die Versuche von Radin, der gezeigt hat, dass Belastungen der Gelenkflächen durch den Gelenkknorpel beinahe ungedämpft in den subchondralen Knochen geleitet werden.(27) Wenn die Belastung weiterhin besteht hat die subchondrale Fraktur keine Chance auszuheilen, was zu erster Sklerosierung führen und den Dissektationsvorgang einleiten könnte.(28) Weiterhin fällt die Koinzidenz zwischen der klinisch gehäuften Lokalisation der OD am medialen Talus und der experimentell bestimmten Druckmaxima an den Gelenkflächen ins Auge. Auch ohne strukturelle Beteiligung der Außenbänder scheint sich das so zu verhalten. Spannungsoptische Untersuchungen von Kolp und Fethke haben zusätzlich gezeigt, dass an der OD-Stelle loco typico ein Übergang von Zug- in Druckspannungstrajektoren stattfindet, was die Deformation des vorgeschädigten Knochens unterstützt. Diese Untersuchungen sind zwar für das Knie und nicht für den Talus

durchgeführt worden, sollen aber an dieser Stelle das Verständnis der OD an sich unterstützen.(41) Speziell für die OD tali haben Radin und Rose folgende Hypothese aufgestellt: Impuls-Belastung – Bone Remodelling – Sklerosierung des subchondralen Knochens mit pseudarthrotischer Gewebereaktion – lokale Knorpeldestruktion – Dissektion. Die Verteilung der OD-tali liegt wie folgt: 56% mediomedial, 22% dorsomedial, 8% ventromedial, 8% ventrolateral, 6% mediolateral und so gut wie keine zentralen Läsionen. Dies haben Rosenbach und Bruns bestimmt, indem sie Supinationstraumata an Kadavermodellen gemimt haben. So sehen diese beiden neben dem Übergewicht und dem laxen Bandapparat das Supinationstrauma als den wesentlichen Ätiogenesefaktor. Weiterführende Versuche dürften sich schon deswegen als schwierig gestalten, da die Kinematik von OSG und USG sich realiter nicht ganz so einfach darstellt wie auch oben der Anschaulichkeit halber beschrieben. Vielmehr werden verschiedene Rotationsbewegungen in der Bewegung postuliert, welche bei Nachahmung die Modelle erheblich komplexer werden lässt.(4;27;28;34;42)

Klinisch anamnestisch fällt zumeist eine erhebliche mechanische Belastung durch sportliche und berufliche Tätigkeiten auf, wobei beim Talus Distorsionstraumata den gravierendsten Faktor darstellen. Bruns konkretisiert an dieser Stelle den Zusammenhang zwischen Unfallhergang und Lokalisation der Läsion. Durch Rückfußvarusstellung und Supinationsbewegung kommt es zu Abscherverletzungen des lateralen Talus im Kontakt mit der medialen Fibulagelenkfläche. Die Flexionslage des Fußes determiniert eine anteriore und posteriore Impression. Selbiges bildet sich auch medial loco typico ab, mit dem Unterschied, dass hier die Tibia der Druckgeber ist. Röntgenologisches Korrelat dieser Theorie ist in der unterschiedlich imponierenden Läsionsform zu finden: waver-shape (waffelförmig) lateral und cup shape (tassenförmig) medial. Weiterhin wird hier eine biomechanische two-hit-Hypothese postuliert, wonach bei initialer Überlastung eine subchondrale Distraktions-Ermüdungsfraktur auftreten soll. In Folge dessen wird das einmal unterbrochene Talusdach weiteren sekundären Biegunskräften ausgesetzt, was das Ausmaß der OD bestimmt.(27;28;43;44)

Als zweite Gruppe werden vor allem die vaskulären Faktoren in die Diskussion mithineingenommen. Zu nennen sind traumatisch bedingte Durchblutungsstörungen, embolische Knochennekrosen, funktionelle Gefäßspasmen und intraossäre Druckerhöhungen. Zudem kann man hämostasebedingte Störungen der intravasalen Gerinnung miteinbeziehen. Auch hierfür gibt es aber keine klaren Konzepte. Am ehesten lassen sich Parallelen zum Pathomechanismus der avaskulären Femurkopfnnekrosen ziehen.

Inwiefern Patienten, die mit einer gefäßbedingten Grunderkrankung belastet, sind anfälliger für eine OD sind, kann nur vermutet werden. Auch in der vorliegenden Studie konnten nicht genug Fälle vereinigt werden, um eine Aussage hierüber treffen zu dürfen.

Noch unsicherer ist die Beweislage in Bezug auf genetische, endogene und bakteriell-infektiöse Auslösefaktoren. Familiäre Häufung und das Zusammentreffen mit anderen aseptischen Knochennekrosen konnte beobachtet werden. Umfangreichere Untersuchungen von Clanton und Delee konnten eine genetische Veranlagung allerdings nicht beweisen.(35) Weiterhin lassen sich bei einzelnen Fällen Abhängigkeiten zwischen OD, Fettstoffwechselstörungen und Fehlfunktionen der Schilddrüse feststellen. Eine gemeinsame Endstrecke der intravasalen Hyperkoagulation wird von den Autoren hier nochmals in Erwägung gezogen. Gültige beweisende Zahlen liegen aber auch hier nicht zu Grunde.

Auch bezüglich einer bakteriell-infektiösen Genese einer OD lassen sich im Grunde keine definitiven Daten finden. Die in angloamerikanischen Ländern gebräuchliche Bezeichnung der Osteochondritis wird dem multifaktoriellen Krankheitsbild terminologisch also mitnichten gerecht.

Zusammenfassend gilt also das Trauma als der wesentlichste Faktor für die Entstehung einer OD. Zu bedenken hierbei gibt es natürlich, mit welcher immensen Häufigkeit Distorsionstraumata im Vergleich zur Ausprägung einer OLT auftreten. Deshalb hat Bauer die multifaktorielle Hypothese eines imaginären Schwellenwertes aufgestellt.(68;69) Nishimura et al. konnten in MRT-Studien gekoppelt mit einer retrospektiven Review über verschiedene Studien zur OLT zeigen, dass 14 von 35 Patienten, die gleichzeitig ein Distorsionstrauma und eine Außenbandverletzung aufwiesen, ein „bone-bruise“ (Knochenmarksödem) hatten, das als Zeichen einer trabekulären Schädigung von Talus und Tibia zu werten ist.(4;28;45)

### **5.3 Klinisches Erscheinungsbild, Spontanverlauf und Stadieneinteilung**

Gekennzeichnet ist dieses Krankheitsbild durch eine relativ eigenständige pathognomonisch-klinische Symptomatik, wozu v.a. Schmerzen, Schwellungen, Gelenkergüsse und Bewegungseinschränkungen zählen. Relativ seltener zu beobachten sind laut Literatur Gelenkblockaden, „Schnappen“ des Gelenkes und ausgeprägtere Krepitationen. Im vorliegenden Kollektiv sind diese scheinbaren Sekundärsymptome mit annähernd der

gleichen Häufigkeit detektiert worden. In einigen Fällen wird das sog. „Giving-way-Phänomen“ beschrieben. Hierbei handelt es sich um eine unwillkürliche Gelenkinstabilität in Folge plötzlich einschießenden Schmerzes. Weiterhin projizieren sich Funktionseinschränkungen im Gangbild. Auch symptomarme Verläufe sind keine Seltenheit. Traumaexploration, Erhebung des beruflichen und sportlichen Risikoprofils und das Erfassen anderer Gelenkerkrankungen, sowie die klinische Untersuchung werden das Meiste dieser Auffälligkeiten zutage fördern.

Ohne Intervention zeigt sich ein stadienhafter und zumeist progredienter Verlauf. Eine überarbeitete Stadieneinteilung wurde von Bruns vorgelegt. Dabei beginnt die OD mit dem Initialstadium, in der die schon angesprochene subchondrale Osteonekrose charakterisierend ist. Der Gelenkknorpel ist hier noch intakt, spontane Remission nicht selten, v.a. wenn sich in Folge interventioneller Revaskularisierung ein Fasergewebe bildet, welches das Dissekat stabilisiert.(46) Wenn keine Spontanheilung eintritt geht der Prozess mit Sklerosierung und Demarkation in das Stadium II über, wobei Sklerose und Nekrose voneinander eindeutig zu differenzieren sind. Die spontanen Heilungschancen sind hier schon zu vernachlässigen. Bei weiterem Voranschreiten der pathologischen Demarkation geht der Prozess in die Phase des „Dissekates in situ“ über. Der funktionelle Verbund aus Knochen und Knorpel geht bei weiterer Belastung zunehmend verloren. Separiert sich das Dissekat, spricht man von Stadium IV. Dieser makropathologische Ablauf ist großteils erfasst. Das mikropathologische Korrelat hingegen ist, wie die Ätiologie, weitestgehend unbekannt. Postuliert wird, dass durch die traumatisch-mechanischen Faktoren Mikrofrakturen entstehen, die sich summieren und zu subchondraler Nekrose führen. Zwischenzeitlich kann sich Mikrokallus bilden. Dieser ist als Resultat von Remissionbestrebungen des Gewebes zu werten, kann allerdings auch entstehen, ohne dass Spannungsfrakturen vorgelegen haben, sprich ohne dass die Integrität der Trabekelstrukturen durch Überlastungen und Spannungsspitzen gestört sind. Zudem könnten vorliegende Mikrokallusformationen in Sklerosierung übergehen, wodurch die entlang der Trabekel verlaufende intraossäre Blutversorgung gestört werden könnte und so letztlich die Osteonekrose einleiten.(27;28)

Im Übrigen gibt es zahlreiche Ansätze die OD in Stadien einzuteilen, wobei jeweils eines der bildgebenden Verfahren, die Arthroskopie oder sogar die Klinik federführend sind.

Die derzeit aktuelle Einteilung nach Bruns(28) fasst alle 4 Möglichkeiten zusammen und setzt diese in Relation zueinander, wodurch die Stadien deutlicher erkennbar werden. Positiv daran ist auch, dass diese so gestaltet sind, dass sie auf alle Gelenke des Bewegungsapparates anwendbar sind.



Im Stadium I kommt es fakultativ zu Schmerzen. Im MRT kann man ein subchondrales Marködem erkennen. Röntgenologisch, arthroskopisch und histopathologisch imponieren betroffene Gelenke unauffällig.

Stadium II ist dominiert durch Schmerzen. Selten entsteht in diesem Stadium das „Giving-way-Phänomen“ und Blockierungserscheinungen, wobei der Patient Instabilität und Bewegungseinschränkungen des Gelenkes angibt. Im MRT und der Histopathologie ist die Sklerose und die beginnende Osteonekrose, im Röntgenbild der subchondrale Sklerosesaum erkennbar. Arthroskopisch lässt sich der mechanisch intakte Knorpel evtl. leicht eindrücken.

Im weiteren Verlauf der Erkrankung kann sich der Knorpel malazisch verändern und in mehrere Teile zerfallen (III<sub>M</sub>) oder in seiner Struktur erhalten bleiben und nur in den Randzonen des Dissekates ausdünnen (III<sub>D</sub>). In der klinischen Stadieneinteilung wird dies berücksichtigt, indem die Stadien III und IV jeweils unterteilt werden in III<sub>M</sub> und III<sub>D</sub> bzw. IV<sub>M</sub> und IV<sub>D</sub>. Die Klinik ist identisch.

In Stadium III treten neben den Schmerzen fakultativ Bewegungseinschränkungen durch Blockierung des Gelenkes auf. Synovialitiden und Ergüsse sind frequentiert aufzufinden. In den bildgebenden Verfahren ist jetzt ein Dissekat in situ und die Sklerosezone deutlich erkennbar. Das MRT zeigt die unterbrochene oder ausgedünnte Knorpelschicht an den Randzonen des Dissekates. Arthroskopisch lässt sich der Sequester mit dem Testhaken unterfahren. Auch histopathologisch ist das Dissekat abgrenzbar, der subchondrale Knochen nekrotisch und die Nekrosezone sichtbar. Zwischen Nekroseareal und Sklerosezone bildet sich eine fibröse Bindegewebsschicht. In diese Zone kann bei Spaltbildung Gelenkflüssigkeit eindringen.

Das Stadium IV unterscheidet sich nur geringfügig von Stadium III. Das Dissekat liegt hier schon als Corpus liberum in IV<sub>D</sub> bzw. Corpora libera mit Chondromalazie in IV<sub>M</sub> disloziert vor. Im Dissekatbett erkennt man die Sklerose, das fibröse Gewebe und den gerundeten ausgefranst Knorpelrand. Das MRT zeigt regelmäßig Synovialitiden und Ergüsse, röntgenologisch imponieren erste Arthrosezeichen.

Bildmaterial zu dieser Stadieneinteilung befindet sich im Anhang, wobei versucht wurde, anschauliche Aufnahmen zu jedem Stadium zu finden. Zudem wurde ein 3D-Programm (Amira 3.1.1, Mercury Computer Systems/TGS; eFilm Workstation 2.1.0 Demo, Merge Technologies) eingesetzt, das die einzelnen MRT-Schnitte zusammenfügte. Zur weiteren Veranschaulichung befinden sich verschiedene arthroskopische Darstellungen im selben Abschnitt.(28;34;47)

Die Praxis zeigt, wie später noch besprochen wird, dass die klinische und radiologische Diagnostik nicht immer deckungsgleich sind.

<b>Stadium</b>	<b>klinische Symptomatik</b>	<b>intraartikulärer Befund</b>	<b>MRT- Befund</b>	<b>Röntgen-Befund</b>
<b>I</b>	fakultativ Schmerzen	o.B.	Marködem (beginnende Osteolyse)	o.B.
<b>II</b>	Schmerzen! evtl. „Giving-way“ evtl. Blockierungser- scheinungen	Knorpel mechanisch intakt evtl. leicht eindrückbar	Sklerose beginnende Osteonekrose	subchondraler Sklerosesaum
<b>III<sub>M</sub></b>	Schmerzen Blockade Ergüsse	Knorpel malazisch Corpora libera	Dissekat in situ Sklerosezone dünner Knorpel	Dissekat und Sklerosezone sichtbar
<b>III<sub>D</sub></b>	Schmerzen Blockade Ergüsse	Dissekat abgrenzbar	Dissekat in situ Sklerosezone dünner Knorpel	Dissekat und Sklerosezone sichtbar
<b>IV<sub>M</sub></b>	Schmerzen Blockade Ergüsse	Corpora libera disloziert leeres Mausbett	Synovialitis Ergüsse	Arthrosezeichen
<b>IV<sub>D</sub></b>	Schmerzen Blockade Ergüsse	Corpora libera disloziert leeres Mausbett	Synovialitis Ergüsse	Arthrosezeichen

**Tabelle 1 Stadieneinteilung der OD nach Bruns (28)**

## 5.4 Differenzialdiagnosen

War die Abgrenzung zu allgemeinen osteochondralen Läsionen relativ schwierig, da die Endstrecken der Erkrankungen ähnlich verlaufen und auch die OD ganz klare Traumafolge sein kann, so sind weitere Erkrankungen des Sprunggelenkes relativ leichter von der OD zu unterscheiden. Zunächst sind ausgedehntere Talusnekrosen in den Focus zu rücken. Deren ätiologische Ursachen liegen aber zumeist in Kortisontherapien, Barotraumatata usw. und

können ziemlich deutlich detektiert werden. Außerdem finden sich diese Pathologien v.a. taluszentral.(27)

Eine weitere DD ist das klassische Fußballergelenk, wobei sich eine chondrale Läsion mit Synovialitis vergesellschaftet, dazu kommen Osteophyten an der Tibiavorderkante.

Erkrankungen, bei denen freie Gelenkkörper auftreten, können sein: synoviale Chondromatose, sekundäre Chondromatose ohne Metaplasie der Synovialis, traumatische Knorpel-Knochen-Frakturen als wichtigste DD und Abbrüche osteophytärer Randzacken. Zudem sind zu erwähnen: Osteoid-Osteome, Sinus tarsi Syndrom und Talusnekrosen unterschiedlicher Genese.(28)

Auch die schon angesprochene Knochenkontusion, Bursitiden und das Tarsaltunnelsyndrom müssen bedacht und in die Diagnosefindung mit einbezogen werden. Diese Pathologien sind in der Lage, ähnliche Symptomatiken besonders bezüglich des Schmerzes hervorzurufen.(75)

Subchondrale Ganglien sind ebenfalls nicht wie die OD auf die Taluskanten konzentriert. Arthrotische Osteophyten sind radiologisch leicht eruierbar. Gegebenenfalls gilt es MRT und Arthroskopie zu Rate zu ziehen.(76) Synovialitis, Narben, Impingement des Knorpels und Knochenmarkszysten können nicht nur als Kennmale einer OD auftreten, sondern auch singulär imponieren. Die Differenzierung wird vorzugsweise mittels MRT vorgenommen. Sollte dann noch ein Zweifel bestehen, muß sich die Arthroskopie anschließen.(4)

Grundsätzlich gilt: Wenn eine Schmerzsymptomatik nicht direkt nach einem Trauma sondern nach beschwerdefreiem Intervall oder ohne vorangegangenes Ereignis auftritt, ist am ehesten an eine OD zu denken.(24)

## **5.5 Bildgebende, arthroskopische und klinische Diagnostik**

Wichtigste diagnostische Methoden neben Anamnese und Klinik sind das MRT, das native Röntgenbild und die Arthroskopie. Bei fortgeschrittenen Stadien, bei denen die Demarkation des Dissekates schon ausgeprägter ist, lassen sich OD-Läsionen mit allen diagnostischen Verfahren relativ einfach bestimmen. Flakefrakturen kann man üblicherweise auf Nativröntgenbildern gut erkennen, wohingegen osteochondrale Impressionfrakturen zur sicheren Diagnosestellung Kernspinaufnahmen erfordern.(33) Zudem sind eventuelle Sekundärveränderungen des betroffenen Gelenkes wie beginnende Arthrose gut zu erfassen.(33) Um eine OD in frühen Stadien hinreichend zu detektieren, ist das MRT der

Goldstandard, da nur hiermit gleichzeitig der Status von Knochen, Knorpel und Weichteilgewebe ausreichend darstellbar ist. Nekroseareale, Entzündungsherde und Knochenmarksödeme können dargestellt werden. Somit wird die Therapiewahl maßgeblich durch die Interpretation des MRT beeinflusst. Dabei verwendet man T1 gewichtete Bilder, um Ausdehnung, Gruppierung und Homogenität der Läsion zu beurteilen, T2 gewichtete Darstellungen, um den Knorpel und die Stabilität des Fragments zu betrachten und speziell für Ödeme, aber auch den Knorpelstatus die STIR (short time inverse recovery sequence).(4;34) Nach Therapie eignet sich das MRT gleichermaßen, um die Revitalisierung des subchondralen Knochens, die letztlich bei allen Therapien das angestrebte Ziel ist, im Verlauf zu evaluieren, ohne invasive Methoden wie die Arthroskopie anwenden zu müssen.(27) Als einziger Verlaufsdetektor hingegen sollte es nicht verwendet werden, was die Ergebnisse dieser Studie erneut zeigen werden. Evaluiert haben das unter anderem auch Ettl et al., die zum Abschluß ihrer Arbeit klar darauf hingewiesen haben, dass zur Beurteilung des Knorpels nach wie vor die Arthroskopie der Goldstandard bleibt. Sie konnten keine eindeutige Korrelation zwischen den Ergebnissen von Klinik, MRT und Röntgenaufnahme feststellen.(26;29;33;48) Auch Radke et al. mussten mit ihrer Studie zur MRT-Diagnostik bei osteochondralen Läsionen diese Aussagen bestätigen. Von 20 Fällen deckten sich nur 12 mit dem intraoperativen Befund. Hashiyama liefert den Kontrast mit seiner Studie, in der bei 15 von 22 Gelenken im prä- und postoperativen Verlauf deutliche Besserung nicht nur der klinischen sondern v.a. auch der im MRT vorgefundenen Situation zu verzeichnen waren. Daher empfiehlt er das MRT als Verlaufspareter.(49) Auch Masato Takao schließt sich dieser Ansicht an.(29) Zahlen, die zwischen diesen pro und kontra MRT-Studien rangieren, liefert Schneider, der immerhin ein Kollektiv bestehend aus 138 Fällen überblicken und in 72% der Kasus eine Integrität der Stadieneinteilung berichtet.(50) Nelson et al. schließen sich an und konnten bei 11 von 12 Patienten mit dem MRT das gleiche Ergebnis detektieren wie die Arthroskopie. Die Fallzahlen scheinen allerdings sehr klein zu sein.(51) Weiterhin betont Narvaez, dass das MRT bei sportabhängigen, sprich traumabetonten Sprunggelenksverletzungen die wichtigste Diagnostik darstellt. Differenzialdiagnostisch sieht er (1) ossäre Läsionen, (2) Bandverletzungen, (3) Sehnenläsionen, (4) Knorpelimpingement und auch (5) Faszieläsionen.(14) Bei Radke hingegen ist auch der Versuch Röntgenkontrastmittel einzusetzen, um das MRT aussagekräftiger zu machen, nicht mit erhöhter Korrelation zwischen den Ergebnissen aus Arthroskopie und MRT einhergegangen. Die Fehler bei der Stadieneinteilung lassen sich dieser Studie zu Folge darin sehen, dass zwischen Dissekat und Mausbett nicht genügend Kontrastflüssigkeit eingespült worden war.

Insgesamt mündet dies in die Empfehlung dieser Autoren, das MRT zur Diagnosesicherung und bei unklaren Fällen zusätzlich einzusetzen. Zur Lokalisation- und Stadienbestimmung der Läsionen sehen sie allerdings keine Indikation. Postoperativ eignet sich dieses Verfahren v.a. zum Ausschluß sekundärer Pathologien.(34;46) Dieser Einschätzung schließen sich die Beobachtungen von Wirth S. an.(52) Kramer et al. konnte bei intraartikulärer Anwendung des Kontrastmittels (Gadolinium-DTPA) eine Erhöhung der korrekten Stadieneinteilung von 58% auf 92% erreichen. Das Entscheidende dabei ist, dass deutlich mehr KM in das oben angesprochene Interface eindringen kann.

Ein das Krankheitsbild begleitender Gelenkerguß ist ebenfalls in der Lage die Qualität des MRT zu erhöhen. Obgleich keine Komplikationen dieser Methode beobachtet werden konnten, weichen auch diese Autoren nicht von der Arthroskopie als der Methode der Wahl ab.(28;53)

Diese bietet im Vergleich hierzu den Vorteil, dass der Zustand des Knorpels unmittelbar beurteilt und auf mechanische Stabilität mit dem Testhaken untersucht werden kann. Wenn nötig können sofort therapeutische Maßnahmen wie Debridement o.ä. durchgeführt werden. Die offenen Operationen am Sprunggelenk sind hierfür weitestgehend vom minimalinvasiven Vorgehen abgelöst worden und nur noch bei seltenen Fällen mit komplexen Lagen der Läsionen oder multimorphologischen Pathologien heranzuziehen.

Szintigraphie, CT und Sonographie sind hier von untergeordneter Bedeutung, werden aber in ausgewählten Kasus mitbeurteilt, um die Diagnostik zu komplettieren.

Bei der Szintigraphie werden Osteoblasten mit einem Tracer markiert, wodurch mit hoher Sensitivität Knochenreparationsprozesse und Durchblutungsverhältnisse erkennbar werden.

Nachteile sind, dass über den Knorpelstatus keine Aussagen erhoben werden können und dass die Spezifität der Szintigraphie gering ist, da der Tracer sämtliche Knochenumbauvorgänge erfasst. Das Verfahren ist zudem strahlenintensiv.

Das CT zeigt Bilder in der Transversalebene, wodurch Veränderungen am Knorpel nur indirekt beurteilt werden können. Um die intraartikulären Strukturen hervorzuheben kann man Kontrastmittel und Gase einsetzen. Auch hier ist die Strahlenbelastung hoch.

Die Ultraschalluntersuchung ist kostengünstig, schonend und benötigt wenig Zeit. Allerdings erlauben die anatomischen Verhältnisse nur ein eingeschränktes Schallfenster. Freie Dissekte können bei geeigneter ventraler oder dorsaler Lokalisation sichtbar gemacht werden. Allerdings ist die Eindringtiefe der Wellen gering und die Auflösung nicht sehr hoch. Aussagen über subchondrales Krankheitsgeschehen sind somit nicht zufriedenstellend.

Insgesamt bedeutet das, dass ein negatives sonographisches Untersuchungsergebnis im Zweifel durch ein MRT bestätigt werden muß.

Zur Erstdiagnose wird standardmäßig ein natives Röntgenbild verwendet, da es kostengünstiger und meist rascher anzufertigen ist und zudem den Vorteil bietet, dass sekundärarthrotische Veränderungen zügig beurteilt werden können. Um eine genaue Differenzialdiagnose stellen zu können, wird man ohnedies dann weitere Verfahren hinzuziehen.(24;28;34;52;54)

Der Vorschlag eines seitenvergleichenden diagnostischen Konzeptes soll hier noch folgen, ehe die einzelnen therapeutischen Verfahren vorgestellt werden: Bei Talusläsionen Röntgenbild der Gegenseite, wenn positiv = fraglicher Krankheitswert, wenn negativ = DD OD, Zyste, Fraktur. In Folge konservatives oder operatives Vorgehen mit Arthroskopie, wenn Knorpel intakt = extraartikuläre Bohrung, wenn defekt = transchondrale Bohrung und Fixierung.(4)

## **6. Therapie der Osteochondrosis dissecans tali**

### **6.1 Allgemeine Therapieprinzipien**

Die soeben dargestellten Ausführungen zeigen, dass der ätiologische Schwerpunkt der OD im Bereich der Biomechanik anzusiedeln ist. Danach sollte sich die Therapie richten. Als wesentliche Faktoren hierbei gelten: Senkung der Gelenkbelastung in niedrigeren OD-Stadien auch aufgrund der Spontanremissionsrate in den Anfangsstadien. Diese Heilungstendenzen sind zumeist aber nicht komplett spontan sondern Folge vorausgegangener konservativer Therapie.(28)

Die Wahl der Therapie sollte primär anhand der klinischen Diagnostik erfolgen. Bei allen Therapieformen wird davon ausgegangen, dass eine Belastung im Alltag nach 3 Monaten, sportliche Aktivität nach 6 Monaten und eine vollständige Ausheilung nach ca. 1 Jahr erreicht werden können und sollten. Bohnsack et al. bestätigten mit ihrer Studie das positive Ergebnis der Anbohrungsverfahren. Weiterhin zogen sie den Vergleich zwischen 2 Gruppen die jeweils 6 bzw. 12 Wochen nach OP Teilbelastung verordnet bekamen. Die Kollektive wiesen keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse auf. Daraus folgerten die Autoren, dass die Zeitspanne der Teilbelastung von minderer Bedeutung für das Outcome sei.(24;28;30;32)

Eine Reviewstudie von Tol über 32 Arbeiten zeigte Ergebnisse wie folgt: 45% Erfolg bei konservativer Therapie, 85% für Exzision, Kürettage und Anbohrung, 78% für Exzision und Kürettage, 38% für Exzision allein. Erfolg hierfür bedeutet wiederum gute und sehr gute Ergebnisse.(55)

#### **6.1.1 Konservative Therapie**

Dabei geht es im Wesentlichen darum, durch Aussetzen schwerer und mittelschwerer körperlicher Arbeit lokalisationsunabhängig die Gelenkbelastung zu minimieren. Sportkarenz und gegebenenfalls Gewichtsentslastung mittels Gehstützen oder Ruhigstellen im Gipsverband sind gleichfalls Elemente der konservativen Therapie. Der Therapieversuch durch einen Gips sollte durch Mobilisationsphasen unterbrochen werden, um der einsetzenden Atrophie der Muskelgruppen nicht zu sehr Vorschub zu leisten. Wie oben schon beschrieben, gilt eine optimale Muskelführung der Gelenke als wesentlicher arthroprotektiver Faktor.

Umso stärker das Übergewicht und gegebenenfalls die Instabilität des betroffenen Gelenkes, desto sorgfältiger sollte auf Gewichtsreduktion und Stabilisierung geachtet werden

Gelenkphysiologische Arbeiten geben allerdings zu bedenken, dass Immobilisation in jedem Ausprägungsgrad den Synoviafluß, die Propriozeption und die soeben angesprochene Muskelführung deutlich herabsetzen und sich somit eher ungünstig auswirkt. Andererseits kann bei fortbestehender axialer Belastung der jeweiligen Läsion der entstehende Wechseldruck die Ausheilung unterbinden.

Die Schulung und Aufklärung der Patienten ist hierbei wesentlicher Grundpfeiler des Erfolgs. Um Zufriedenheit der Betroffenen zu erreichen müssen Therapieoptionen optimal umgesetzt und das Erwecken falscher Hoffnungen vermieden werden.

Verschiedene adjuvante Verfahren werden hier angereicht:

Versuche mit ESWT (extrakorporaler Stoßwellentherapie) haben bisher noch keine Ergebnisse erbracht. Der theoretische Ansatz dahinter konzentriert sich auf die Revitalisierung der subchondralen Sklerosierung. Auch die fachgerechte Anwendung ist noch in Diskussion, inwieweit die Applikation durch den Knochen oder den Knorpel erfolgen sollte und welcher Winkel dabei zu wählen ist. Es gibt zudem Stoßwellentherapie mit niedrigerenergetischen Wellen mit dem Ziel der Schmerzreduktion, was durch Hyperstimulation der Schmerzpunkte erreicht werden soll und schon in der Therapie von Nierengriß eingesetzt wird

Darüberhinaus gibt es Ansätze, die sich mit der nutritiven Versorgung von Knorpel und Knochen beschäftigen. Hier muß der Bezug zu den relevanten ätiopathologischen Diskursfeldern gesehen werden, die sich nicht nur auf das Trauma als wesentlichen Faktor konzentrieren. Wichtig ist den Autoren die Ernährungsumstellung mit dem gezielten Einsatz von Vitamin-C-Präparaten, ungesättigten Fettsäuren, Polyphenolen und den Cofaktoren enzymatischer Prozesse. Auch der Einsatz von NSAID`S (nichtsteroidalen antiinflammatorischen drugs) wird hierbei nochmals kritisch evaluiert. Aussagekräftige Ergebnisse konnten bislang leider nicht gefunden werden, wenngleich höhere Konzentrationen der untersuchten chemischen Präparate in den nur intermediär durchbluteten Arealen zu finden waren.(56)

Struijs et al. haben versucht, verwertbare Studien von 1966 bis 2000 zu vergleichen und konnten für die konservative Therapie insgesamt in 45% der Fälle ein gutes und sehr gutes Ergebnis beobachten. Klarer Favorit aber war eine Kombination aus Debridement, Kürettage und Herdanbohrung. Gut und sehr gut schnitten hier 86% der Patienten ab.(4;24;28;30;44)



### **6.1.2 Operative Therapien**

Die operativen Techniken der Versorgung einer OD zielen auf die Entfernung der subchondralen Sklerose und sollten spätestens ein Jahr nach Diagnose begonnen werden. Schon nach diesem Zeitraum wird die allgemein beachtliche Prognose deutlich schlechter, wonach durch Revaskularisierung die Revitalisierung des gelenknahen subchondralen Knochens wieder erfolgen sollte. Die Integrität des Knorpels zu erhalten oder wiederzuerlangen ist ein weiteres Ziel höchster Priorität. Obschon Knorpelgewebe in situ zellbiologisch nicht zur Mitose in der Lage ist, kann diese Integrität durch Refixation oder Provokation von Faserknorpelbildung erreicht werden.

Bis Mitte der 80er Jahre hat man ausschließlich offene OP-Verfahren gewählt. Die Innenknöchelosteotomie war hierbei obligat. Seit die Arthroskopie etabliert ist, gibt es verschiedene Herangehensweisen.(30) Noch immer werden von manchen Autoren bei relativ großen vorliegenden Läsionen offene operative Vorgehensweisen als die Methode der Wahl vorgestellt.(25) Tsukasa Kumai bewegt sich in der Mitte, wenn er vorschlägt, junge Patienten mit geringgradiger OD nur mit Anbohrung zu therapieren und im gegenteiligen Fall auf andere bewährte offene Verfahren zu setzen.(31;35)

Bruns teilt nun die verschiedenen operativen Herangehensweisen seinen Stadien entsprechend ein: bei intaktem Knorpel, bei Dissektion, bei zerstörter Knorpelschicht.

Darüberhinaus gilt, dass zur Wahl der Therapie Mehreres bedacht werden muß: Alter, Gewicht und Aktivitätsgrad des Patienten, Erkrankungsstadium und Lokalisation. Die Dissekatgröße hat hierfür geringeren Einfluß. Läsionen größer als 2 Quadratzentimeter scheinen einer konservativen Therapie aber nicht mehr zuführbar. Die OP sollte dann erfolgen. Daran wiederum sollten sich die konservativen Maßnahmen anschließen, wozu die medikamentöse Schmerztherapie unbedingt zu rechnen ist. Immobilisation sollte in jedem Fall vermieden und eine belastungsfreie Bewegungstherapie durchgeführt werden.(28) Bei aller Konzentration auf das richtige orthopädische Vorgehen sollten mögliche Sekundärerscheinungen, wie z.B. die tiefe Beinvenenthrombose im Hinterkopf behalten werden. Eine Kombination aus Knöchel-OP, nachfolgender Immobilisation mit verlängerter Liegezeit und fortgeschrittenes Patientenalter können prädisponierend sein.(44)

#### *6.1.2.1 Extraktion und Refixation*

Bei Vorliegen eines Dissekates ab Stadium III, das noch zum Teil fixiert ist, bis Stadium IV bei remissionsfähiger Größe des Flake wird man anterograd vorgehen. In der Literatur wurden abweichende Größen angegeben, die von 0,7-2,5cm variieren. Dabei versucht man

arthroskopisch zu arbeiten. Bei ungünstiger Lage oder schwierigen Verhältnissen wird man hier zumeist den Zugang nach Thompson und Loomer wählen, wobei man das Sprunggelenk vor der Sehne des M. tibialis posterior her eröffnet. Mediale Läsionen sind hier besonders gut zugänglich, v.a. wenn die Impression weit dorsal zu finden ist. Auf eine Malleolenosteotomie kann so verzichtet werden. Diese wird kontrovers diskutiert, inwiefern deren mangelnde Ausheilung schlechtere Prognosen als die OD selbst hervorruft.

Grundsätzlich gibt es anteriore, posteriore und transmalleoläre Zugänge ins obere Sprunggelenk. Anteriore Zugangswege werden wegen Verletzungsgefahr der A.tibialis anterior soweit lateral als möglich angesetzt. Um das dorsale Drittel des Gelenkes gut einsehen zu können, ist ein posteriorer Zugang von Nöten. Zu beachten sind der N.suralis und die V.saphena parva. Ein posteriormedialer Zugang wird aufgrund zu hoher Gefährdung von A.tibialis posterior und N.tibialis posterior nicht verwendet.

Ist der Flake zerstört oder aus irgendeinem Grund nicht refixierbar, wird er entfernt. Das Mausebett wird hiernach durch Debridement geglättet und in seiner Struktur etwas aufgeraut bzw. perforiert. Dadurch wird zumindest eine relativ homogene Verteilung des sich bildenden Faserknorpels begünstigt.

Bei zu großen Läsionen ist dieses Verfahren nicht ausreichend. Narbenbildung kann die Synovialisreizung erhöhen. Sollten die Defekte in trajektoriellen Hauptbelastungszonen liegen, ist die alleinige Exzision nicht zu empfehlen, da der Druck in den meisten Fällen die Läsion vergrößern wird und Arthrose wahrscheinlicher macht. Die Datenlage zeigt, dass nur 30% der mit Exzision behandelten Patienten ein gutes und sehr gutes Ergebnis vorzuweisen hatten. Insoweit man zusätzlich wie besprochen das Nekroseareal ausräumt und den Knorpel glättet, werden Erfolgsraten von bis zu 65% beschrieben.(4;29;30)

Ist das Dissekat einer Refixierung zuführbar, beginnt diese mit Asservierung. Ist das Dissekat noch fixiert wird es flügeltürartig aufgeklappt. Danach folgt die Durchbohrung der subchondralen Sklerosezone vom Gelenkspalt aus. Bei entsprechend großem Befund kann auch ein Stück dieses pathologischen Mausebettes entfernt werden. Ein eventuell dabei entstehender Substanzdefekt wird nach Möglichkeit mit autologem Material, z.B. Spongiosa, gedeckt. Daran schließt sich die Größenadaption des Dissekates an die Läsion. Überschüssiges Bindegewebe muß abgetragen und hypertrophe Flakes müssen zugeschnitten werden. Anschließend stehen verschiedene Refixationsmethoden zur Verfügung.

Metallisches Osteosynthesematerial wie Schrauben und K-Drähte sind nicht resorbierbar und führen zu einem Gelenkflächendefekt, der ja durch die Refixation behoben werden soll.

Wenngleich es Daten gibt, die auch mit K-Draht gute Erfahrungen mit geringem Nebenwirkungsprofil zeigen, versucht man dieses Vorgehen zu vermeiden.(57)

Nicht-resorbierbarer Akrykleber behindert die biologische Einheilung und kann Ursache einer späteren Dissekatabstossung sein und in Folge wiederum Arthroseentstehung begünstigen.

Resorbierbares Material ist ausreichend stabil. Bei adäquater Größenrelation zwischen Gelenkmaus und Dissekatbett wird eine pressfit-Replantation versucht. Visköser Fibrinkleber (z.B. Tissucol, Fa. Baxter) dient zur Auffüllung von Inkongruenzen. Danach ist eine frühzeitige teilbelastende Bewegungstherapie möglich. Schon intraoperativ sollte das adäquate Bewegungsausmaß abgeschätzt werden. Sollte der Fibrinkleber nicht hinreichend große Adhäsionskräfte zeigen, werden zusätzlich resorbierbare Stifte eingesetzt (z.B. Poly-Dioxanon-Stifte). Ihr Kopfende sollte unter Gelenkflächenniveau getrieben werden. Reaktiven Veränderungen der Synovialis und Knorpelschäden am korrespondierenden Gelenkpartner wird dadurch vorgebeugt. Larsen hat die verschiedenen Materialien hierfür evaluiert und gibt als zusammenfassende Empfehlung an, daß sich ein 2,5mm LactoSorb Copolymer am besten eigne, OD-Läsionen am Talus zu fixieren und ausheilen zu lassen.(58) Spongiosadübel können Sekundärreaktionen ausschließen, erschweren aber aufgrund ihrer Härte die Adaptionskorrektur.(4;28;59) Erfolgsraten von bis zu 70% werden beschrieben.(30)

#### *6.1.2.2 Anterograde Anbohrung*

Die anterograde Anbohrung nach Pridie wird, wie oben erwähnt, vom Gelenkspalt aus, den Knorpel durchdringend, durchgeführt. Ob nun mit oder ohne Refixation eines Flake ist es immer Ziel des Vorgehens eine Auflockerung/Penetration des Skleroseareals und damit eine Revitalisierung des Knochens zu erreichen. Tritt Fett und Blut in den Gelenkraum ein, ist die nötige Tiefe erreicht. Zudem verringert sich der Widerstand schlagartig bei Durchstossen der Sklerosezone. Danach ist es pluripotenten mesenchymalen Stammzellen möglich in den Nekroseherd einzuwandern und die fibroossäre Defektheilung voranzutreiben. Laut der Übersichtsarbeit von Strujis konnte bei arthroskopischem Einsatz dieser Methode mit sorgfältiger Kürettage bei 87% der Patienten ein gutes oder sehr gutes Ergebnis im Thompson u. Loomer Score erzielt werden, der leider deutlich weniger Parameter miteinbezieht als der in dieser Studie verwendete DGKKT-Score.(24;30;60) Schuman erzielte bei dieser Vorgehensweise 85% im Ogilvie-Harris-Score.(26)

Das rein technische Vorgehen hat in maximaler Dorsalflexion zu geschehen. Die anatomischen Verhältnisse sind ohnedies eng, die Aufklappbarkeit relativ gering. Original nach Pridie verläuft die Anbohrung transmalleolär. Dabei wird versucht, möglichst genau die dorsale Begrenzung des OD-Herdes auszuloten. Daran können sich, falls nötig, mehrere Bohrungen anschließen, die dann etwas anteriorer platziert werden.(4)

Ogleich die anterograde Anbohrung in sämtlichen Stadien der OD eingesetzt werden kann, muß man als gravierenden Nachteil die zwangsläufige Durchdringung des intakten Knorpels v.a. in Stadium I u. II ansehen. Dieses Problem kann mit der retrograden Anbohrung umgangen werden. Liegt die Läsion zu weit dorsal ist eine antegrade Anbohrung ohnedies nicht möglich.(28;29;61;62)

#### *6.1.2.3 Transplantationsverfahren*

Hier müssen biologisch aktive Verfahren von inaktiven unterschieden werden. Biologisch inaktiv sind alle Vorgehensweisen, bei denen präformierte osteochondrale Zylinder verwendet werden, die für den Talus z.B. aus der Trochlea femoris des Kniegelenkes randständig entnommen werden. Allogene Transplantation ist hier selten, die Infektionsgefahr dabei hoch, infrastrukturelle Voraussetzungen nicht wirklich gegeben. Bei den Transplantationsverfahren ist ein möglichst genaues „press-fit“ ergebnisbestimmend.

Als biologisch aktiv sind Transplantate aus Perichondrium und Periost zu bezeichnen. Vorteil ist eine prinzipiell ausreichende Proliferationsfähigkeit, um hyalinähnlichen Knorpel zu bilden. Nachteil ist, dass der Defekt nicht sofort gedeckt ist und somit eine deutlich längere Heilungs- und somit Schonungszeit veranschlagt werden muß. Langzeitstudien liegen noch nicht vor. Der bislang längste Nachverfolgungszeitraum beläuft sich auf 3-10 Jahre.(28;30;63;64)

Der ideale Patient wird auch hier eher im Kollektiv der jüngeren Kasus gesehen, die eine Schmerzsymptomatik nicht länger als 2 Jahre und nur einen mittelgroßen deutlich circumscribten OD-Bezirk aufweisen.(65)

## Knorpel-Knochen-Stanz-Zylinder (Mosaik-Plastik)

Mit Hilfe einer Hohlfräße entnimmt man einen osteochondralen Zylinder aus einem lateralen Anteil des Talus, auf den wenig oder gar keine Druckkräfte einwirken. Alternativ kann das Kniegelenk als Donor fungieren. Der ausgeräumte Nekrose-Sklerose-Herd wird damit aufgefüllt, nachdem das Mausbett angefrischt wurde, um den Halt zu verbessern. 6-12 Wochen nach dem Eingriff sollten Gehstützen zum Einsatz kommen. Die Sportkarenz beläuft sich auf ein Minimum von 6 Monaten. Im Gegensatz zum transplantierten Zylinder, bestehend aus hyalinem Material, besteht das Füllgewebe aus fibrocartilaginärem Ersatzgewebe. Histologischen Ergebnissen zufolge scheinen verdichtete Kollagenetze ein geeignetes Material darzustellen, nach Deckung bestehende Lücken zu füllen. Diese werden nach und nach in Knochengewebe umgewandelt und bieten dann ein adäquates Grenzgewebe zur angesprochenen fibrocartilaginären Oberfläche. Passungenauigkeiten, die sich als Folge verschiedener Radian und inkongruenter Oberflächen ergeben, können die schon angesprochenen synovialen Reizzustände induzieren.(66;67) Der Blick auf die Reviewübersicht zeigt, dass 85% ein adäquates outcome zeigten. Andere Autoren legen Vergleichstudien vor, bei denen explizit für den Talus sehr gute und gute Ergebnisse bei bis zu 94% der Patienten zu verzeichnen waren.(30;68) Nicht unterschätzt werden darf die verfahrensbedingte sog. donor-site Morbidität.

## Periost-/Perichondriumtransplantation

Bei diesem Ansatz ist es nicht möglich eine sofortige Defektdeckung zu erreichen. Die Synthese des Regeneratgewebes muß erst de novo stattfinden.

Verwendung hierfür finden ventrales Rippenperichondrium oder Periost von Tibia oder Fibula. Darin sind jeweils osteo- oder chondrogene Progenitorzellen und Wachstumsfaktoren enthalten. Fibrinkleber wird in den Spaltbereich eingeführt. Einige Wochen danach ist der Defekt mit Ersatzgewebe ergänzt. Sowohl Typ-II-Kollagen als auch Chondroitinsulfate sind zumindest teilweise in annähernd normophysiologischen Werten nachweisbar. Potentiell besteht das Risiko, dass das Regeneratgewebe sekundär calcifiziert.

Schon nach kurzer Zeit in Raumluft erstirbt die Vitalität des Perichondriums. Auch diesbezüglich muß die Methode in Frage gestellt werden.

Das Verfahren ist technisch anspruchsvoll. Eine sekundäre Hypertrophie und/oder Delamination des Perichondriums oder Periostlappens birgt Komplikationspotential. Aus diesen Gründen hat sich das Verfahren bislang nicht etablieren können.

### Autologe Chondrocyten-Transplantation (ACT)

Durch die Entwicklung der autologen Chondrozytentransplantation ist es möglich, Chondrozyten in vitro zu kultivieren und zu amplifizieren. Dazu wird arthroskopisch eine ca. reiskorngroße Probe gesunden hyalinen Knorpelgewebes entnommen. Um Amplifikation zu erreichen, ist es nötig die Chondrozyten enzymatisch aus der Knorpelmatrix auszulösen und mit autologem Serum zu versetzen. Wachstumsfaktoren können dazugegeben werden.(63)

Vor der Transplantation muß ein Debridement durchgeführt werden. (69) Hiernach werden die kultivierten autologen Chondrozyten als Suspensat in den mit einem Periostlappen gedeckelten Defekt injiziert. Sie redifferenzieren und beginnen mit der Matrixsynthese.

Seit neuerem werden die Chondrozyten auf eine xenologe bioresorbierbare Matrix (Scaffold, z.B. porcines Kollagen) appliziert, wodurch sich das Handling deutlich verbessern lässt. Längerfristige umfangreiche Erfahrungen der ACT für die OD tali sind in der Literatur selten.

## 6.2 Retrograde Anbohrung

### 6.2.1 Allgemeine Prinzipien

Der wesentliche Unterschied zur anterograden Anbohrung ist oben schon angedeutet worden und besteht darin, dass der Knochen von extraartikulär retrograd angebohrt wird. Der intakte Gelenkknorpel wird ergo nicht perforiert. Dies geschieht unter Durchleuchtungskontrolle und arthroskopischer Sicht. Auch hier kann nach Entfernung des Skleroseareals ein eventuell noch vorhandener Nekroseherd einfach ausgeräumt werden. Diese Technik war erstmals von Wagner (1960) eingesetzt worden. Ziel ist die Durchbrechung und Entfernung der Sklerosierung bis in den gesunden Knochen, um eine Reperfusion und Revitalisierung des OD-Areals zu erreichen. Durch eine Hohlfräße wird ein Stanzzyylinder entnommen, die Sklerosezone verworfen und die gesunde Spongiosa umgekehrt implantiert.

Mittels Durchleuchtung und Arthroskopie kann dabei die Integrität des Knorpels während der Anbohrung überwacht werden. Zusätzliche arthroskopische Therapien sind möglich. Die Herausforderung dieser Methode liegt in der Dreidimensionalität des Talus, der Protektion des Knorpels und dem kompletten Debridement der Sklerose. Im Gegensatz zur einfachen oder auch mehrfachen Kirschnerdrahtanbohrung der Sklerose, die zumeist anterograd erfolgt, erfolgt die retrograde Anbohrung in den allermeisten Fällen mit Auffüllung des Bohrkanals mit autologem Material. Sollte der Stanzzyylinder nicht verwendbar sein, wird für den Talus Knochengewebe aus der distalen Tibiametaphyse entnommen.(29;70) Bei computerunterstützter retrograder Anbohrung konnten Fink et al. die Häufigkeit falsch platzierter Anbohrungen und die OP-Zeit senken.(62)

Bislang ist die retrograde Anbohrung in höheren Stadien, v.a. in Stadium IV äußerst zurückhaltend oder gar nicht angewandt worden. Bei jungen Patienten gilt es in jedem Fall die Wachstumsfuge zu respektieren. Immer ist Ziel eine zusätzliche iatrogene Knorpelschädigung zu vermeiden.(28) Die bereits mehrfach zitierte Reviewstudie zeigt ein gutes und sehr gutes Ergebnis bei 81% der so Behandelten.(30) Im Zuge der Nachbetreuung wird, wie schon vergleichbar in der konservativen Therapie beschrieben, darauf zu achten sein, frühzeitig mit aktiver Mobilisation zu beginnen, nach einiger Zeit Teilbelastung hinzuzunehmen, diese langsam zu steigern, um schlussendlich den Patienten rekonvaleszent in die Alltagsbelastung entlassen zu können.(29) Empfehlung bislang war gewesen, die retrograde Anbohrung in den Stadien I u. II einzusetzen. In Stadium III u. IV wurde das Dissekat entfernt und eine antegrade Anbohrung angeschlossen.(4;29;31;46;71)

In den letzten Jahren wurde versucht die Technik weiterzuentwickeln. Die Schwierigkeit bei der retrograden Anbohrung sind die hohen Anforderungen des Operateurs an das räumliche Vorstellungsvermögens gestellt werden. Trotz Bildwandlerkontrolle in 2 Ebenen wird die Läsion nicht immer optimal getroffen. Als Komplikation kann es zudem vorkommen, dass die zuvor eingeführten K-Drähte mit der Hohlfräße durchtrennt werden und Anteile davon im Knochen zurückbleiben, was nicht zwangsläufig Probleme bereiten muß, aber unter Umständen Entzündungen und/oder Knorpelschädigungen zur Folge haben kann. Man versucht daher computergestützt das Verfahren zu optimieren. Dazu werden ähnliche Zielgeräte wie zur Tunnelplatzierung bei einer vorderen Kreuzbandplastik verwendet. Dafür muß allerdings die Läsion arthroskopisch genau lokalisierbar sein. MRT und CT Daten müssen für den Einsatz dieser Navigationsgeräte auf den realen Patienten übertragbar sein. Invasive Marker am Knochen sollen die gewünschte Präzision erreichen helfen. Vor dem Einsatz am Patienten hat das Team die Methode an Leichen evaluiert und verfeinert. Bei

nachfolgend 7 Patienten, bei denen das Verfahren angewandt wurde, war das Ergebnis überraschend gut. Der Knorpel war in keinem Fall verletzt worden. Der zusätzliche Zeitaufwand beläuft sich inklusive Planung auf ca. 90min, von denen der Patient für 20min anwesend sein muß. Im OP werden zusätzlich etwa 10min veranschlagt. Leider war der Nachuntersuchungszeitraum zu kurz, als dass von den Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung Aussagen über das Ausheilungsergebnis getätigt werden konnten. In ihrer Diskussion haben sie zusätzlich betont, dass bei gekonnter Durchführung die OP-Zeit sogar verkürzt und die Präzision erhöht werden können. Die Strahlenbelastung sinkt und der Knorpel bleibt mit höherer Sicherheit vor iatrogen Schäden geschützt. Betont haben die Autoren weiterhin, dass eine stringente interdisziplinäre Zusammenarbeit von Orthopäde, Radiologe und Techniker unabdingbar sei. Die Durchführung, die Fink und seine Kollegen entwickelt haben, soll im nächsten Kapitel im Anschluß an die bislang übliche Methode dargestellt werden.(62)

### **6.2.2 Beschreibung der Operation**

Die Operation wird in Oberschenkelblutleere in Rückenlage durchgeführt (Manschettendruck ca.350mmHg). Eine single-shot Antibiotikaprophylaxe wird in den meisten Fällen verabreicht. OP-Feldvorbereitung, Waschen und steriles Abdecken des Patienten verlaufen in üblicher orthopädischer Technik. Das Gelenk wird in Narkose auf seine Beweglichkeit v.a. hinsichtlich Supination und Talusvorschub überprüft. Sehnen und Gefäßläufe werden inspiziert und palpiert. Danach erfolgt die Punktion des OSG im anterolateralen Gelenkspalt und das Auffüllen des Gelenkbinnenraumes mit Purisole-Lösung. Hierauf wird eine streng kutane Hautlängsinzision durchgeführt. Subkutangewebe und Kapsel werden stumpf penetriert. Auch lateral wird auf gleiche Weise ein arthroskopischer Zugang geschaffen.

Zunächst erfolgt dann die Inspektion der Knorpeloberfläche. Mit einem Testhaken wird die Konsistenz des Herdes geprüft (z.B.Trampolinphänomen). Die Synovialis wird begutachtet, eventuelle Osteophyten detektiert. Nach Indikationsstellung wird unter Bildwandlerkontrolle in 2 Ebenen der OD-Herd mit einem Kirschnerdraht der Stärke 2mm zentral angebohrt. Die Eintrittsstelle für den K-Dreht wird bei medialen Läsionen einige cm unterhalb des lateralen Portals gewählt, bei lateralen Herden vice versa. Anschließend wird mit einer kanülierten Hohlfräße von 5-8mm unter BW-Kontrolle überbohrt. Das Durchbrechen der subchondralen Sklerose ist in den meisten Fällen deutlich spürbar. Der apikale Sklerosewall des hierdurch gewonnenen Spongiosazylinders wird entfernt, wonach das OD-Areal eventuell ergänzend



transtalar zusätzlich kürretiert und anschließend mit gesunder Spongiosa unterfüttert wird. Abschließend wird arthroskopisch eine iatrogene Schädigung des Knorpels ausgeschlossen. Die Bewegungsausmaße werden postoperativ bestimmt, das entfernte Gewebe wird dem Pathologen zugeführt. Der Patient bleibt je nach Alter und Mobilisationsgrad einige Tage in der Klinik und wird dann in die individuelle Nachbehandlung eingewiesen. Diese erfolgt frühfunktionell. Eine Teilbelastung mit 20kg Abrolldruck wird 6 Wochen postoperativ disponiert.

## 7. Fragestellung und Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Evaluation der retrograden Anbohrung mit nachfolgender Spongiosaumkehrplastik bei Patienten mit diagnostisch gesicherter Osteochondrosis dissecans tali. Dabei soll einerseits anhand von zwei Scores das Outcome dargestellt werden, um daraus Schlussfolgerungen zu ziehen. Da kein Vergleichskollektiv vorlag, muß das Outcome zusätzlich mit den Ergebnissen von ähnlichen Studien verglichen werden.

Andererseits gilt es darzustellen, welche Vor- und eventuellen Nachteile die Methode hat.

Die Herangehensweise an Behandlungsstrategien der OD gestaltet sich deswegen so schwierig, da, wie oben dargestellt, es zwar zahlreiche ätiologische und therapeutische Ansätze gibt, letztlich aber ein sicheres stehendes Konzept noch nicht existiert.

Somit soll es auch zu dieser Arbeit gehören, stadienadäquate Therapieempfehlungen aus den Untersuchungsergebnissen abzuleiten.

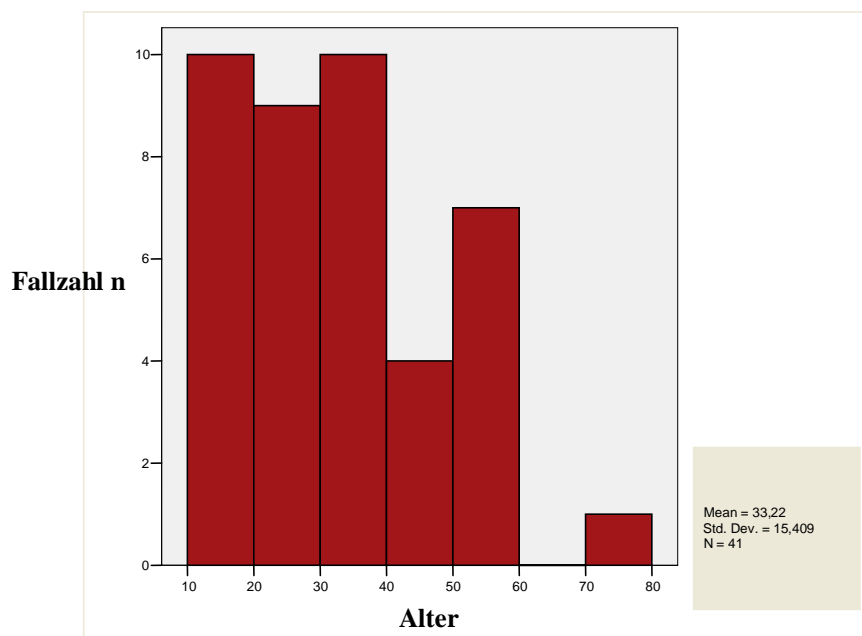
Klinisch körperliche Untersuchung, Röntgen- und Kernspinnahmen vor und nach der jeweiligen OP, soweit diese erlangbar waren, und eine subjektive Einschätzung der Patienten sind die Grundlage der erhobenen Daten. Hinzugezogen wurden die Operationsberichte, Krankenakten und Patientengeschichten.

## 8. Material und Methoden

### **8.1 Darstellung des Patientenkollektivs**

Im Betrachtungszeitraum 2000-2004 wurden 51 OSG mit retrograder Anbohrung am Talus versorgt. Insgesamt konnten hiervon 38 Patienten evaluiert werden, da bei drei Patienten beide OSG betroffen waren, erhöht sich die absolute Fallzahl auf 41. Die anderen Patienten konnten weder postalisch noch telephonisch erreicht werden. Das entspricht einer Nachuntersuchungsrate von 80% (41/51) entspricht. Davon waren 16 (39%) Personen weiblich, 25 (61%) männlich. Das entspricht annähernd den Verteilungen, die bislang aus der Literatur bekannt sind.(26;42;72;73)

Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug dabei 33,2 Jahre und ist damit für vergleichbare OD-Studien eher um einige Jahre über dem Durchschnitt anzusiedeln.(26;28;30) Die statistische Range beträgt 64 Jahre, wobei der jüngste Patient 11 Jahre, der älteste 75 Jahre zählte. Der Median des Kollektivs liegt bei 32,0 Jahren. Die Standardabweichung des mittleren Alters beträgt 15,4 Jahre.



**Abbildung 5 Altersverteilung**

Die Frauen zeigen einen Mittelwert von 34,3 und einen Median von 33,5 Jahren. Die Range beträgt 41 bei einem Minimum von 15 und einem Maximum von 56. Die Männer hingegen zeigen ein mittleres Alter von 32,5 und einen Median von 31,0 Jahren. Die Range beträgt bei dieser Gruppe 64 bei einer Spanne zwischen 11 und 75 Jahren.

Teilt man das Alter zudem in Gruppen ein, ergibt sich folgende Verteilung: Da dabei nur ein Patient über 65 Jahre war, erschien es sinnvoll, diesen in die Gruppe >45 Jahre mit hineinzunehmen. Im Übrigen fällt auf, dass zwischen den Gruppen eine relativ homogene Verteilung besteht, auch hinsichtlich des Geschlechts.

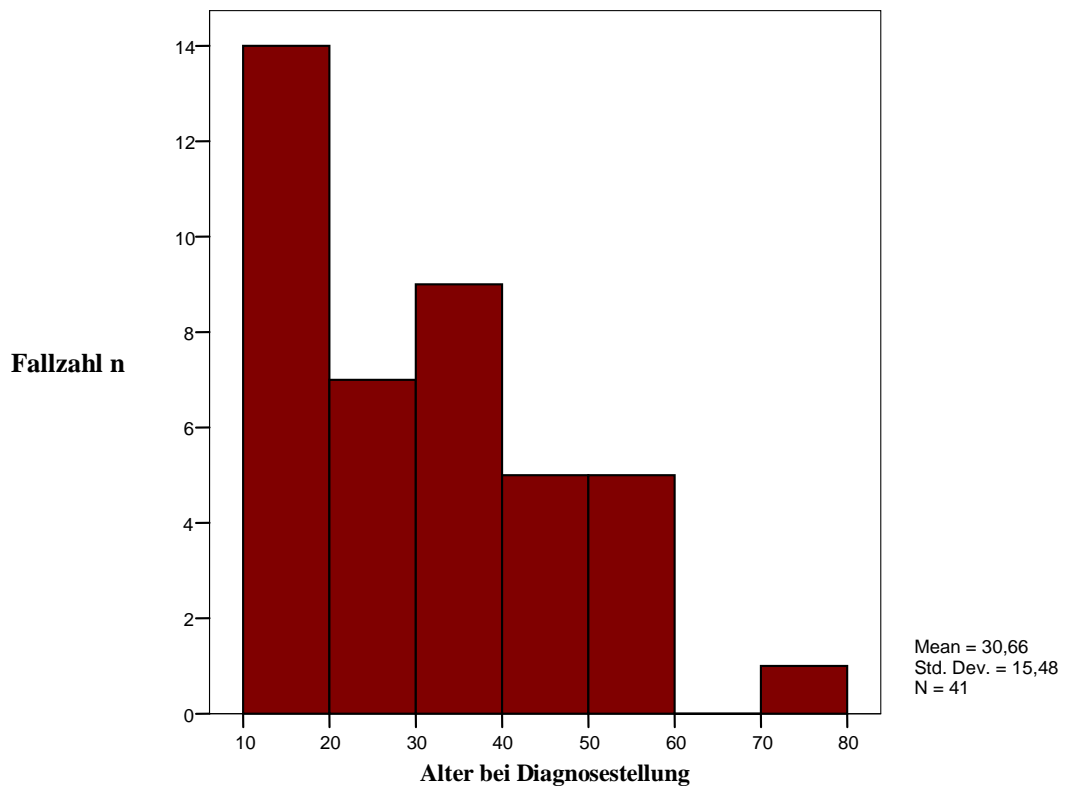
**Tabelle 2 Alter nach Gruppen**

		Häufigkeit	Prozent
Alter	1-18	9	22,0
	19-30	10	24,4
	31-45	12	29,3
	46-	10	24,4
	Total	41	100,0

**Tabelle 3 Geschlecht – Alter nach Gruppen**

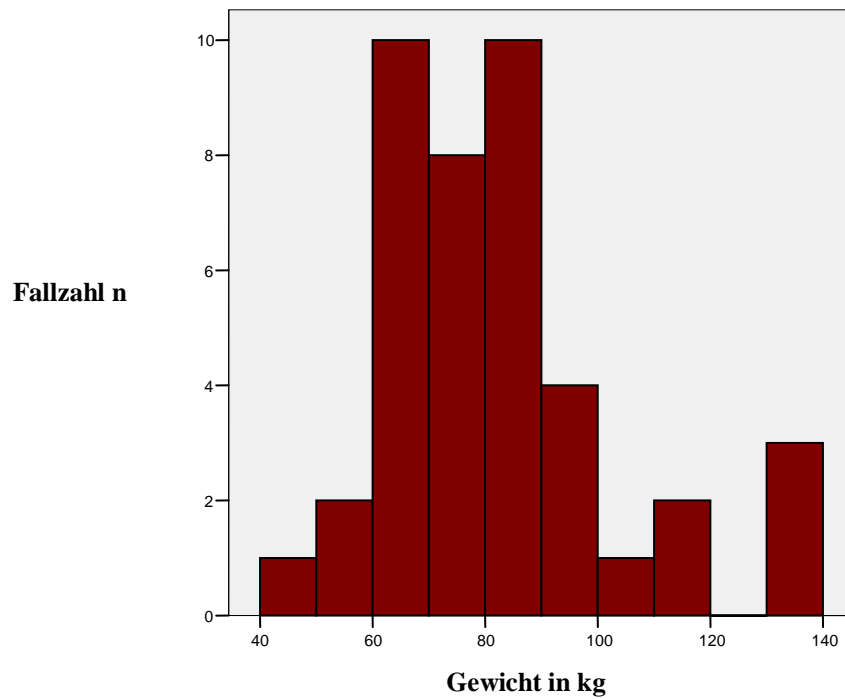
		Alter nach Gruppen				Total
		1-18	19-30	31-45	46	
Geschlecht	weiblich	4	3	4	5	16
	männlich	5	7	8	5	25
Total		9	10	12	10	41

Das mittlere Alter aller Patienten bei Diagnosestellung lag bei etwa 30,6 Jahren, der Median bei genau 29. Es zeigte sich eine Range von 64 Jahren mit dem jüngsten Patienten mit 10 Jahren und dem ältesten mit 74 Jahren.

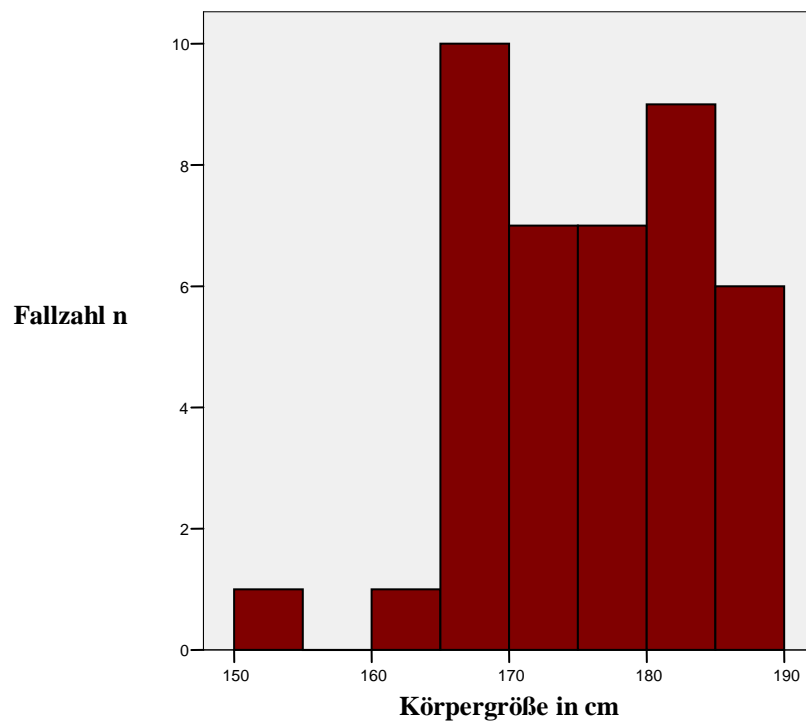


**Abbildung 6 Altersverteilung bei Diagnosestellung**

Die mittlere Körpergröße über das gesamte Kollektiv beträgt 1,75m, ebenso der Median, bei einem durchschnittlichen Gewicht von 82,8 kg, wobei hier der Median etwas tiefer bei 80,0kg liegt. Die Größe der Frauen im Schnitt lag bei 1,68m, der Median bei 1,67m bei einem mittleren Gewicht von 72kg (Median 69kg), entsprechend einer Range von 38kg zwischen 55kg und 93kg. Bei den Männern liegen diese Zahlen wie folgt: mittlere Größe 1,79m, Median 1,82m, mittleres Gewicht 87kg, Median 80kg, Range 93kg mit Minimum bei 42kg und Maximum bei 135kg.



**Abbildung 7 Gewichtsverteilung**



**Abbildung 8 Verteilung der Körpergröße**

Der Mittelwert des BMI (Body Mass Index, SI-Einheit  $\text{kg/m}^2$ ) zeigt einen Wert von 25,9  $\text{kg/m}^2$ . Der Median liegt bei 25,0, mit Minimum bei 18 und Maximum bei 41. Damit bewegt sich diese Patientengruppe leicht außerhalb des von der WHO definierten Normbereiches und zeigt eine Tendenz zum Übergewicht.

18 (44%) der Läsionen waren rechtsseitig, 23 (56%) linksseitig und damit annäherndparitatisch verteilt.

Von den 41 Fällen war bei 27 Patienten ein Trauma dem symptomatischen, klinisch und radiologisch erkennbaren Schaden vorangegangen, wobei das Supinationstrauma klar die am häufigsten zu detektierende Form war. Insgesamt lag die Traumahäufigkeit dieses Patientengutes damit bei 66%. Umgesetzt bedeutet dies aber, dass die hier vorliegende Verteilung in diesem Punkt von der Literatur etwas abweicht, die für die OD am Sprunggelenk zumeist eine vorhergehende Traumahäufigkeit von 80-90% angibt.(25;28;35;37;42) Es ist allerdings anzunehmen, dass bei einigen Patienten ein bis mehrere gering- bis mittelgradige Traumata in der Vergangenheit gesetzt wurden, die den Untersuchten zum Zeitpunkt der Anamnese nicht mehr erreichbar waren.

**Tabelle 4 Traumaform**

	Häufigkeit	Prozent
Supinationstrauma	14	34,1
Kompressionstrauma	5	12,2
andere	8	19,5
kein Trauma	14	34,1
Total	41	100,0

Vergleicht man Frauen und Männer bezüglich der Traumaaamnese, zeigt sich, dass bei der Männergruppe des hier besprochenen Kollektivs 6% (2/25) mehr ein Trauma aufweisen als Frauen und zudem das Supinationstrauma fast doppelt so häufig berichtet wurde. Die Traumata der Frauen ergaben sich eher durch Stürze usw..

**Tabelle 5 Trauma - Frauen**

	Häufigkeit	Prozent
Supinationstrauma	4	25,0
Kompressionstrauma	1	6,3
andere	5	31,3
kein Trauma	6	37,5
Total	16	100,0

**Tabelle 6 Trauma - Männer**

	Häufigkeit	Prozent
Supinationstrauma	10	40,0
Kompressionstrauma	4	16,0
andere	3	12,0
kein Trauma	8	32,0
Total	25	100,0

Die Verteilung der OD-Herde wiederum zeigt ein eher typisches Schema. Bei einer Einteilung der Läsionen in 9 Felder, 3 mediale, 3 zentrale und 3 laterale, ergab sich folgende Verteilung: Zentrale Fälle sind eher selten (1; 3%), die meisten sind medial lokalisiert (36; 87%) und einige laterale Läsionen (4; 10%) sind zu verzeichnen. Ob das ursächlich mit dem Supinationstrauma zusammenhängt, soll später noch beleuchtet werden.

**Tabelle 7 OD-Herdlokalisation**

	Häufigkeit	Prozent
lat I	1	2,4
lat II	2	4,9
lat III	1	2,4
zent I	1	2,4
med I	11	26,8
med II	19	46,3
med III	6	14,6
Total	41	100,0

Der Follow-up-Zeitraum zeigt ein Mittel von 29 Monaten, was einem mittelfristigen Verlauf entspricht. Der Median liegt bei 27, bei einer Range von 7 bis 54. Kürzester Nachuntersuchungszeitraum war 7 Monate, längster 54 Monate. Daraus ergibt sich eine Standardabweichung von 13.

Bei 31 (75,6%) der Patienten war die Operation relativ zeitnah nach der Diagnose durchgeführt worden, was auch bedeutet, dass in diesen Fällen ein konservatives Vorgehen nicht zur Therapie der Wahl gehört hat. Bei den 12 (22%) Fällen, die konservativ betreut wurden, ehe man das Problem operativ in Angriff nahm, verteilen sich die Zeitintervalle auf Wochen, Monate bis Jahre, über die sich die Beschwerden hinzogen. Da aber keine Vergleichsgruppe zur Verfügung steht, lässt sich hierüber nur aussagen, dass das nicht-operative Vorgehen bei diesen 12 Patienten keinen wesentlichen Benefit erbracht hat.

**Tabelle 8 Konservative Behandlung**

	Häufigkeit	Prozent
nein	31	75,6
Monate	5	12,2
Jahre	3	7,3
Wochen	2	4,9
Total	41	100,0

Weiterhin ist zu dieser Patientengruppe anzumerken, dass 13 (31,7%) Fälle in ihrem Alltag kaum Belastungen ausgesetzt sind, die das Sprunggelenk miteinbeziehen, 16 (39,0%) unterliegen geringen bis mittelschweren Belastungen und 12 (29,3%) haben schwere Belastungen zu kompensieren. Eingeteilt werden diesen Gruppen vornehmlich nach Arbeiten, die mit Schreibtisch Tätigkeiten gleichzusetzen sind, in Arbeiten, die längeres Gehen und Stehen (mindestens 4h täglich) implizieren und in Arbeiten, die mindestens 8 Stunden am Tag schwere körperliche Belastung und Einsatz fordern, wie bei Mechanikern oder Bauarbeitern.

Zu diesen Analysen wurde zudem darauf geachtet, ob die Wachstumsfugen der betreffenden Personen zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits geschlossen waren oder ob sich die Patienten noch im potentiellen Wachstum befanden. Dies geschah mit dem Postulat, dass eventuell Fälle mit noch offenen Wachstumsfugen einer rascheren und vollständigeren Heilung unterliegen. Bei 27 (65,9%) der Fälle waren diese bereits verschlossen. 14 (34,1%) hingegen zeigten noch offene Epiphysenfugen.



Für 34 (82,9%) Fälle war die Behandlung in Bad Abbach die erste OP bezüglich ihrer OD-Diagnose. In 4 (9,8%) Fällen war es der zweite Eingriff und bei 3 (7,3%) war es bereits mindestens der dritte Eingriff.

Die vorhergehenden Eingriffe waren ausnahmslos nicht invasiver als die retrograde Anbohrung. Zumeist waren es einfache K-Drahtanbohrungen und Arthroskopien, wobei Debridement, Shaversynovektomien und dergleichen mehr durchgeführt worden waren, was nicht im Einzelnen bestimmt wurde.

## **8.2 Einschluß- und Ausschlußkriterien**

Untersucht wurden alle Patienten, die im Zeitraum von 2000-2004 an der Asklepiosklinik mit retrograder Anbohrung behandelt wurden, nachdem eine Osteochondrosis dissecans tali diagnostiziert worden war. Wie oben schon angedeutet, sind Patienten, bei denen beide Sprunggelenke betroffen waren als zwei Fälle gewertet worden. Desweiteren wurden alle Läsionen der Talusrolle als gleichwertiger Kasus genommen, sei es eine OD loco typico oder eine Pathologie an ungewöhnlicher Stelle.

10 Patienten mussten bei der Nachuntersuchung vernachlässigt werden. Ein Patient ist in der Zwischenzeit leider verstorben. Ein weiterer musste sich, v.a. aufgrund arthrotischer Beschwerden einer Arthrodesen-Operation unterziehen. Drei Patienten waren insoweit unkooperativ, dass sie der Einbestellung nicht folgeleisteten und keine Auskunft erteilen wollten. Bei den restlichen fünf Personen konnte die derzeitige Anschrift nicht mehr bestimmt werden. 9 Patienten wurden mit anderen Therapiemethoden versorgt. Dem Rest der Patienten wurde die Diagnose der OD auch intraoperativ bestätigt und kann deswegen als vollgültiger Fall gezählt werden.

### 8.3 Untersuchungsablauf und verwendete Scores

Die Nachuntersuchung der einzelnen Patienten begann mit einer allgemeinen Anamnese, die ihren Schwerpunkt auf der klinischen Symptomatik und der Entwicklung der Beschwerden vor der OP, im Zeitraum nach der OP und zum Untersuchungszeitpunkt hatte. Hierzu wurden allgemeine Daten über den Patienten erhoben, wie Alter bei Diagnosestellung, Traumata, orthopädische Grunderkrankungen, frühere Operationen, Alltagsbelastungen, internistische Begleiterkrankungen, die eventuell die Gewebsernährung reduzieren könnten und zudem weitere Informationen über den Zustand der Gelenke bezüglich Stabilität und Schuhwerk. Die Einnahme von Schmerzmedikamenten und die Entwicklung nach der OP fügten sich hieran.

Genaue Schmerzsymptomatik, Alltags-, Sportbelastung und dergleichen mehr sind in zwei Scores erfasst worden, die unten beschrieben werden.

An diese allgemeine Datenerhebung über Person und klinischen Status schloss sich eine körperliche Untersuchung der Probanden an. Dabei hatte der Patient zunächst barfuss einige Male im Raum auf und ab zu gehen, womit über Gangbild und Belastbarkeit erste Informationen eingeholt werden konnten. Hieran fügte sich die Aufgabe einen Zehen- und Hackengang durchzuführen. Weiterhin wurden die Patienten gebeten in die Hocke zu gehen und daraus aufzustehen, womit sich weitere Aussagen über Schmerz und Gelenkführung bei Belastung ersehen ließen. Anschließend hatte sich der Patient hinzulegen. Zunächst galt es die Beweglichkeit der Sprunggelenke auszutesten, wobei sich von selbst verstand, dass immer und zunächst das gesunde Bein als Vergleichsmaßstab zu dienen hatte. Dabei waren festzuhalten: Dorsal- und Plantarflexion, Supination und Pronation. Daran schloß sich die Testung der Schmerzsymptomatik bei Kompression, Varus- und Valgusstreß an. Die Ergebnisse wurden entweder in Gradangaben oder auf Zehnerskalen festgehalten. Zudem galt es auf Krepitationen, OP-Narben und auf eventuelle Sensibilitätsstörungen zu achten. Dabei sind die Gelenkspalte getastet, die paraachillären Gruben beurteilt und eventuelle Schwellungen, Ergußbildungen und Inflammationen erfasst worden.

Abschließend musste der Beinumfang bestimmt und die grobe Kraft im Vergleich der verschiedenen Bewegungsrichtungen ausgetestet und notiert werden. Dieses Untersuchungs-schema ergab sich auch in Abstimmung mit bestehender Literatur als logischer und adäquater Ablauf. (12;15;74;75)

An die Untersuchung knüpfte sich die Erhebung der beiden u.g. Scores. Abschließend war noch die Zufriedenheit und die potentielle Bereitschaft der Patienten zur Wiederholung der gesamten Behandlung erfragt worden.

### **8.2.1 Ogilvie-Harris-Score**

Um den Behandlungserfolg zu erfassen ist es nötig, die Ergebnisse nicht nur mit verschiedener Bildgebung zu beurteilen, sondern auch Parameter anzusetzen, deren Gesamtergebnis miteinander verglichen werden kann. Dazu sind für diese Studie zwei Scores ausgewählt worden, ein primär die subjektive Einschätzung des Patienten berücksichtigender und ein Score, der versucht, soweit als möglich objektiv Daten zu erfassen.

Es standen verschiedene Scores zur Verfügung. Klar war, dass Schmerz, Beweglichkeit, Einsetzbarkeit und Kraft des Gelenkes genauso enthalten sein mussten wie Gehverhalten, Schwellung und letztlich auch subjektive Betrachtungen des Patienten wie Zufriedenheit und Alltagstauglichkeit. Vorschläge waren Scores nach McGuire et al., nach Pförringer und Stolz oder nach LeNoir.(20;76;77) Für die subjektive Einschätzung des Patienten über seinen Zustand hat sich als brauchbar der Ogilvie-Harris-Score erwiesen. Darin sind enthalten: Schmerz, Schwellung, Beweglichkeit, Gangbild und die Gesamtaktivität. Jeder Parameter wurde vor und nach der OP eingestuft. Um das ganze einfach zu halten hatten die Patienten pro Item nur vier Wahlmöglichkeiten: excellent, good, fair, poor. Das heißt, dass das beste Ergebnis 15 Punkte liefert, wenn ein Patient bei allen 5 Parameter je ein excellent angab, da bei poor keine Punkte vergeben werden. Dadurch konnte einfach die subjektive Alltagsbewältigungsfähigkeit und die Zufriedenheit der Patienten erfasst werden.

### **8.2.2 DGKKT-Score(159)**

Darüberhinaus war es wichtig auch Parameter zu erfragen, die zwar der Patient einzuschätzen hat, die aber in ihrer komplementären Aussagekraft ein Gesamtbild zu zeichnen in der Lage sind, das auch einem relativ objektiven Vergleich standhält. Die American Orthopaedic Foot and Ankle Society hat sich bemüht, Standardscoresysteme für Sprunggelenk und Fuß zu erarbeiten, die v.a. Funktion, Alignment und Schmerz berücksichtigen. Anliegen war es, die wissenschaftliche Vergleichbarkeit der berichteten Ergebnisse zu erhöhen, um validere Schlüsse ziehen zu können. Den Status quo schildern die Autoren als ein Sammelsurium aus numerischen und nicht-numerischen Scores, die mehr oder minder klinische mit radiologischen Parametern mischen. Als Zielvorstellung hatten die Autoren einen rein klinischen Score, der breite klinische Anwendung durch ein übersichtliches 100 Punkte-Schema, ein nicht zu anspruchsvolles Equipment und ubiquitäre Einsetzbarkeit gewährleistet. Numerische Wertigkeiten und Einteilungen wurden bewusst gemieden, um mehr Objektivität hineinzunehmen. 100 Punkte kann diesem System zu Folge ein Patient erreichen,

wenn er schmerzfrei ist, volle Gelenkbeweglichkeit und ein stabiles Gelenk aufweist, adäquate Gelenkkongruenz und -führung zeigt, mehr als 5km problemlos gehen kann, ohne Schwierigkeiten wegen Unebenheiten des Untergrundes zu haben und ohne Auffälligkeiten im Gangbild zu erweisen. Insgesamt ging v.a. auch ein, dass die jeweiligen Patienten ihren Alltag und ihre Freizeitaktivitäten ohne Einschränkungen weiterführen können. Daß diese Punkte neben den großteils traumabedingten Pathologien auch durch alle chronischen Prozesse, wie oben dargestellt, generiert werden können, wurde explizit betont. Zusätzliche Parameter wie Zufriedenheit des Patienten, Rückkehr in den Arbeitsprozess, sagittale Gelenkbeweglichkeit, Schwellung, neuropathische Beschwerden usw. sollten – wie von den Autoren empfohlen – zusätzlich dargestellt und in die Diskussion der Scorergebnisse miteinbezogen werden. Ein numerischer Score – wie in dieser Arbeit der Ogilvie-Harris-Score – sollte zur Komplettierung eingesetzt werden.<sup>(79)</sup> Da dies ein Score für oberes Sprunggelenk, unteres Sprunggelenk und auch die Mittelfußgelenke ist, wurde in vorliegender Studie auf einen anderen Score zurückgegriffen, der sich im Vergleich zu einem Großteil dem eben besprochenen Score deckt, zudem aber Parameter wie die Schwellung und das Geh- und Laufverhalten stärker miteinbezieht.

Dazu sollte der DGKKT-Score dienen, den die Deutsche Gesellschaft für Knorpel- und Knochentransplantation (DGKKT) in Anlehnung an ein schon vorbestehendes internationales Scoresystem entwickelt und einen eigenen Punkteschlüssel beigelegt hat. Dieser Score sollte zumindest zu 50% objektive Kriterien enthalten. In seinen Grundzügen ist dieses Bewertungsschema für das Knie entwickelt worden. Ein eingehender Vergleich hat aber gezeigt, dass die vorliegenden Parameter fast eins zu eins für das Sprunggelenk eingesetzt werden können. Es waren also nur geringfügige Bewertungsänderungen von Nöten, die aber die grundsätzliche Aussage des Scores nicht veränderten. Kritisch war eventuell die Stabilität, da die dafür vorgesehenen Prozentanteile etwas zu knapp erscheinen. Dieser Score ist umfänglicher als der oben besprochene Ogilvie-Harris-Score, dennoch wird er aber nicht unübersichtlich. Es scheint hier ein gutes Mittel vorzuliegen. Andere Bewertungstest legen deutlichere Schwerpunkte, sei es die sportliche Betätigung, die alltagsadäquate Belastbarkeit oder einfach nur ein etwas komplexeres Punkteschema. Eine ebenso umfassende Alternative hätte der Cincinnati-Score geboten, bei dem zudem MRT-Befunde berücksichtigt wurden. Dies war aber zuletzt sogar einer der Hauptgründe, warum hier letztendlich der DGKKT-Score verwendet wurde. Die Aussage von bildgebenden Verfahren, wie dem MRT, bieten wahrscheinlich sogar eine der höchsten derzeit in der Medizin objektivierbaren Ergebnisse. Bei der Analyse vorliegender Ergebnisse hat sich jedoch gezeigt, dass das klinische und

subjektiv erlebte Outcome der Patienten deutlicher besser waren, als die vermeintlich objektiveren MRT- und in gewisser Hinsicht auch Röntgenbilder. Da aber im Zweifel die Alltagstauglichkeit und Beschwerdebesserung für das Ergebnis und für die Zufriedenheit des einzelnen Patienten mit einem Behandlungsschema doch wichtiger sind als eine radiologische Einschätzung, war dies Anlass genug auf die Hereinnahme dieser Ergebnisse in die Scores zu verzichten. Dieses Outcome wird später separat dargestellt werden und soll in der Diskussion nach Möglichkeit ins rechte Licht gerückt werden.(4;8;12;29)

Hier das Schema des DGKKT-Scores:

#### Schmerzstatus

keine (20)  
zeitweise bei schweren Arbeiten (16)  
zeitweise bei Freizeitsport (12)  
häufig bei Sport, zeitweise beim Gehen, Stehen (8)  
ständig beim Gehen, kein Sport möglich, kein Ruheschmerz (4)  
Ruheschmerz, Nachtschmerz (0)

#### Allgemeine Aktivitäten, Sport

keine Einschränkung, Leistungssport möglich (20)  
schwere Arbeit mit geringen Einschränkungen möglich (16)  
schwere Arbeit nicht möglich, Sport möglich (12)  
Sport nicht möglich, zeitweise Probleme beim Gehen (8)  
Gehen und Alltagsaktivitäten bereiten zeitweise Probleme (4)  
dauernd und anhaltende Einschränkungen (0)

#### Gehstrecke

unbegrenzt (20)  
leicht eingeschränkt (16)  
mäßig eingeschränkt, 1km Gehen auf ebenem Grund möglich (12)  
deutlich eingeschränkt, 200m möglich (8)  
stark eingeschränkt, Gehstrecke < 200m (4)  
Gehen nur in der Wohnung (0)

### Treppensteigen

uneingeschränkt (10)

Schmerzen mit Lasten (8)

zeitweise Schmerzen, >15 Stufen möglich (6)

häufig Schmerzen, 10-15 Stufen möglich (4)

starke Schmerzen, 1-5 Stufen möglich, Gehen am Geländer (2)

Treppensteigen nicht möglich (0)

### Schwellung

keine Schwellung (10)

gelegentlich Schwellung/ Reizerguß bei schwerer Arbeit (8)

gelegentlich Schwellung/ Reizerguß bei Freizeitsport (6)

Schwellung/Reizerguß schränkt Aktivitäten wie Sport und Arbeit deutlich ein (4)

Schwellung/Reizerguß schon bei normalem Gehen, in Ruhe rückläufig (2)

ständig Schwellung, auch in Ruhe, häufig Punktionen bei Gelenkerguß (0)

### Laufen

uneingeschränkt (5)

Laufen mit halber Geschwindigkeit möglich (4)

mäßige Einschränkung, etwa 1km Joggen möglich (3)

deutlich eingeschränkt, etwa 500m max. Joggen möglich (2)

kein Joggen möglich, Gehen möglich (1)

Gehen deutlich eingeschränkt (0)

### Bewegungsausmaß

frei beweglich (5)

leicht eingeschränkte Extension bzw. Flexion (3)

bis 10° bei Extension/Flexion, leicht bei Supination/Pronation (2)

>10° Extension/Flexion, ausgeprägt Supination/Pronation (1)

>20° Extension/Flexion, Supination/Pronation fast aufgehoben (0)

### Stabilität

keine Instabilität (5)

selten Instabilität bei extremen Belastungen, Sport möglich (4)

gelegentliche Instabilität beim Sport (3)

Instabilität begrenzt Sport (2)

Instabilität beim Gehen (1)

ständig vorhandene Instabilität (0)

### Muskelkraft

seitengleiche Kraft gegen Widerstand (5)

grobe Kraft intakt, im Seitenvergleich schwächer (4)

grobe Kraft abgeschwächt, Atrophie meßbar (3)

Dorsalflexion aktiv gegen Widerstand nicht durchführbar (2)

Extension aktiv gegen Schwerkraft nicht durchführbar (0)

Das Behandlungsergebnis wurde wie folgt bewertet:

100- 91 Punkte = sehr gut

90- 81 Punkte = gut

80- 61 Punkte = zufriedenstellend

< 60 Punkte = schlecht

## 9. Ergebnisse

### **9. Parameter ohne Scorebezug**

Im Folgenden sollen zunächst Ergebnisse von Parametern dargestellt werden, die nicht unmittelbar in die beiden hier verwendeten Scores Eingang gefunden haben. Diese Ausführungen sollen dazu dienen, das Outcome besser herauszuarbeiten und die Bewertungseinheiten zu unterstützen.

Ein erster Blick soll auf das intraoperative Vorgehen gerichtet werden, nachdem die Operationspraktik oben schon erläutert wurde.

28/41 (68,3%) Fälle zeigten intraoperativ ausgeprägte Synovialitis, bei 11/41 (26,8%) war die Synovialis blande. Bei 2/41 (4,9%) Fällen konnte keine eindeutige Aussage ermittelt werden. Bei 48,8% Prozent der Synovialitispatienten wurde zur Sicherung des Inflammationsausmaßes eine Probeexzision entnommen. Von den 20 Fällen zeigten 18 eine geringe Entzündung, 2 wiesen laut Pathologie eine ausgeprägtere Inflammation auf. Sämtliche Proben waren gutartig.

Zudem zeigten 13/41 (31,7%) eine ausgeprägte Osteophytose, wovon 10 ein anterior lipping und 3 ein posterior lipping aufwiesen. Bei den restlichen 28/41 (68,3%) waren keine Osteophyten zu beschreiben. Bei 4/41 (9,8%) der Patienten wurde eine distale anteriore Tibiarandplastik (DATRP) durchgeführt. Weiterhin konnte bei 21/41 (51%) Betroffenen ein mäßig ausgeprägter Gelenkerguß detektiert werden.

Diese Parameter ergänzend wurde das arthroskopische OD-Stadium nach vier Kategorien gemäß der Einteilung von Bruns erfasst. Die Verteilung ergab sich wie folgt: bei 12/41 (29,3%) war der Knorpel erhalten und nicht irritierbar, bei 22/41 (53,7%) war der Knorpel mit dem Testhaken eindrückbar, in 7/41 (17,1%) Fällen war der Knorpel aufgebrochen. Diese Ergebnisse werden später bei der Darstellung der radiologischen Ergebnisse herangezogen, weshalb hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

**Tabelle 9 OD-Stadien arthroskopisch**

	Häufigkeit	Prozent
Knorpel erhalten, praktisch nicht eindrückbar 1	12	29,3
Knorpel mit Testhaken eindrückbar 2	22	53,7
Knorpel aufgebrochen 3	7	17,1
Total	41	100,0



Zur weiteren Ergänzung gilt es darauf hinzuweisen, dass je 2 Patienten in ihrer Vorgeschichte bereits andere Operationen an Hüfte oder Knie und 1 Patient am Sprunggelenk der jetzt betroffenen unteren Extremität erhalten hatten. Bei 87,8% war dies anamnestisch nicht der Fall gewesen. Wichtig ist dies für die Betroffenen eventuell im Hinblick auf die Stabilität bei Stand, Gang und längeren Belastungen, wobei eventuell durch nicht ganz wiederhergestellte Symmetrie verfrüht Ermüdung und langfristig auch Verschleiß entstehen kann.

Was in dieser Hinsicht noch wichtiger zu sein scheint, ist ein Überblick über Begleiterkrankungen des vorliegenden Kollektivs, welche die Durchblutung und damit den Ernährungszustand von Knorpel und Knochen beeinträchtigen können. Da der Großteil der Patienten noch recht jung ist, waren diese Fälle wenig ausgeprägt und höchstwahrscheinlich von begrenzter Aussagekraft. 1/41 (2,4%) Arthritis urica, 3/41 (7,3%) chronische Polyarthritis, 20/41 (48,8%) zeigten ein mehr oder weniger ausgeprägtes bzw. die Tendenz zu einem metabolischen Syndrom.

Im Weiteren soll ein Blick auf das Alltagsverhalten der Patienten nach der OP geworfen werden. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit war großteils durch die vorgegebene zeitliche Schonung des Gelenks vorgegeben. Nur 13/41 (31,7%) der Patienten begannen ohne Auszeit wieder mit ihrer Tätigkeit, sei es, dass sie nicht pausieren wollten oder dass eine Schreibtischtätigkeit eine adäquate Schonung gewährleistete. 24/41 (58,5%) hatten eine Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung, die 3 Monate nicht überschritt. 2/41 (4,9%) blieben 3-6 Monate zu Hause, 2/41 (4,9%) über 6 Monate.

Das postoperative Nachbehandlungsschema sah standardisiert eine 6-wöchige Teilbelastung an Gehstützen mit 20kg Bodenkontakt vor.

Nach dieser Zeit empfanden 25/41 Patienten (61%) das jeweilige Gelenk wieder als optimal stabil, in 16/41 (39%) Fällen war dieses Stabilitätsgefühl nicht gegeben. Nur bei 3/41 (7,3%) Probanden konnte dies durch die klinische Untersuchung bestätigt werden.

Dafür sind auch die Fußform der Patienten, die Art ihres Schuhwerks und das Tragen von Einlagen bzw. Bandagen von Interesse.

**Tabelle 10 Einlagen - Fußform**

		Fußform			Total
		Normalfuß	Senk-Spreizfuß	Knick-Senk-Spreizfuß	
Einlagen	ja	14	4	1	19
	nein	17	1	4	22
Total		31	5	5	41

Auffallend hierbei ist, dass nur 10/41 Patienten (24,4%) von der normalen Fußform abweichen. Nicht alle von Knick-Senk-Spreiz-Füßen Betroffene waren adäquat mit Einlagen versorgt. Hingegen zeigte sich, dass 19/41 (46,3%) der Patienten mit OD freiwillig Einlagen trugen, um ihre Symptomatik zu verbessern.

10/41 (24,4%) trugen zudem nach der OP im Alltag dauerhaft eine Bandage, wobei davon einige angaben, die Bandagen eher wegen des Gefühls der Sicherheit verwendet zu haben. 6/41 (14,6%) nutzten die Bandage für einige Wochen nach der OP. 25 (61%) hielten eine Bandage zu keinem Zeitpunkt für indiziert.

Ähnlich verhält es sich mit der Auswahl des Schuhwerks. Kein besonderes Augenmerk darauf legten und legen 21/41 (51,2%) der Operierten. 18/41 (43,9%) gaben an, dass Schuhe, die über den Knöchel gehen, die Symptomatik verbessern. 2/41 (4,9%) benötigten das nur beim Sport. Die meisten Frauen bedauerten, selbst wenn das Gesamtergebnis gut oder sehr gut war, dass das Tragen von Schuhen mit Absätzen eher gemieden werden müsse, sei es aufgrund von Schmerz oder wegen des Gefühls der Instabilität.

In 35/41 (85,4%) Fällen bestanden keine postoperativen Komplikationen. 1/41 (2,4%) Patient zeigte für einige Wochen eine Wundheilungsstörung. 5/41 (12,1%) Patienten klagten über verstärkte Schwellungen im Bereich des gesamten Gelenkes, wovon 3 (7,3%) anhaltend Schwierigkeiten hatten.

Die Narben, die das minimalinvasive Verfahren der retrograden Anbohrung hinterließ, sind bei 38/41 (92,7%) unauffällig verheilt, 3/41 (7,3%) berichteten bei der körperlichen Untersuchung über Druckschmerzhaftigkeit im Narbenbereich. Zudem beschrieben 7/41 (17,1%) Patienten leichte Gefühlsirritationen, in 2/41 (4,9%) Fällen traten mittelgradige Sensibilitätsdefizite am Vorfuß im Versorgungsgebiet des N.cutaneus dorsalismedialis zu Tage.

Um den Status Quo zum Untersuchungszeitpunkt umfassend beschrieben zu haben gilt es noch den Einsatz von Schmerzmedikamenten und die Bewegungseinschränkungen in Zahlen zu veranschaulichen.

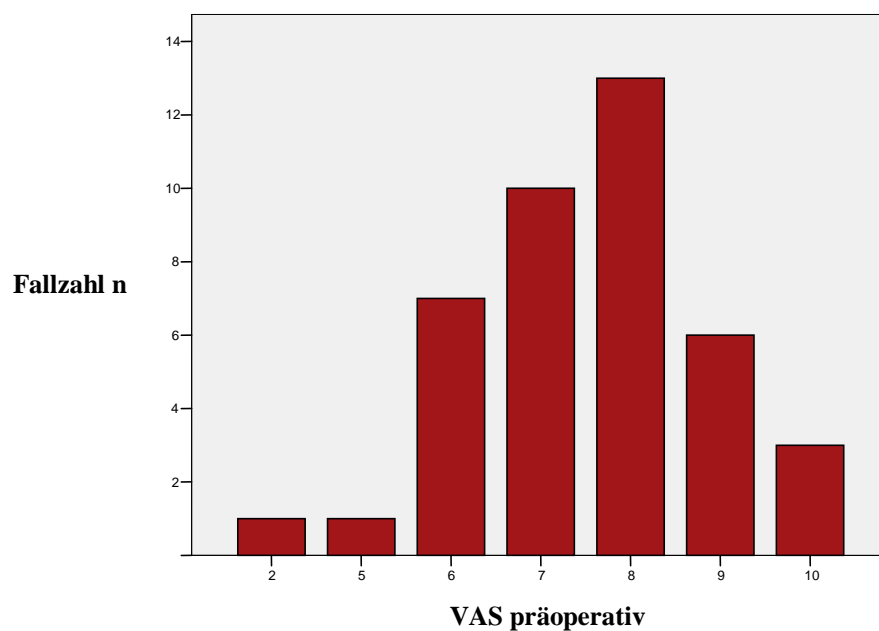
7/41 (17,1%) Patienten nehmen wegen der OD ständig NSAR ein. Je 12 (29,3%) griffen für kurze Zeit nach der OP oder bei Bedarf auf diese Substanzklasse zurück. Nur in einem Fall war es vorübergehend nötig Opioide zu verabreichen.

Zusätzlich zu den Scores wurde der Schmerz noch als unabhängige Variable als VAS-Parameter erfasst, da diese Skala in der Literatur sehr geläufig ist und zudem der Schmerz mit dem wichtigsten Symptom der OD darstellt. 1 sei dabei ein sehr leichter Schmerz, 10 höchstgradiger beinahe unerträglicher Schmerz. Der Mittelwert lag hier vorher bei 7,49,

nachher bei 3,73. Die Standardabweichung lag vor OP bei 1,50, nach dem Eingriff bei 2,63. Die Schmerzreduktion betrug durchschnittlich 3,7 auf der VAS und war hochsignifikant ( $p < 0,001$ ).

**Tabelle 11 Schmerzscore präoperativ auf einer visuellen Analogskala (VAS)**

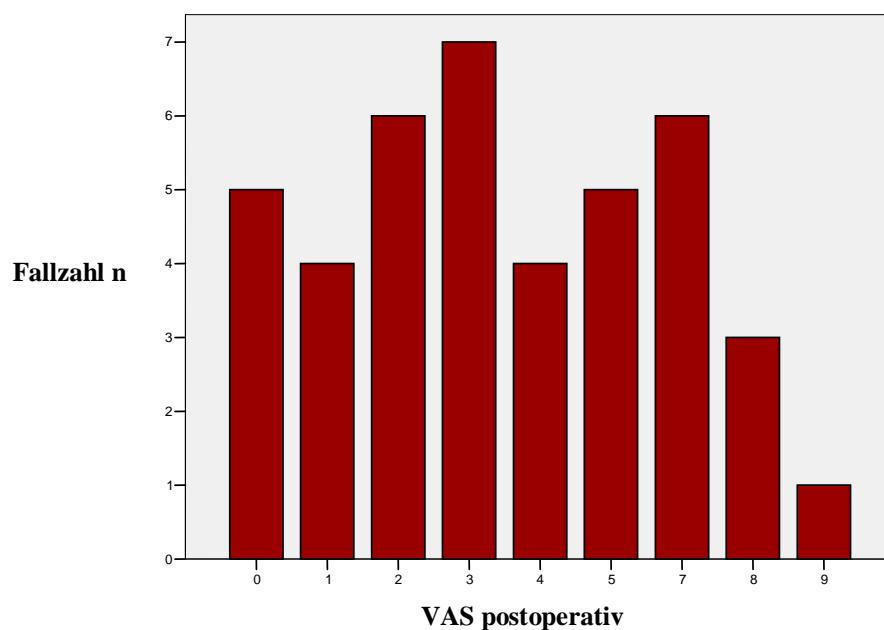
		Häufigkeit	Prozent
VAS	2	1	2,4
	5	1	2,4
	6	7	17,1
	7	10	24,4
	8	13	31,7
	9	6	14,6
	10	3	7,3
	Total	41	100,0



**Abbildung 9 Verteilung der Schmerzempfindung präoperativ**

**Tabelle 12 Schmerzscore postoperativ auf einer visuellen Analogskala**

		Häufigkeit	Prozent
VAS	0	5	12,2
	1	4	9,8
	2	6	14,6
	3	7	17,1
	4	4	9,8
	5	5	12,2
	7	6	14,6
	8	3	7,3
	9	1	2,4
	Total	41	100,0



**Abbildung 10 Verteilung der Schmerzempfindung postoperativ**

Obgleich Ruheschmerz zu den klassischen Beschwerden im Krankheitsbild der OD gehört, wurde er im vorliegenden Kollektiv in ausgeprägter Form nur von 4/41 (9,8%) Patienten berichtet. Einige weitere klagten über Beschwerden nach längerer Belastung, die auch noch in Ruhe weiter bestünden.

Abschließend das Ergebnis der Gelenkbeweglichkeit:

**Tabelle 13 Pronationseinschränkung**

		Häufigkeit	Prozent
Valid	keine Einschränkung	31	75,6
	bis 5°	7	17,1
	5-10°	2	4,9
	>10°	1	2,4
	Total	41	100,0

**Tabelle 14 Supinationseinschränkung**

		Häufigkeit	Prozent
Valid	keine Einschränkung	31	75,6
	bis 10°	9	22,0
	10-20°	1	2,4
	Total	41	100,0

**Tabelle 15 Flexionseinschränkung**

		Häufigkeit	Prozent
Valid	keine	29	70,7
	bis 10°	8	19,5
	10-20°	3	7,3
	>20°	1	2,4
	Total	41	100,0

**Tabelle 16 Extensionseinschränkung**

		Häufigkeit	Prozent
Valid	keine Einschränkung	25	61,0
	bis 10°	13	31,7
	>10°	3	7,3
	Total	41	100,0

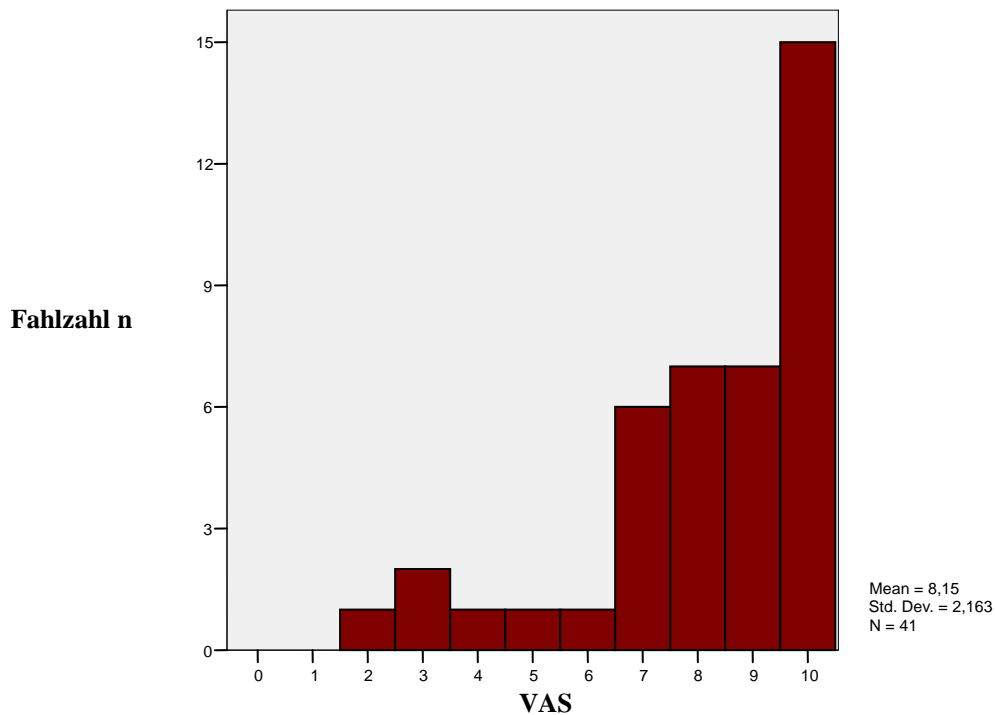
Wie oben erläutert, wird in dieser Arbeit von einem physiologischen Bewegungsumfang ausgegangen, der für Supination/Pronation 30-0-20° und für Extension/Flexion 25-0-45° vorsieht.

So zeigte sich für diese vier Freiheitsgrade des Sprunggelenks nach der OP, daß zwischen 60% und 70% der Patienten keine oder nur geringgradige Einschränkungen aufwiesen. Supination und Pronation sind zwei Freiheitsgrade, die individuell ohnedies stark variieren. Als Vergleich kann deswegen fast ausschließlich das gesunde Gelenk des Patienten dienen. Die Flexion stellt sich in diesem Ergebnis als der Freiheitsgrad dar, bei dem am wenigsten Einschränkungen zu verzeichnen waren.

Die Verteilung der Beweglichkeit nach subjektiver Einschätzung post OP liefert noch deutlich bessere Ergebnisse. Hierbei gilt 0=maximale Funktionseinschränkung und 10=überhaupt keine Funktionseinschränkung.

**Tabelle 17 Funktionseinschätzung postoperativ auf einer visuellen Analogskala (VAS)**

		Häufigkeit	Prozent
VAS	2	1	2,4
	3	2	4,9
	4	1	2,4
	5	1	2,4
	6	1	2,4
	7	6	14,6
	8	7	17,1
	9	7	17,1
	10	15	36,6
	Total	41	100,0



**Abbildung 11 Funktionseinschätzung postoperativ auf einer visuellen Analogskala (VAS)**

## 9.2 Ergebnisse nach OD-Stadien

Die Stadieneinteilung erfasste das arthroskopische Stadium bei OP, das Röntgenbild und den MRT-Befund. Weder Röntgenbilder noch MRT-Bilder konnten für alle Patienten komplett eingebracht werden. Bei einigen waren die Bilder nicht mehr aufzufinden, in einigen Fällen wurden keine Röntgenbilder vor der OP angefertigt. Bezüglich MRT entstanden die Lücken ebenfalls entweder durch eine Nichtauffindbarkeit oder durch eine Budgetierung der Hausärzte. Die Asklepiosklinik hat leider noch kein eigenes MRT. Infolgedessen musste die Stadieneinteilung im Zweifel allein aus dem arthroskopischen Befund bestimmt werden, der bei allen Patienten vorlag.

Vergleicht man zunächst die Stadieneinteilung nach Röntgenbildern zeigt sich nur in wenigen Fällen eine Verbesserung nach der OP. Der Hauptanteil der Daten lag mit 16/26 (39%) vorher und 10/24 (24%) nachher bei Stadium II.

**Tabelle 18 OD-Stadien im Nativröntgenbild präoperativ**

		Häufigkeit	Prozent
Valid	I	4	9,8
	II	16	39,0
	IIIM	4	9,8
	IIID	1	2,4
	IV	1	2,4
	Total	26	63,4
Fehlend	System	15	36,6
Total		41	100,0

**Tabelle 19 OD-Stadien im Nativröntgenbild postoperativ**

		Häufigkeit	Prozent
Valid	I	5	12,2
	II	10	24,4
	IIIM	5	12,2
	IIID	2	4,9
	IV	1	2,4
	unauffällig	1	2,4
	Total	24	58,5
Fehlend		17	41,5
Total		41	100,0

Die Verteilung der MRT-Bildgebung weicht hiervon etwas ab. Postoperativ liegen 9/31 (29,0%) bzw. 15/31(48,4%) im Stadium II bzw. III. Diese Variation beruht wohl darauf, dass im Röntgenbild die chondralen Läsionen unterschätzt werden bzw. der Knorpelstatus nicht umfassend einzuschätzen ist. Die Anzahl der MRT-Bilder vor OP ist leider nicht mehr repräsentativ.

**Tabelle 20 OD-Stadien im MRT präoperativ**

		Häufigkeit	Prozent
Valid	II	2	4,9
	IIIM	7	17,1
	IIID	1	2,4
	Total	10	24,4
Fehlend		31	75,6
Total		41	100,0



**Tabelle 21 OD-Stadien im MRT postoperativ**

		Häufigkeit	Prozent
Valid	I	5	12,2
	II	9	22,0
	IIIM	10	24,4
	IIID	5	12,2
	IVM	1	2,4
	IVD	1	2,4
	Total	31	75,6
Fehlend		10	24,4
Total		41	100,0

Die arthroskopische Stadieneinteilung vor OP zeigt eine Verteilung über die ersten drei Stadien nach Bruns (162) mit einem deutlichen Überhang in Stadium II mit 22 (53%) Fällen. Dass hier Fälle im Stadium IV fehlen, liegt daran, dass die Fälle mit freiem Flake nicht mit retrograder Anbohrung behandelt wurden.

**Tabelle 22 OD-Stadien arthroskopisch n. Bruns (162)**

		Häufigkeit	Prozent
Stadium	Knorpel erhalten, praktisch nicht eindrückbar 1	12	29,3
	Knorpel mit Testhacken eindrückbar 2	22	53,7
	Knorpel partiell aufgebrochen 3	7	17,1
	Total	41	100,0

Einen wichtigen Aspekt dürfte noch ein Blick auf die Altersverteilung und die Stadienveränderung vor und nach der OP ergeben. Dabei zeigte sich für alle Gruppen ein ähnliches Ergebnis, eine Kumulation in Stadium II.

**Tabelle 23 Stadien präoperativ nach Altersgruppen**

		Alter nach Gruppen				Total
		1-18	19-30	31-45	46	
Stadium vorher	I	1	1	1	1	4
	II	5	6	8	7	26
	IIIM	1	2	3	1	7
	IIID	1	0	0	1	2
	IV M	1	0	0	0	1
	IV D	0	1	0	0	1
Total		9	10	12	10	41

**Tabelle 24 Stadien postoperativ nach Altersgruppen**

		Alter nach Gruppen				Total
		1-18	19-30	31-45	46	
Stadium nachher	I	1	1	1	2	5
	II	3	4	7	5	19
	IIIM	0	4	3	1	8
	IIID	3	0	0	2	5
	IVM	1	0	0	0	1
	IVD	0	1	0	0	1
	unauffällig	1	0	1	0	2
Total		9	10	12	10	41

## 9.3 Ergebnisse im Ogilvie-Harris-Score

### 9.3.1 Ergebnisse nach Rohdaten

Im Ogilvie-Harris-Score (OHS) ergab sich eine Steigerung des Mittelwertes von 4,86 auf 10,63, der Median stieg von 5,00 auf 12,00 an. Die Standardabweichung lag vor OP bei 2,95, nach der OP bei 3,9. Die Range betrug vor dem Eingriff 11, nachher 12. Minimum und Maximum der Rohzahlen lag vor OP bei 0 und 11, nachher bei 3 und 15.

Insgesamt zeigte der Score vor der OP bei 11 (26,8%) Patienten die Einschätzung poor, bei 25 (61%) fair, bei 4 (9,8%) good und in 1 (2,4%) Fall sogar noch excellent.

**Tabelle 25 Klassifikation im O.H.-Score präoperativ**

		Häufigkeit	Prozent
Valid	poor	11	26,8
	fair	25	61,0
	good	4	9,8
	excellent	1	2,4
	Total	41	100,0

Für das Gesamtergebnis nach der Intervention ergab sich folgende Verteilung: 1 (2,4%) poor, 9 (22%) fair, 13 (31,7%) good und 18 (43,9%) excellent.

**Tabelle 26 Klassifikation im O.H.-Score postoperativ**

		Häufigkeit	Prozent
Valid	poor	1	2,4
	fair	9	22,0
	good	13	31,7
	excellent	18	43,9
	Total	41	100,0

Nachfolgende Graphiken veranschaulichen die Verbesserung:

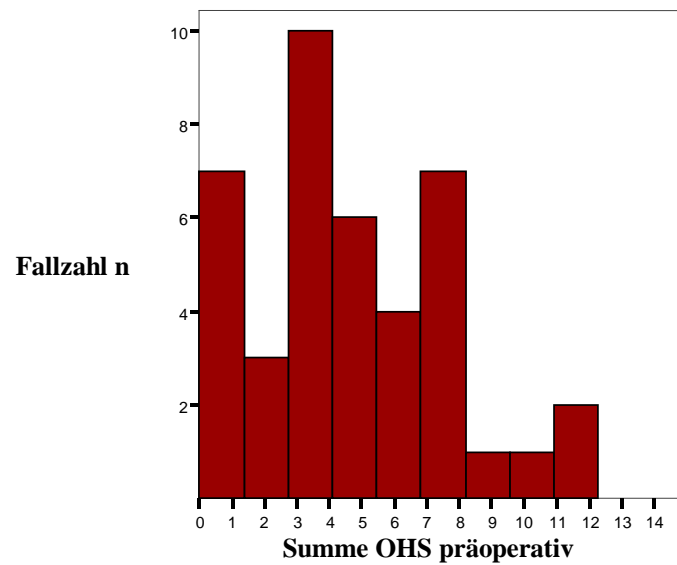


Abbildung 12 Summe des Ogilvie-Harris-Score präoperativ

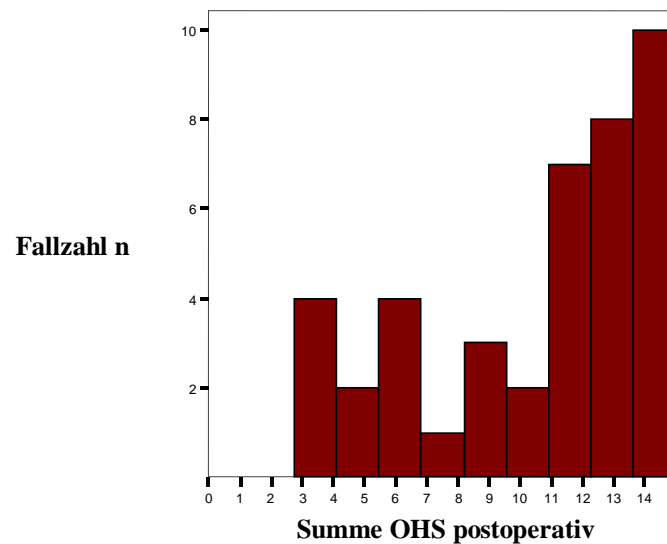
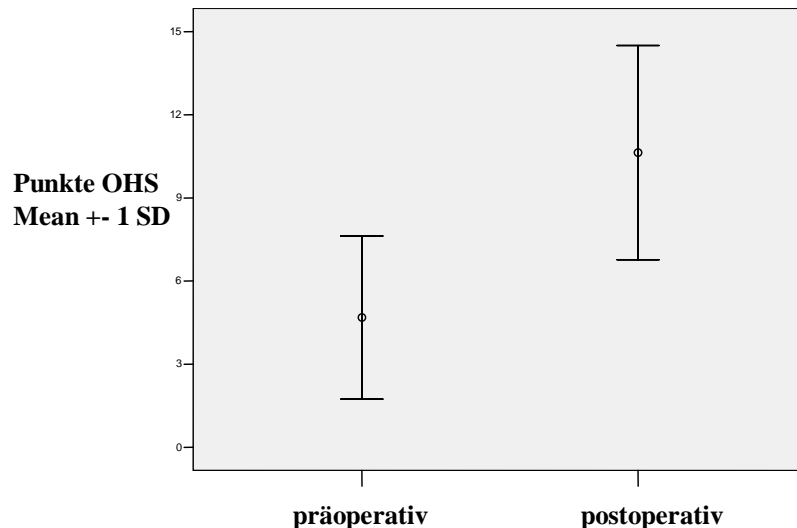


Abbildung 13 Summe des Ogilvie-Harris-Score postoperativ

Wendet man nun auf diese Ergebnisse den gepaarten T-Test an, zeigt sich, dass die Verbesserung im Outcome bezüglich des Ogilvie-Harris-Scores mit  $p=0,001$  hochsignifikant ist. Der Mittelwert stieg dabei von 4,68 ( $\pm 2,95$ ) auf 10,63 ( $\pm 3,87$ ) Punkte an.

Trägt man die Standardabweichungen mit in einen Graphen ein, wird dieser Zusammenhang deutlich ersichtlich:



**Abbildung 14. Mittelwerte im Ogilvie-Harris-Score präoperativ vs postoperativ mit Standardabweichung**

### **9.3.2 Ergebnisse nach Erkrankungsstadium**

Hierbei zeigte sich wider erwarten, dass sich die Stadienverteilung, die nach der OP radiologisch durchgeführt worden war, in keiner Weise zu präoperativ signifikant verändert hat, bis auf zwei Fälle, die nach OP kernspintomographisch unauffällig waren.

Vor dem Eingriff befanden sich 30/41 (73%) Patienten in Stadium I und II, nachher sind es noch 26/41 (63%), wobei die beiden unauffälligen Fälle miteingerechnet worden sind. Die Häufigkeit in Stadium III ist von 9/41 (22%) auf 13/41 (32%) angewachsen.

Die OHS-Kategorien zeigten jedoch im Verlauf eine offensichtliche Rechtsverschiebung bzw. Tendenz zu besseren Resultaten unabhängig vom radiologischen Erkrankungsstadium. Die Sensitivität des postoperativen MRT führt offenbar dazu, eine OD postoperativ höhergradiger einzustufen als im nativen arthroskopischen intraoperativen Aspekt.

**Tabelle 27 OHS-Kategorien u. Erkrankungsstadien präoperativ**

		Summe vorher				Total
		poor	fair	good	excellent	
Stadium	I	1	3	0	0	4
	II	5	16	4	1	26
	III(M/D)	5	4	0	0	9
	IV(M/D)	0	2	0	0	2
Total		11	25	4	1	41

**Tabelle 28 OHS-Kategorien u. Erkrankungsstadien postoperativ**

		Summe nachher				Total
		poor	fair	good	excellent	
Stadium	I	0	0	3	2	5
nachher	II	0	4	5	10	19
	III(M/D)	1	5	3	4	13
	IV(M/D)	0	0	2	0	2
	unauffällig	0	0	0	2	2
Total		1	9	13	18	41

Die folgenden beiden Tabellen zeigen das Ergebnis nach arthroskopischen Stadien. Es zeigte sich, dass 92% der Patienten in Stadium I nach OP ein gutes oder sehr gutes Ergebnis erzielten. In Stadium II waren es noch 78% und in Stadium III noch 43%.

**Tabelle 29 OHS-Kategorien u. arthroskopische Erkrankungsstadien präoperativ**

		OHS präoperativ				Total
		poor	fair	good	excellent	
Stadium	Knorpel erhalten,					
arthroskopisch	praktisch nicht					
	eindrückbar I	2	9	0	1	12
	Knorpel mit Testhaken					
	eindrückbar II	3	15	4	0	22
	Knorpel partiell					
	aufgebrochen III	6	1	0	0	7
Total		11	25	4	1	41

**Tabelle 30 OHS-Kategorien u. arthroskopische Erkrankungsstadien postoperativ**

		OHS postoperativ				Total
		poor	fair	good	excellent	
Stadium	Knorpel erhalten,					
arthroskopisch	praktisch nicht	0	1	5	6	12
	eindrückbar I					
	Knorpel mit Testhaken	1	4	7	10	22
	eindrückbar II					
	Knorpel partiell	0	4	1	2	7
	aufgebrochen III					
Total		1	9	13	18	41

### 9.3.3 Ergebnisse nach Erkrankungs-genese

Es lässt sich ersehen, dass bei Vorliegen eines Supinationstraumas zuvor 13/14 (92%) im OH-Score mit poor und fair bewertet wurden. Nach der Operation waren das nur noch zwei Fälle. 12/14 (85%) Fälle waren nun good oder excellent.

Beim Kompressionstrauma lagen zuvor alle 5/41 Fälle (100%) zwischen poor und fair. Nach dem Eingriff haben sich zwar alle um eine Stufe verbessert, nur 2/5 (40%) der Fälle sind aber good oder excellent.

Bei unklarem Traumamechanismus („andere“) konnte die Zahl von 1/8 (12,5%) guten oder sehr guten Ergebnissen auf 6/8 (75%) gesteigert werden.

Die Patienten, denen kein Trauma erinnerlich war, befanden sich vor OP zu 78,5% (11/14) im schlechten und sehr schlechten Bereich, wohingegen sie postoperativ die gleiche Prozentzahlen (11/14 = 78,5%) im guten und sehr guten Bereich zeigten.

Bei relativ geringer Fallzahl wiesen Kompressionstraumen die schlechtesten Ergebnisse auf. Ein Supinationstrauma führte hingegen im Vergleich zu Patienten ohne Traumaanamnese nicht zu schlechteren Ergebnissen.

**Tabelle 31 Trauma vs. OHS-Kategorien präoperativ**

		Summe vorher				Total
		poor	fair	good	excellent	
Trauma	Supinationstrauma	1	12	1	0	14
	Kompressions-	3	2	0	0	5
	trauma					
	andere	2	5	0	1	8
	kein Trauma	5	6	3	0	14
Total		11	25	4	1	41

**Tabelle 32 Trauma vs. OHS-Kategorien postoperativ**

		Summe nachher				Total
		poor	fair	good	excellent	
Trauma	Supinationstrauma	1	1	3	9	14
	Kompressions- trauma	0	3	2	0	5
	andere	0	2	3	3	8
	kein Trauma	0	3	5	6	14
Total		1	9	13	18	41

## 9.4 Ergebnisse im DGKKT-Score

### 9.4.1 Ergebnisse nach Rohdaten

Für den DGKKT-Score ergaben sich folgende statistische Kennzahlen für jeweils vor und nach der Operation:

**Tabelle 33 Statistik im DGKKT-Score**

		Anzahl vorher	Anzahl nachher
N	Valid	41	41
	Fehlend	0	0
Mittelwert		52,90	75,85
Median		51,00	79,00
Standardabweichung		11,476	17,572
Range		52	67
Minimum		28	33
Maximum		80	100

Hier lagen die Scoresummen vorher bei 33/41 (80,5%) Patienten weniger als 60 Punkten entsprechend einer schlechten Bewertung, bei 8/41 (19,5%) zwischen 61 und 81 Zählern entsprechend einer zufriedenstellenden Bewertung. Diese Ergebnisse zeigten eine mindestens ebenso deutliche Verbesserung wie beim vorhergehenden Score.

**Tabelle 34 DGKKT-Scoreverteilung präoperativ**

		Häufigkeit	Prozent
Kategorien	81-61 = zufriedenstellend	8	19,5
	<60 = schlecht	33	80,5
	Total	41	100,0

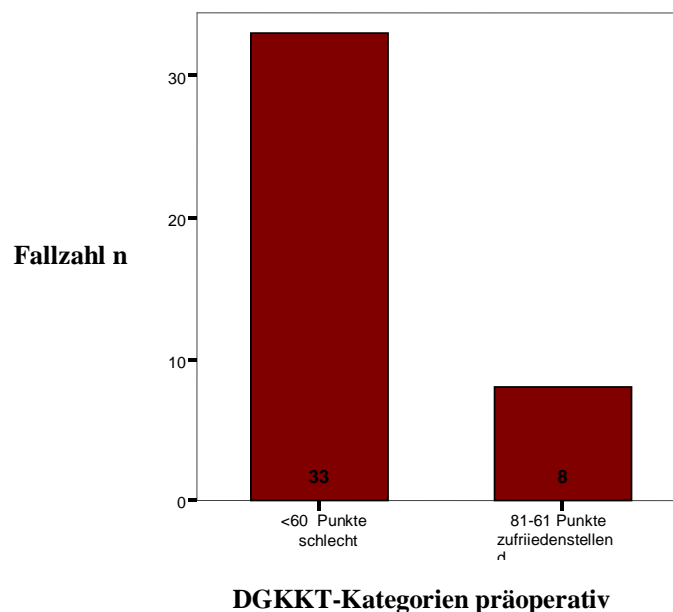


Die Verläufe ergaben eine analoge Verbesserung wie zuvor im OH-Score. Nach der Intervention ergaben sich 10 (24,4%) sehr gute, 9 (22%) gute, 16 (39%) zufriedenstellende und noch 6 (14,6%) schlechte Bewertungen. Auch die schlechten Ergebnisse zeigten insgesamt höhere Punktzahlen als präoperativ, was auf eine Besserungstendenz hinweist.

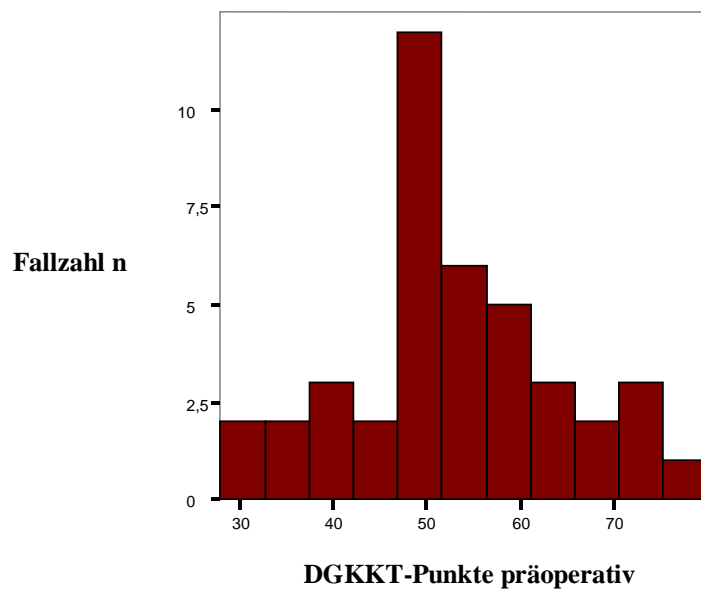
**Tabelle 35 DGKKT-Scoreverteilung postoperativ**

		Häufigkeit	Prozent
Kategorien	100-91 = sehr gut	10	24,4
	90-81 = gut	9	22,0
	80-61 = zufriedenstellend	16	39,0
	<60 = schlecht	6	14,6
	Total	41	100,0

DGKKT-Score präoperativ nach Punktkategorien und Rohzahlen, graphisch veranschaulicht:

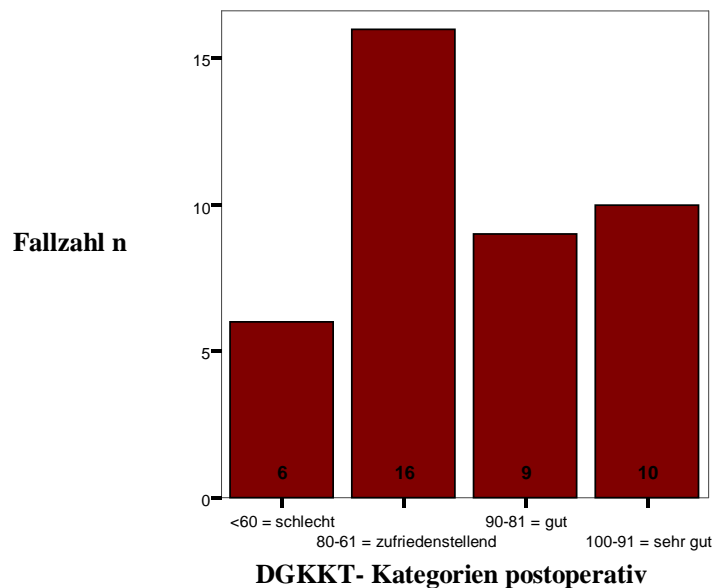


**Abbildung 15 Punktkategorien im DGKKT-Score präoperativ**

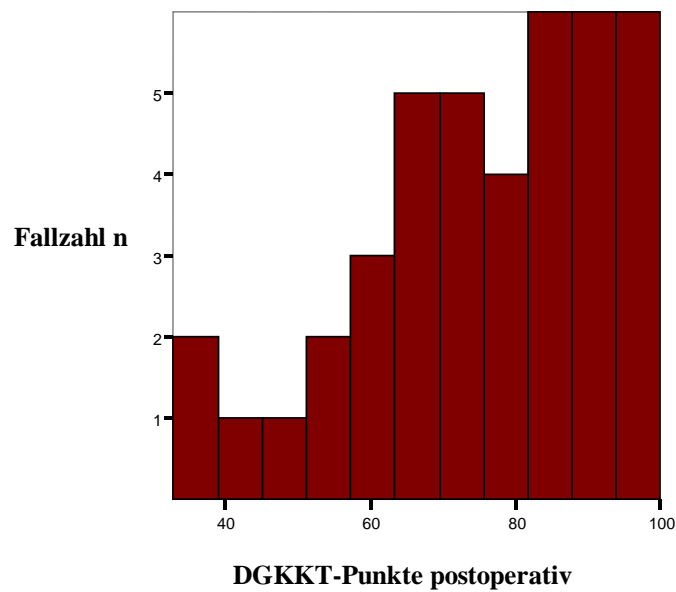


**Abbildung 16 Punktwertverteilung im DGKKT-Score präoperativ**

DGKKT-Score postoperativ nach Punktkategorien und Rohzahlen, graphisch veranschaulicht:



**Abbildung 17 Punktkategorien im DGKKT-Score postoperativ**

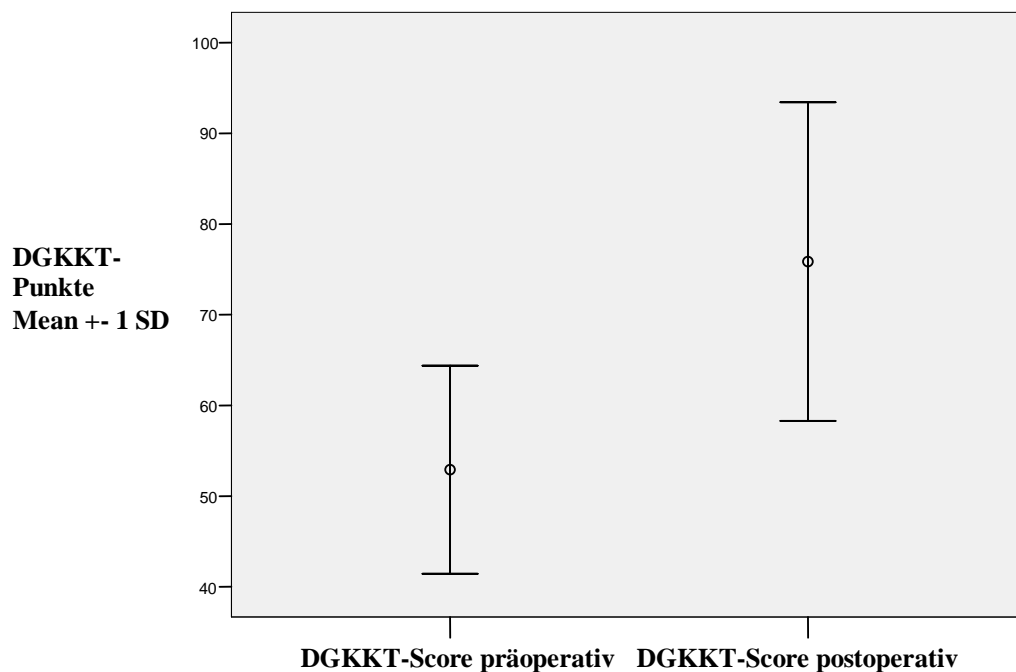


**Abbildung 18 Punktwertverteilung im DGKKT-Score postoperativ**

Der festgestellte Punktzuwachs im DGKKT-Score ist hochsignifikant ( $p < 0,000$ , paired t-test).

Der Mittelwert erhöhte sich dabei von 52,90 (+/- 11,48) auf 75,85 (+/- 17,57).

Hierzu ebenfalls ein Graph, der die Standardabweichung berücksichtigt und die Mittelwerte der Ergebnisse des Scores vor und nach der OP beinhaltet:



**Abbildung 19 Mittelwerte im DGKKT-Score präoperativ vs postoperativ mit Standardabweichung**

#### **9.4.2 Ergebnisse nach Erkrankungsstadium**

DGKKT-Kategorien nach Erkrankungsstadien präoperativ:

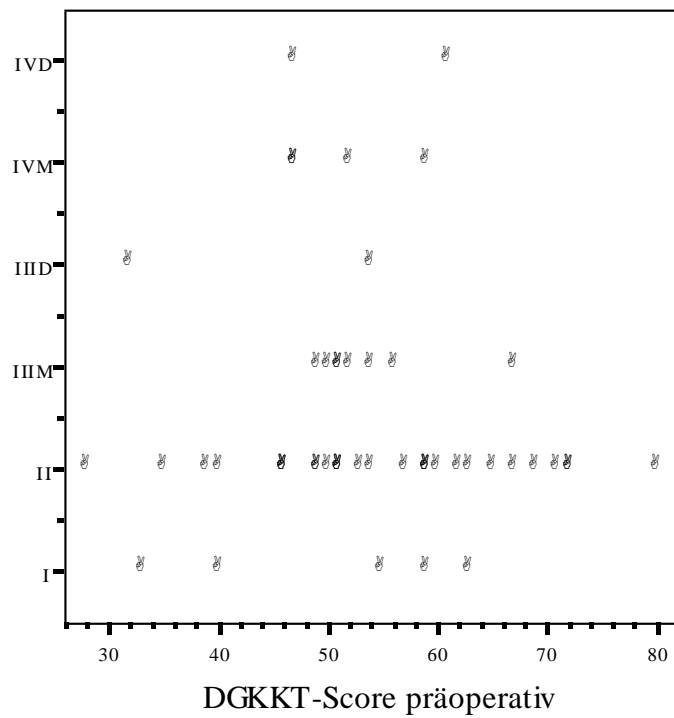
**Tabelle 36 Stadien präoperativ vs. DGKKT-Kategorien präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
Stadium vorher	I	0	4	4
	II	7	19	26
	III(M/D)	1	8	9
	IV(M/D)	0	2	2
Total		8	33	41

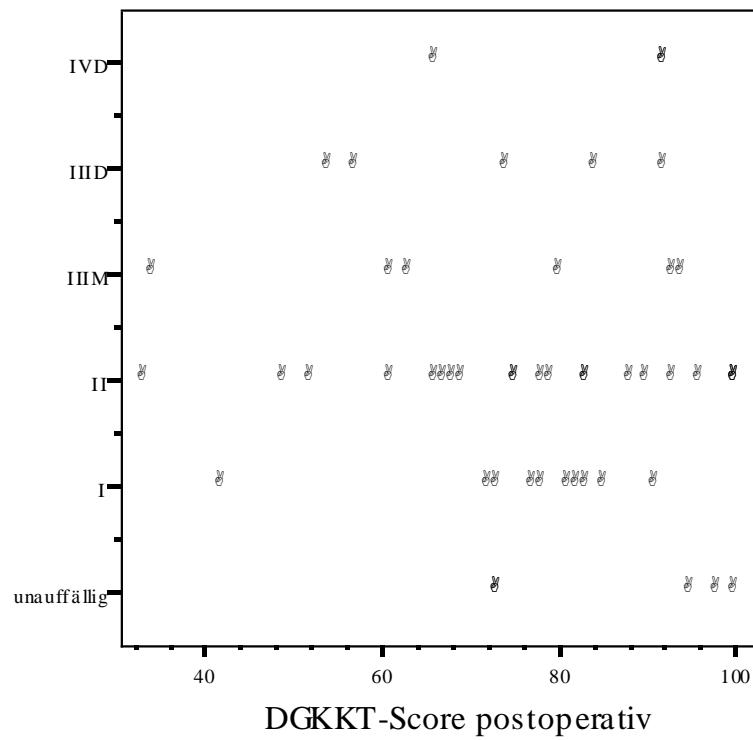
**Tabelle 37 Stadien postoperativ vs. DGKKT-Kategorien postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufrieden- stellend	<60 = schlecht	
Stadium nachher	I	1	1	3	0	5
	II	5	6	5	3	19
	III(M/D)	2	2	6	3	13
	IV(M/D)	0	0	2	0	2
	unauffällig	2	0	0	0	2
Total		10	9	16	6	41

Die Darstellung erfolgte analog zum OH-Score und soll durch zwei Graphen ergänzt werden, worauf die Verteilung nach Stadien vor und nach OP zu ersehen ist. Die Rechtsverschiebung der einzelnen Fallpunkte innerhalb der Erkrankungsstadien spiegelt den Therapieerfolg augenscheinlich wider.



**Abbildung 20 MRT-Stadien vs. DGKKT-Ergebnisse präoperativ**



**Abbildung 21 MRT-Stadien vs. DGKKT-Ergebnisse postoperativ**

### **9.4.3 Ergebnisse nach Geschlecht**

Die Verteilung der DGKKT-Kategorien vor dem Eingriff ist annähernd gleich: Bei den Frauen hatten 87,5% (14/16) weniger als 60 Punkte, 12,5% (2/16) weniger als 81 Punkte. Bei den Männern hatten 76% (19/25) weniger als 60 Punkte und 24% (6/25) weniger als 81.

Nach der OP zeigten 31% (5/16) der Frauen und 56% (14/25) der Männer ein gutes oder sehr gutes Ergebnis.

**Tabelle 38 Geschlecht vs. DGKKT-Kategorien präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
Geschlecht	weiblich	2	14	16
	männlich	6	19	25
Total		8	33	41

**Tabelle 39 Geschlecht vs. DGKKT-Kategorien postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufriedenst ellend	<60 = schlecht	
Geschlecht	weiblich	4	1	8	3	16
	männlich	6	8	8	3	25
Total		10	9	16	6	41

### **9.4.4 Ergebnisse nach Seite**

Weder prä- noch postoperativ waren Unterschiede zwischen rechter und linker Lokalisation feststellbar.

**Tabelle 40 betroffene Seite vs. DGKKT-Kategorien präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
Seite	rechts	3	15	18
	links	5	18	23
Total		8	33	41

**Tabelle 41 betroffene Seite vs. DGKKT-Kategorien postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufriedenstellend	<60 = schlecht	
Seite	rechts	3	5	7	3	18
	links	7	4	9	3	23
Total		10	9	16	6	41

#### **9.4.5 Ergebnisse nach Lokalisation**

50% (3/6) der lateralen Läsionen zeigten nach der OP im DGKKT-Score ein gutes oder sehr gutes Ergebnis. Die einzige zentrale Läsion verbesserte sich um eine Stufe von schlecht auf zufriedenstellend. Die medialen Herde sollen getrennt betrachtet werden. Die Lokalisation Med I zeigte in 36% (4/11) ein gutes oder sehr gutes Ergebnis, Med II in 52% (10/19), Med III in 33% (2/6). Signifikante Unterschiede können hier also nicht erkannt werden, die man dem Patienten als prognostische Anhaltspunkte mitteilen könnte. Eventuell ist eine leichte Tendenz zu besseren Ergebnissen bei Herden loco typico (Med II) erkennbar.

**Tabelle 42 Herdlokalisation vs. DGKKT-Kategorien präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
Herdlokalisation	lat I	0	1	1
	lat II	0	2	2
	lat III	0	1	1
	zent I	0	1	1
	med I	2	9	11
	med II	5	14	19
	med III	1	5	6
Total		8	33	41

**Tabelle 43 Herdlokalisation vs. DGKKT-Kategorien postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufriedenst ellend	<60 = schlecht	
Herdlokalisation	lat I	0	1	0	0	1
	lat II	1	0	1	0	2
	lat III	0	1	0	0	1
	zent I	0	0	1	0	1
	med I	2	2	4	3	11
	med II	5	5	7	2	19
	med III	2	0	3	1	6
Total		10	9	16	6	41

#### **9.4.6 Ergebnisse nach Erkrankungsgenese**

Wie beim OH-Score sind auch hier die Patienten je nach Traumageschehen in Gruppen eingeteilt worden und zeigten wieder ähnliche Ergebnisse. 57% (8/14) der Fälle wiesen nach Supinationstrauma und nach Anbohrung eine gute oder sehr gute Evaluation auf. Beim Kompressionstrauma zeigte sich zwar in 80% (4/5) der Patienten eine Verbesserung um einen Rang, allerdings wurden hier keine guten und sehr guten Stufen erreicht.

Andere Traumata führten nur in 37% (3/8) der Fälle zu einer guten bzw. sehr guten DGKKT-Bewertung. 57% (8/14) der Fälle ohne Traumaanamnese wiesen gute und sehr gute Scorebewertungen postoperativ auf.

**Tabelle 44 Trauma vs. DGKKT-Kategorien präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
Trauma	Supinationstrauma	4	10	14
	Kompressionstrauma	0	5	5
	andere	2	6	8
	kein Trauma	2	12	14
Total		8	33	41



**Tabelle 45 Trauma vs. DGKKT-Kategorien postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufriedens tellend	<60 = schlecht	
Trauma	Supinationstrauma	5	3	5	1	14
	Kompressionstrauma	0	0	4	1	5
	andere	1	2	3	2	8
	kein Trauma	4	4	4	2	14
Total		10	9	16	6	41

#### **9.4.7 Ergebnisse nach Alter/Epiphysenzustand**

Von den 14 Patienten, bei denen die Wachstumsfugen noch nicht verschlossen waren, zeigte sich bei 50% (7/14) ein gutes oder sehr gutes Outcome. Nur ein Patient verblieb bei einer schlechten Bewertung. Von den 27 Fällen, die bereits geschlossene Epiphysenfugen hatten, sind es postoperativ im Vergleich nur 44% (12/27) in den obersten zwei Rängen. Hier sind zudem 18,5% (5/27) nicht über die schlechte Stufe <60 Punkte hinausgekommen. Dieses Ergebnis weist, wie zu vermuten, darauf hin, dass junge Menschen, die sich im Wachstum befinden, besser auf eine Anbohrungstherapie ansprechen als Patienten, deren Knochenwachstum bereits abgeschlossen ist.

**Tabelle 46 Wachstumsfugenzustand vs. DGKKT-Kategorien präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
WF	offen	4	10	14
	geschlossen	4	23	27
Total		8	33	41

**Tabelle 47 Wachstumsfugenzustand (WF) vs. DGKKT-Kategorien postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufriedens ellend	<60 = schlecht	
WF	offen	5	2	6	1	14
	geschlossen	5	7	10	5	27
Total		10	9	16	6	41

Um diesen Punkt zu ergänzen, ist es nötig das Outcome nach Altersgruppen zu spezifizieren. Hier ergab sich folgendes Resultat: 77% (7/9) der 1-18 Jährigen liegen zwischen 81 und 100 Punkten. Nur 30% (3/10) der 19-30 Jährigen kamen auf dieses Ergebnis. Knapp 42% (5/12) der Gruppe zwischen 31 und 45 Jahren konnten diese Summe erreichen. Bei den über 46 Jährigen belief sich die Zahl auf 40% (4/10). Die jüngste Altersgruppe erreichte damit mit Abstand die besten DGKKT-Bewertungen.

**Tabelle 48 Alter nach Gruppen vs. DGKKT-Kategorien präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
Alter nach Gruppen	1-18	3	6	9
	19-30	1	9	10
	31-45	3	9	12
	46	1	9	10
Total		8	33	41

**Tabelle 49 Alter nach Gruppen vs. DGKKT-Kategorien postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufriedens tellend	<60 = schlecht	
Alter nach Gruppen	1-18	5	2	1	1	9
	19-30	1	2	7	0	10
	31-45	2	3	5	2	12
	46	2	2	3	3	10
Total		10	9	16	6	41

## 9.5 Ergebnisse nach Gesamtzufriedenheit

Nach Analyse der objektiven Parameter soll jetzt ein Blick auf die subjektive Zufriedenheit der Patienten geworfen werden.

27/41 (66%) Patienten gaben an, dass sie mit der Behandlung und dem Ergebnis zufrieden waren und sich die Erwartungen erfüllt hätten, wobei in der Anamnese soweit als möglich darauf geachtet wurde, dass Erfahrungen, die nichts mit der Behandlung und dem direkten Outcome zu tun hatten sondern sich auf krankenhausspezifische und pflegerische Aspekte bezogen, ausgeblendet wurden.

Von diesem Kollektiv konnten sich 16/27 (59,2%) deutlich verbessern und zum Untersuchungszeitpunkt im DGKKT-Score ein gut oder sehr gut erreichen. Weitere 33,5% (9/27) zeigten immerhin deutliche Gesundungstendenzen und konnten sich zumindest in den zufriedenstellenden Bereich bewegen. Nur bei 2/27 (7,4%) Patienten, die Angaben, dass sie mit der Behandlung zufrieden seien, lieferte der Score ein schlechtes Ergebnis.

Von den Patienten, die mit der OP und dem Ergebnis unzufrieden waren und ihre Erwartungen nicht erfüllt sahen, konnten noch 3/14 (21%) ein gutes oder sehr gutes Resultat erzielen. Zudem zeigten weitere 7/14 (50%) eine Verbesserung in den zufriedenstellenden Bereich. 4/14 (28%) konnten sich in keiner Weise verbessern. Inwieweit psychische Begleitaspekte dazu führten, dass Patienten, die im Score noch relativ gut abgeschnitten hatten, dennoch aber mit dem Ergebnis nicht zufrieden waren, dürfte schwer zu ermessen sein.

**Tabelle 50 Patientenerwartung erfüllt vs.DGKKT-Kategorien präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
Erwartungen erfüllt	ja	5	22	27
	nein	3	11	14
Total		8	33	41

**Tabelle 51 Patientenerwartung erfüllt vs.DGKKT-Kategorien postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufriedens tellend	<60 = schlecht	
Erwartungen erfüllt	ja	8	8	9	2	27
	nein	2	1	7	4	14
Total		10	9	16	6	41

Schwierig zu interpretieren sind die Aussagen, ob die Patienten die OP wiederholen würden, da nur 24/41 (58%) dazu tendierten und 17/41 (42%) davon Abstand nehmen würden. Von der Gruppe, die die Therapie wiederholen würden, wies nur ein Patient (5%) ein schlechtes Scoreergebnis auf. Bei den Nicht-Wiederholern waren es immerhin 5/17 (29%), die sich nicht verbessern konnten.

**Tabelle 52 Wiederholung der OP vs. DGKKT-Kategorien präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
Wiederholung	ja	5	19	24
	nein	3	14	17
Total		8	33	41

**Tabelle 53 Wiederholung der OP vs. DGKKT-Kategorien postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufriedens tellend	<60 = schlecht	
Wiederholung	ja	9	7	7	1	24
	nein	1	2	9	5	17
Total		10	9	16	6	41

## 9.6 Weitere Korrelationen

Die beiden Score erbrachten annähernd gleiche Ergebnisse. Hier werden sie im direkten Vergleich in einer Kreuztabelle dargestellt. Vorher waren im OHS 36 poor und fair, im DGKKT-Score befanden sich 33 auf der untersten Stufe. Nachher sind 18 Patienten im OHS excellent, 13 good. Im DGKKT-Score sind 19 sehr gut und gut und 16 zufriedenstellend. Somit ergänzen sich die Aussagen.

**Tabelle 54 Ogilvie-Harris-Score präoperativ vs. DGKKT-Score präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
OHS präoperativ	poor	0	11	11
	fair	4	21	25
	good	3	1	4
	excellent	1	0	1
Total		8	33	41

**Tabelle 55 Ogilvie-Harris-Score postoperativ vs. DGKKT-Score postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufriedenst ellend	<60 = schlecht	
Summe	poor	0	0	0	1	1
nachher	fair	0	0	5	4	9
	good	0	2	10	1	13
	excellent	10	7	1	0	18
Total		10	9	16	6	41

Immer wieder diskutiert wird der Einfluß den der Body Mass Index (BMI) auf Gelenkerkrankungen hat. Dazu wurden die Kasus in zwei Gruppen eingeteilt: Normalgewichtige mit einem BMI bis 25kg/m<sup>2</sup> und Übergewichtige, die einen BMI >25kg/m<sup>2</sup> aufweisen. Wegen der zu geringen Gesamtpatientenzahl ist auf eine weitere Aufsplittung verzichtet worden.

Im DGKKT-Score ergaben sich folgende Ergebnisse:

**Tabelle 56 Body mass index (BMI) nach Gruppen vs. DGKKT-Kategorien präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
BMI in	normalgewichtig	6	17	23
Gruppen	übergewichtig	2	16	18
Total		8	33	41

**Tabelle 57 Body mass index (BMI) nach Gruppen vs. DGKKT-Kategorien postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufriedens tellend	<60 = schlecht	
BMI in	normalgewichtig	8	3	10	2	23
Gruppen	übergewichtig	2	6	6	4	18
Total		10	9	16	6	41

Wendet man darauf den gepaarten T-Test an, um zu evaluieren, ob die Ergebnisse einen signifikanten Unterschied ergeben ergibt sich eine Signifikanz von  $p=0,308$  für die Rohzahlen vorher und ein Wert von 0,159 für nachher im DGKKT-Score. Übergewichtige zeigten damit keine schlechteren DGKKT-Scoreergebnisse als Normalgewichtige.

Weiterhin soll das Ergebnis der Sekundärversorgungen betrachtet werden. Von den 7/41 vorliegenden Fällen (17,1%) mit Vor-OP erreichten immerhin 6/41 Patienten ein zufriedenstellendes DGKKT-Scoreergebnis. Kein voroperierter Patient erzielte jedoch ein gutes oder sehr gutes Ergebnis. Tendentiell zeigten Sekundärversorgungen eine schlechtere Ergebniserwartung. Weiterreichende Aussagen sollten hier v.a. aufgrund der geringen Fallzahl nicht getroffen werden.

**Tabelle 58 Sekundärversorgung vs. DGKKT-Kategorien präoperativ**

		DGKKT präoperativ		Total
		81-61	<60	
Nach op	nein	7	27	34
	ja	1	3	4
	mehrfach	0	3	3
Total		8	33	41

**Tabelle 59 Sekundärversorgung vs. DGKKT-Kategorien postoperativ**

		DGKKT postoperativ				Total
		100-91 = sehr gut	90-81 = gut	80-61 = zufriedenst ellend	<60 = schlecht	
Nach op	nein	10	9	10	5	34
	ja	0	0	4	0	4
	mehrfach	0	0	2	1	3
Total		10	9	16	6	41

### **Komplikationen:**

OSG-Schwellungen bis zu drei Monaten postoperativ wurden von 5/41 Patienten (12,2%) berichtet. Zweimal wurden reversible Sensibilitätsstörungen des Fußrückens geschildert, eine oberflächliche Wundheilungsstörung trat auf. Operative Revisionen waren in keinem Fall zu verzeichnen.

## 10. Diskussion

Mit einem mittleren Alter von 33,2 Jahren (SD +/- 15,4 Jahre, Median 32 Jahre) lag das Alter unseres Kollektivs ca. 5-6 Jahre höher als in der Vergleichsliteratur (28;30;33). Eine mögliche Ursache liegt in dem großen Range von 64 Jahren zwischen 11 und 74. Dennoch verteilten sich die Patienten etwa gleichmäßig über die verschiedenen Altersgruppen.

Bei 66% (27/41) der Fälle lag ein erinnerliches Trauma in der Vorgeschichte zugrunde. Auch diese Zahl weicht, diesmal allerdings nach unten, von den analogen Daten ab (28;30;5;72). Das Supinationstrauma war literaturkonform klar vorherrschend, ebenso die Traumahäufigkeit der männlichen Probanden. Inwieweit die Patienten mit diagnostizierter OD und negativer Traumaanamnese in Folge von Überbeanspruchung durch Sport oder Alltag im Sinne einer Summation der Einzelereignisse dennoch in die Traumatagruppe einzureihen wären, lässt sich nicht mit Sicherheit bestimmen. Diese Vermutung wurde oben bei der Darstellung der verschiedenen ätiologischen Ansätze schon behandelt und wird von einigen Autoren klar unterstrichen. Auch das hier besprochene Kollektiv gibt aus Sport- und Alltagsanamnese Hinweise darauf, dass in deutlich mehr Fällen traumatische bzw. mikrotraumatische Ereignisse der OD vorausgingen (28;36;43;54). Unsere Daten zeigen, dass die Ausheilungstendenz mit Supinationstrauma bzw. ohne Trauma in etwa vergleichbar ist. Axiale Traumata und Kompressionverletzungen zeigten hingegen ein sichtbar schlechteres Outcome. Idiopathische Genesen sind selten und letztlich ebensowenig zu beweisen wie die Summation mikrotraumatischer Ereignisse (28;35;40;59;70;73).

Eine familiäre Häufung der OD tali ist v.a. von Bruns schon diskutiert worden. Die entsprechende Anamnese unseres Kollektivs hat keinen Hinweis darauf ergeben (28).

Die Verteilung der zu behandelnden Läsionen am Talus unterstrichen bekannte Sachverhalte. 86% (35/41) der Herde waren zu finden, wobei 46% (19/41) loco typico apikal nachweisbar waren. Der Rest war lateral lokalisiert, nur in einem Fall konnte eine zentrale OD nachgewiesen werden (24;40;73;80). Obgleich manche Autoren Ergebnisse präsentieren, aus denen hervorgeht, dass Läsionen loco typico besser ausheilen, konnte in der vorliegenden Studie lediglich eine Tendenz hierzu erkannt werden (30;81).

Bezüglich der Seitenlokalisation kristallisierte sich kein signifikanter Unterschied im Outcome heraus. Es gab in einigen Studien Hinweise auf eine schlechtere Ausheilung der rechtsseitigen Herde. Begründungsversuche führen an, dass die Mehrzahl der Patienten rechtshändig seien und somit die gesamte rechte Körperhälfte stärker belastet werde. Dies kann mit unserem Zahlenmaterial nicht weiter untermauert werden (25;59).

Bezüglich der Geschlechtsverteilung im DGKKT-Score ergab sich bei Männern in 56% zum Nachuntersuchungszeitpunkt ein sehr gutes oder gutes Ergebnis, bei den Frauen hingegen nur in 31%. Der OHS lieferte dagegen ein anderes Ergebnis, wobei hier 81% der Frauen gut oder sehr gut abschnitten und nur 72% der Männer. Dies mag an der höheren Gesamtanzahl der Items sowie ihren Subkategorien, der höheren Quote objektiver Parameter sowie der strengeren Ergebnisabstufung im DGKKT-Score begründet liegen. Der OHS wird in der Literatur bislang häufiger angewandt. Die simultane Verwendung beider Scores wurde gewählt, um möglichst viele klinisch-funktionelle sowie subjektive Parameter abzubilden (34;35;57;61).

Die juvenile OD konzentriert sich auf die Stadien I u. II und zeigt in vielen Fällen Spontanremission (24;25;30;36;38;42;55). In der vorliegenden Arbeit schnitten 78% der 1-18 Jährigen Gruppe mit gut oder sehr gut im DGKKT-Score ab. Die anderen Altersgruppen konnten hier vergleichbar nur knapp 50% erreichen. Dies zeigte sich auch im OHS, wo diese Gruppe knapp 90% gute und sehr gute Ergebnisse nach retrograder Anbohrung lieferte. Die anderen Alterskohorten bewegten sich zwischen 50 und 70 Prozentpunkten.

Es liegen Studien vor, deren Autoren einen Zusammenhang mit dem Zustand der Epiphysenfugen und der Ausheilungsrate vermuten (30;33;36;73). Beim hier vorgestellten Kollektiv konnten 92% der Patienten mit offenen Wachstumsfugen ein mindestens gutes Ergebnis im DGKKT-Score erzielen. Die Vergleichsgruppe der schon ausgewachsenen Fälle subsummierte hier 81%. Der OHS ergab hierfür ein Verhältnis 86% zu 70%. Der Unterschied war demnach nicht überbordend, aber sichtbar. Die Ergebnisse reihen sich in die Literatur ein (37;38).

Der T-Test zwischen Gesamtoutcome der Normalgewichtigen und der Übergewichtigen ( $BMI > 25 \text{ kg/m}^2$ ) konnte keinen signifikanten Unterschied im DGKKT-Score feststellen. Einige Studien weisen eine Korrelation zwischen Übergewicht und schlechtem Ergebnis nach. Prinzipiell gilt, dass eine Gewichtsreduktion nicht nur das Risiko systemischer Erkrankungen reduziert, sondern v.a. auch arthrotische Gelenksercheinungen hinauszögert und höhere Mobilisation und dabei bessere Versorgung bei bradytrophem Gewebe wie dem Knorpel gewährleistet (4;10;21;28;55).

Wenngleich es relativ einfach ist das Stadium der OD durch Arthroskopie zu bestimmen, ist es, wie beschrieben, vergleichsweise schwieriger Verlaufskontrollen mit genauer Stadienbestimmung durchzuführen. Man muß sich dabei fast ausschließlich auf das MRT verlassen. Das native Röntgenbild eignet sich gemäß vorliegender Arbeit in Übereinstimmung mit der Literatur gut, v.a. subchondrale Sklerosierungen in früheren Stadien einer OD zu



diagnostizieren. Es gibt Studien, die eine ziemlich präzise Übereinstimmung von Klinik und MRT im Verlauf berichten. Genauso gibt es aber welche, die davon Abstand nehmen. Vorliegende Arbeit liegt etwa in der Mitte. Die gewählte Stadieneinteilung nach Bruns hat sich für diese Betrachtung bewährt, da es gemäß ihr möglich ist die verschiedenen diagnostischen Möglichkeiten nebeneinander zu betrachten. Der Hauptteil der Patienten zeigten ein überwiegend gutes klinisches Outcome. Die Stadieneinteilung gemäß der MRT-Bilder hingegen ist in den meisten Fällen zum Ausgangsbefund unverändert geblieben, verbesserte sich nur in wenigen Fällen, in einigen verschlechterte sie sich sogar. Es lässt sich vermuten, dass eine Ausheilung in solchen Fällen vonstatten geht, aber aufgrund operativer Artefakte (z.B. Bohrkanäle) und Narben die Bilder ähnlich imponieren. Knochenmarködeme haben sich fast ausnahmslos zurückgebildet.

Grundsätzlich ist es dennoch sinnvoll bei Verdacht auf eine OD das MRT einzusetzen, um die optimale Therapie wählen zu können. Auch die Evaluation nach derartigen Eingriffen sollte sich nicht allein auf die Bildgebung, sondern insbesondere auf die Klinik konzentrieren. (14;28;29;34;46;49;50;53;72;77;82)

Desweiteren sei anzumerken, dass sich eine psychosomatische Komponente auch bei einem orthopädischen Eingriff nicht vernachlässigen lässt. Das gute subjektiv-klinische Ergebnis kann durch einen Placeboeffekt geboostert werden, wonach solche Patienten die Tatsache „behandelt worden zu sein“ positiv zu einer besseren subjektiven Ergebniseinschätzung verwerten (44;56).

Im Folgenden sollen die Ergebnisse dieser Studie nochmals zusammenhängend im direkten Vergleich mit Arbeiten verglichen werden, die andere Behandlungsmethoden im Brennpunkt der Evaluation hatten. Dafür wurden für jedes Verfahren ein, zwei exemplarische Veröffentlichungen ausgewählt. Es gibt einige Reviews mit dem Ziel die Therapieempfehlungen zur Behandlung der OD-tali zu generalisieren. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Therapiearten, inhomogenen Populationen, Untersuchungszeiträume und Scores fällt dies schwer. Randomisierte Studien fehlen (30). Kleinere, akute und stabile Läsionen bei jüngeren Patienten zeigen in der Literatur eine moderate Erfolgsrate von 25-30% für eine konservative Behandlung (36;38;42). Für alle anderen Konstellationen sollte daher eine operative Intervention vorgesehen werden.

Alleinige arthroskopische Sanierung hat beispielsweise Bilgin an 32 Patienten angewandt und schon innerhalb von neun Wochen ausnahmslos deutliche Verbesserungen in Funktionalität und Schmerzscore festgestellt. Seine Ergebnisse waren allerdings nicht von Dauer, da die OD

jeweils fortschritt(83). Vergleichbares haben Thompson und Loomer schon 20 Jahre früher vorgelegt (60).

Exemplarisch für Refixationen mit Kirschnerdrähten stellt Schuh 20 Patienten vor, die nach durchschnittlich 46 Monaten im OHS 4mal gut und 16mal sehr gut erreichten (214). Fuchs et al. haben die Methode mit resorbierbarem Material verfeinert. Die von diesen Autoren vorgelegten Fallzahlen sind noch zu gering, um repräsentativ zu sein, zeigten aber eine sehr gute Tendenz (59).

Becher behandelte 30 Patienten mit Mikrofrakturing, bei denen eine Refixation nicht möglich oder anstrebenswert war. Der Erfolg zeigte sich nach 2 Jahren mit 45% sehr guten, 38% guten und 17% zufriedenstellenden Ergebnissen. Das Alter der Patienten spielte hierfür eine untergeordnete Rolle (66).

Krishnan et al. haben die Indikation zu autologer Chondrozytentransplantation dahingehend spezifiziert, dass in jedem Falle jüngeres Alter höhere Einheilungschancen bietet, ebenso eine kurze Erkrankungsgenese, deutliche begrenzte Defektzonen und noch vorhandene Alltagstauglichkeit (65).

Hangody hat den Ansatz der Mosaikplastik weitergeführt und 63 OD tali Patienten versorgt. Seine Ergebnisse lieferten in 81% der Fälle sehr gute und gute Ergebnisse. Patienten, die ein Alter von 50 Jahren überschritten hatten, wurden nicht in die Studie einbezogen (68). Schuman, Struijs und van Dijk haben 27 Patienten mit traumatischen osteochondralen Läsionen der Talusrolle mit Fragmentexzision, Küretage und Herdanbohrung behandelt und dabei bei 88% der Operierten ein gutes und sehr gutes Ergebnis erhalten. Bei einem Nachuntersuchungszeitraum von 2-11 Jahren konnten keine röntgenologischen arthrotischen Veränderungen des jeweiligen Gelenkes festgestellt werden. Besonders an dieser Studie ist, daß sie nicht nur traumatische und nicht-traumatische OLT's (osteochondrale Talusläsionen) vergleicht sondern auch zwischen Primär- und Revisionseingriffen unterscheidet. Die Ergebnisse wurden im Ogilvie-Harris-Score ausgewertet, wonach 37% ein sehr gutes und 48% ein gutes Ergebnis erzielt hatten. Die Gruppe der Primäreingriffe hatte in 47% der Fälle ein sehr gutes Ergebnis, wohingegen die Revisionsgruppe nur in 20% mit einem sehr guten Ergebnis abschnitt. Erst wenn man gute und sehr gute Outcomes gemeinsam betrachtet, nähern sich die Ergebnisse der Gruppen großteils an. Ein Grund für die Notwendigkeit von Revisionseingriffen wird darin gesehen, dass womöglich der Grad des Debridement beim Primäreingriff nicht ausreichend war (26).

In einer Studie von Hankemeier wurden 46 Patienten in Stadium III u. IV mit Exzision des Dissekats, Debridement und Kürettage behandelt und nach 10 Jahren im Verlauf kontrolliert. Immerhin zeigten 62% ein sehr gutes und weitere 27% ein gutes Ergebnis im AOFAS.(64)

Ergänzend zu diesen Beispielen soll nochmals auf die Metaanalyse eingegangen werden, die Struijs et al. 2001 vorgelegt haben. 39 Arbeiten und 712 Patienten erfüllten ihre Einschlusskriterien. 58% mediale und 42% laterale Läsionen verteilten sich auf dieses Kollektiv. Der minimale Nachuntersuchungszeitraum betrug 6 Monate. Konservativ behandelt worden waren 91 Patienten, 45% davon zeigten adäquates Outcome. Alleinige Exzision wurde bei 39 Patienten angewandt, 28% erfolgreich. Exzision und Kürettage bei 126 Fällen verbesserte dies auf 76%, wobei die arthroskopisch versorgten deutlich besser abschnitten als die offen operierten. Exzision, Kürettage und anterograde Herdanbohrung überblickt ein Kollektiv von 272 Kasus, von denen 86% erfolgreich therapiert wurden. Spongiosaplastik, auch im Sinne retrograder Anbohrung erfolgte bei 33 Patienten, wovon 85% als ausgeheilt betrachtet werden konnten. Ausschließliche retrograde Anbohrung zeigte bei 81% von 16 Behandelten das angestrebte Ziel der Genesung. Über eine Refixation war nur bei 11 Patienten in der Literatur berichtet worden, 73% waren erfolgreich. Transplantationsverfahren konnten in dieser Multicenterstudie noch nicht beurteilt werden, da sich die Methode erst in den letzten Jahren entwickelt hat. In ihrer Diskussion weisen die Autoren darauf hin, dass die Vergleiche nur vorsichtig zu gebrauchen seien, da Stadieneinteilungen, Einsatz von Bildgebung und v.a. die Scores teilweise erheblich variierten. Eine positive Traumanamnese lag bei 93% der Patienten vor. Zusammenfassend wird die Überlegenheit von Exzision/Kürettage/Herdanbohrung gegenüber den anderen Methoden betont (30).

Der Erhalt eines stabilen Gelenkknorpels ist das primäre Ziel bei operativen Interventionen im Stadium I u. II°. Retrograde Anbohrungstechniken zur Revitalisierung des subchondralen Knochens sind in solchen Fällen empfehlenswert. Die Anbohrung kann dabei bildwandlergestützt oder auch ct-navigiert erfolgen. Kendoff berichtet über bessere Ergebnisse der retrograden Anbohrung gegenüber transmaleolärer Bohrung in einer Studie von 30 Patienten. Navigation ermöglicht eine exaktere Zielführung, benötigt aber eine komplexe und teure Ausstattung (84-86). Lediglich Ergebnisse nach zwölf Monaten bei 15 Patienten werden berichtet (86).

Gegenüber der reinen K-Drahtanbohrung führt die Hohlfräsung wie in unserer Studie verwendet zu einem erweiterten Debridement. Die Spongiosaplastik verbessert zusätzlich den subchondralen Knochenregenerationsprozess. Die Grundlage für die in dieser Studie

verwendete Technik wurde von Wagner bereits 1964 für das Knie beschrieben und von Conti auf den Talus übertragen (87;88).

Die Ergebnisse dieser Arbeit ergaben insgesamt 76% gute und sehr gute Ergebnisse im OHS und in 85% ein zufriedenstellendes, gutes und sehr gutes Outcome im DGKKT-Score. Dabei gilt es allerdings zu beachten, dass das Patientenkollektiv durchschnittlich ca. 6 Jahre älter war als in Vergleichskollektiven. Zudem wurde die retrograde Anbohrung hier bei 7 Patienten angewandt, die sich bei Diagnose der OD arthroskopisch bereits in Stadium III befanden. Davon erzielten nur 43% ein gutes oder sehr gutes Ergebnis. Die Stadien I u. II kamen, wie im Ergebnisteil dargelegt, hierbei auf 92% bzw. 78%. Somit lassen sich die Daten der Literatur weiter unterstreichen, dass in früheren Stadien der OD die retrograde Anbohrung sehr gute Ergebnisse liefert und auch hauptsächlich dafür eingesetzt werden sollte.

Studien zu retrograder Anbohrung + Spongiosaplastik sind rar. Lee berichtet über eine komplette Heilung in einem Fall einer Talus OD nach sechs Monaten.(89) Rosenberger beschrieb die Technik der computer-assistierten Anbohrung + Spongiosaplastik jedoch ohne Ergebnisse zu nennen (86). In einer Studie von Taranow ergab sich ein Anstieg im AOFAS-Score von 53,9 auf 82,6 bei 16 Patienten nach durchschnittlich 24 Monaten. Instabile OD-Herde (III/IV°) waren im Patientengut vorhanden, zeigten aber wie vorherige Eingriffe keine Verschlechterung der Ergebnisse (90). Die Spongiosaentnahme erfolgte zusätzlich aus dem Calcaneus lateralseitig. 13/16 Patienten (81%) waren subjektiv zufrieden. In zwei Fällen war kernspintomographisch eine Progression in das Stadium IV festzustellen. Dies korreliert mit einem zufriedenstellenden oder schlechten Ergebnis. Alle anderen zeigten ein weiterhin im Verbund befindliches Dissekat. Eine Gelenkspaltverschmälerung trat in keinem Fall auf. In 5 Fällen war ein annähernd komplettes subchondrales Remodelling zu verzeichnen.

Ein postoperatives MRI-Staging nach Talusanbohrung hat gemäß Literaturangaben eine begrenzte Aussagekraft, was durch unsere Ergebnisse bestätigt werden konnte. (46;77;91) Insbesondere Signalübertragungen durch metallische Bohrartefakte erwiesen sich sequenzabhängig als problematisch. Aus diesen Gründen heraus scheinen die klinischen Behandlungsverläufe für die Bewertung dieser Therapieverfahren von höherer Aussagekraft. Tendenziell zeigten höhere OD Stadien das schlechtere Outcome bei gleichem Therapieeinsatz. Dies konnte analog der Literatur auch in unserer Studie für das Stadium III gezeigt werden.

Bei vergleichsweise kleiner Fallzahl zeigten Grad-III-Läsionen in dieser Studie eine Tendenz zur Ineffektivität dieser Methode. Offensichtlich verschlechtern schon partielle Knorpelaufbrüche das OP-Ergebnis. Für diese Konstellation sollten daher exzessivere

Techniken wie Debridement, Kürettage, Spongiosaplastik, osteochondraler Zylindertransfer (OCT) oder autologe Knorpelzelltransplantation (ACT) als Alternativen erwogen werden.

Das Stadium IV verlangt ähnliches Vorgehen. Die Ausräumung und Präparation des Dissekatbettes sollte darauf abzielen Sklerose- und Nekroseareale komplett zu entfernen.

Schon Hempfling hat ein ähnliches stadienadaptiertes Vorgehen vorgeschlagen.(4)

Da die retrograde Anbohrung ein minimalinvasives vorrangig extraartikuläres Verfahren darstellt, sind Komplikationen intra- oder postoperativ äußerst selten. Bis auf wenige passagere Sensibilitätsstörungen sind im vorliegenden Kollektiv keine Komplikationen aufgetreten.

Man wird den Patienten, unabhängig von der Therapie, einige Wochen Gehstützen mit Teilbelastung verordnen. Der Belastungsaufbau des betroffenen Beines sollte schrittweise erfolgen. Eine Bewegungstherapie des unbelasteten Gelenkes hingegen ist baldmöglichst anzustreben. Analgetika und/oder Antiphlogistika können die Genesungsphase verträglicher gestalten. Übergewicht, durchblutungsmindernde Verhaltensweisen wie Rauchen oder gelenkbelastende Sportarten sollten kritisch angesprochen werden. Ein Ausheilungszeitraum von 1-1,5 Jahren sollte sowohl vom Arzt, als auch vom Patienten vor eventuellen invasiven Folgetherapien bei Symptompersistenz berücksichtigt werden. Eine halbjährige MRT-Kontrolle kann zusätzliche Informationen über den Restitutionsprozess bringen und sollte insbesondere bei anhaltenden Beschwerden durchgeführt werden.

## 11. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden 41 Fälle von Osteochondrosis dissecans tali evaluiert, die mit bildwandlergestützter retrograder Anbohrung und anschließender autologer Spongiosaumkehrplastik behandelt wurden. Mit dem Ziel möglichst breit klinisch-funktionelle und subjektive Parameter abzudecken wurden als Scores der DGKKT-Score und der Ogilvie-Harris-Score verwendet.

Das Kollektiv bestand aus 16 (39%) Frauen und 25 (61%) Männern, ihr durchschnittliches Alter zur OP betrug 33,2 Jahre (+/-15,4 Jahre). Der Peak lag im dritten Dezenium. Bei einem mittleren BMI von 25,9 kg/m<sup>2</sup> bewegte sich das Kollektiv an der von der WHO definierten Grenze zum Übergewicht.

Ein definierbares Trauma vor Diagnosestellung der OD war in 27/41 (66%) der Fälle eruierbar, was unter den Literaturangaben von 80-90% liegt. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug durchschnittlich 29 (+/-13) Monate.

Der Hauptteil der Fälle befand sich arthroskopisch mit 53,6% (22/41) im Stadium II nach Bruns (162), gefolgt von 29,3% (12/41) im Stadium I und 17,0% (7/41) im Stadium III.

87,8% (36/41) der Läsionen waren medial lokalisiert, davon apikal loco typico 52,7% (19/36). Präoperativ waren 11 schlechte, 25 befriedigende, 4 gute und eine sehr gute Bewertung im Ogilvie-Harris-Score festzustellen, welche sich postoperativ auf 1/9/13/18 verbesserten. Bei 31/41 (75,6%) wurde ein gutes oder sehr gutes Resultat erreicht.

Im Stadium I erzielten 11/12 (91,6%) die mit Abstand höchste Erfolgsrate guter und sehr guter Bewertungen, gefolgt vom Stadium II mit 17/22 (77,2%). Bei Stadium III betrug diese Quote nur noch 4,2% (3/7).

Im DGKKT-Score wurde ein hochsignifikanter Punktzuwachs von 52,9 (+/- 11,4) auf 75,9 (+/- 17,5) festgestellt ( $p < 0,001$ ).

Die jüngsten Altersgruppen (1-18J.), sowie ein offener Epiphysenfugenstatus zeigten scoreübergreifend die höchsten Quoten guter oder sehr guter Ergebnisse.

Bei annähernd gleicher präoperativer Verteilung zeigten Männer im DGKKT-Score mit 56% (14/25) gegenüber 31,2% (5/16) bei Frauen ein sehr gutes Ergebnis.

Seite oder topographische Lokalisation (anterior – zentral – posterior) waren ohne signifikante Relevanz für das Outcome.

Sowohl eine fehlende Traumaanamnese als auch ein Supinationstrauma zeigten mit je 57,1% (8/14) guten oder sehr guten DGKKT-Resultaten einen identischen Therapieeffekt. Sonstige Traumata wiesen hier hingegen Quoten von nur 23% (5/13) auf.

Ein Body-mass-index  $>25\text{kg/m}^2$  ergab keinen negativen Effekt im DGKKT-Outcome ( $p=0,159$ ). Sekundärversorgungen ( $n=7$ ) lieferten tendentiell schlechtere Ergebnisse. Postoperativ waren hier maximal zufriedenstellende DGKKT-Klassifizierungen ( $6/7 = 85,7\%$ ) zu verzeichnen.

In der subjektiven Einschätzung auf einer visuellen Analogskala (VAS, 0 bis max. 10) reduzierte sich der Schmerz von 7,5 ( $\pm 1,5$ ) auf 3,7 ( $\pm 2,6$ ), während die Funktionsfähigkeit von 4,6 ( $\pm 2,3$ ) auf 8,2 ( $\pm 2,0$ ) anstieg (beide  $p<0,01$ ). 27/41 Patienten (66%) gaben an mit dem Behandlungsergebnis zufrieden zu sein.

Zusammenfassend stellt das hier dargestellte Verfahren eine adäquate minimal-invasive, gelenkflächenerhaltende operative Therapie für die Osteochondrosis dissecans tali bei intakter Knorpelfläche im Stadium I + II dar.

Durch Hohlfräsung und transtalare Kürettage kann eine erweiterte subchondrale Nekrosektomie des OD-Bezirktes erreicht und eine Spongiosaplastik ohne zusätzliche Entnahmestelle durchgeführt werden.

Für die OD-Stadien III mit partiellem Knorpelaufbruch kann dieses Verfahren nicht uneingeschränkt empfohlen werden.

## 12.Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Stadieneinteilung der OD nach Bruns.....	33
Tabelle 2	Alter nach Gruppen.....	50
Tabelle 3	Geschlecht vs. Alter nach Gruppen.....	50
Tabelle 4	Traumaform.....	50
Tabelle 5	Trauma – Frauen.....	53
Tabelle 6	Trauma – Männer.....	54
Tabelle 7	OD-Herdlokalisation.....	54
Tabelle 8	konservative Behandlung.....	55
Tabelle 9	OD-Stadien arthroskopisch.....	63
Tabelle 10	Schuheinlagen vs. Fußform.....	64
Tabelle 11	Schmerzscore präoperativ auf einer visuellen Analogskala (VAS).....	66
Tabelle 12	Schmerzscore postoperativ auf einer visuellen Analogskala (VAS).....	66
Tabelle 13	Pronationseinschränkung.....	68
Tabelle 14	Supinationseinschränkung.....	68
Tabelle 15	Flexionseinschränkung.....	68
Tabelle 16	Extensionseinschränkung.....	68
Tabelle 17	Funktionseinschränkung postoperativ auf einer visuellen Analogskala (VAS).....	69
Tabelle 18	OD-Stadien im Nativröntgenbild präoperativ.....	71
Tabelle 19	OD-Stadien im Nativröntgenbild postoperativ.....	71
Tabelle 20	OD-Stadien im MRT präoperativ.....	71
Tabelle 21	OD-Stadien im MRT postoperativ.....	72
Tabelle 22	OD-Stadien arthroskopisch n. Bruns.....	72
Tabelle 23	Stadien präoperativ nach Altersgruppen.....	73
Tabelle 24	Stadien postoperativ nach Altersgruppen.....	73
Tabelle 25	Klassifikation im O.H.-Score präoperativ.....	74
Tabelle 26	Klassifikation im O.H.-Score postoperativ.....	74
Tabelle 27	OHS-Kategorien u. Erkrankungsstadien präoperativ.....	77
Tabelle 28	OHS-Kategorien u. Erkrankungsstadien postoperativ.....	77
Tabelle 29	OHS-Kategorien u. arthroskopische Erkrankungsstadien präoperativ.....	77
Tabelle 30	OHS-Kategorien u. arthroskopische Erkrankungsstadien postoperativ.....	78
Tabelle 31	Trauma vs. OHS-Kategorien präoperativ.....	78
Tabelle 32	Trauma vs. OHS-Kategorien postoperativ.....	79
Tabelle 33	Statistik im DGKKT-Score.....	79
Tabelle 34	DGKKT-Scoreverteilung präoperativ.....	79
Tabelle 35	DGKKT-Scoreverteilung postoperativ.....	80



Tabelle 36	Stadien präoperativ vs. DGKKT-Kategorien präoperativ.....	83
Tabelle 37	Stadien postoperativ vs. DGKKT-Kategorien postoperativ.....	83
Tabelle 38	Geschlecht vs. DGKKT-Kategorien präoperativ.....	85
Tabelle 39	Geschlecht vs. DGKKT-Kategorien postoperativ.....	85
Tabelle 40	betroffene Seite vs. DGKKT-Kategorien präoperativ.....	85
Tabelle 41	betroffene Seite vs. DGKKT-Kategorien postoperativ.....	86
Tabelle 42	Herdlokalisation vs. DGKKT-Kategorien präoperativ.....	86
Tabelle 43	Herdlokalisation vs. DGKKT-Kategorien postoperativ.....	87
Tabelle 44	Trauma vs. DGKKT-Kategorien präoperativ.....	87
Tabelle 45	Trauma vs. DGKKT-Kategorien postoperativ.....	88
Tabelle 46	Wachstumsfugenzustand vs. DGKKT-Kategorien präoperativ.....	88
Tabelle 47	Wachstumsfugenzustand vs. DGKKT-Kategorien postoperativ.....	88
Tabelle 48	Alter nach Gruppen vs. DGKKT-Kategorien präoperativ.....	89
Tabelle 49	Alter nach Gruppen vs. DGKKT-Kategorien postoperativ.....	89
Tabelle 50	Patientenerwartung erfüllt vs. DGKKT-Kategorien präoperativ.....	90
Tabelle 51	Patientenerwartung erfüllt vs. DGKKT-Kategorien postoperativ.....	90
Tabelle 52	Wiederholung der OP vs. DGKKT-Kategorien präoperativ.....	91
Tabelle 53	Wiederholung der OP vs. DGKKT-Kategorien postoperativ.....	91
Tabelle 54	Ogilvie-Harris-Score präoperativ vs. DGKKT-Score präoperativ.....	91
Tabelle 55	Ogilvie-Harris-Score postoperativ vs. DGKKT-Score postoperativ.....	92
Tabelle 56	Body mass index (BMI) nach Gruppen vs. DGKKT-Kategorien präoperativ.....	92
Tabelle 57	Body mass index (BMI) nach Gruppen vs. DGKKT-Kategorien postoperativ.....	92
Tabelle 58	Sekundärversorgung vs. DGKKT-Kategorien präoperativ.....	93
Tabelle 59	Sekundärversorgung vs. DGKKT-Kategorien postoperativ.....	93

### 13. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Talus.....	9
Abbildung 2 Talusansichten.....	10
Abbildung 3 Fußskelett von lateral.....	11
Abbildung 4 Fußskelett von medial.....	11
Abbildung 5 Alterverteilung.....	49
Abbildung 6 Alterverteilung bei Diagnosestellung.....	51
Abbildung 7 Gewichtsverteilung.....	52
Abbildung 8 Verteilung der Körpergröße.....	52
Abbildung 9 Verteilung der Schmerzempfindung auf einer visuellen Analogskala präoperativ.....	66
Abbildung 10 Verteilung der Schmerzempfindung auf einer visuellen Analogskala postoperativ.....	67
Abbildung 11 Funktionseinschränkung postoperativ auf einer visuellen Analogskala .....	70
Abbildung 12 Summe des Ogilvie-Harris-Score präoperativ.....	75
Abbildung 13 Summe des Ogilvie-Harris-Score postoperativ.....	75
Abbildung 14 Mittelwerte im Ogilvie-Harris-Score präoperativ vs postoperativ mit Standardabweichung.....	76
Abbildung 15 Punktkategorien im DGKKT-Score präoperativ.....	80
Abbildung 16 Punktwertverteilung im DGKKT-Score präoperativ.....	81
Abbildung 17 Punktkategorien im DGKKT-Score postoperativ.....	81
Abbildung 18 Punktwertverteilung im DGKKT-Score postoperativ.....	82
Abbildung 19 Mittelwerte im DGKKT-Score präoperativ vs postoperativ mit Standardabweichung.....	82
Abbildung 20 MRT-Stadien vs. DGKKT-Ergebnisse präoperativ.....	84
Abbildung 21 MRT-Stadien vs. DGKKT-Ergebnisse postoperativ.....	84

## 14. Kasuistiken

### 14.1 Arthroskopische Befunde (nach Bruns – [28])

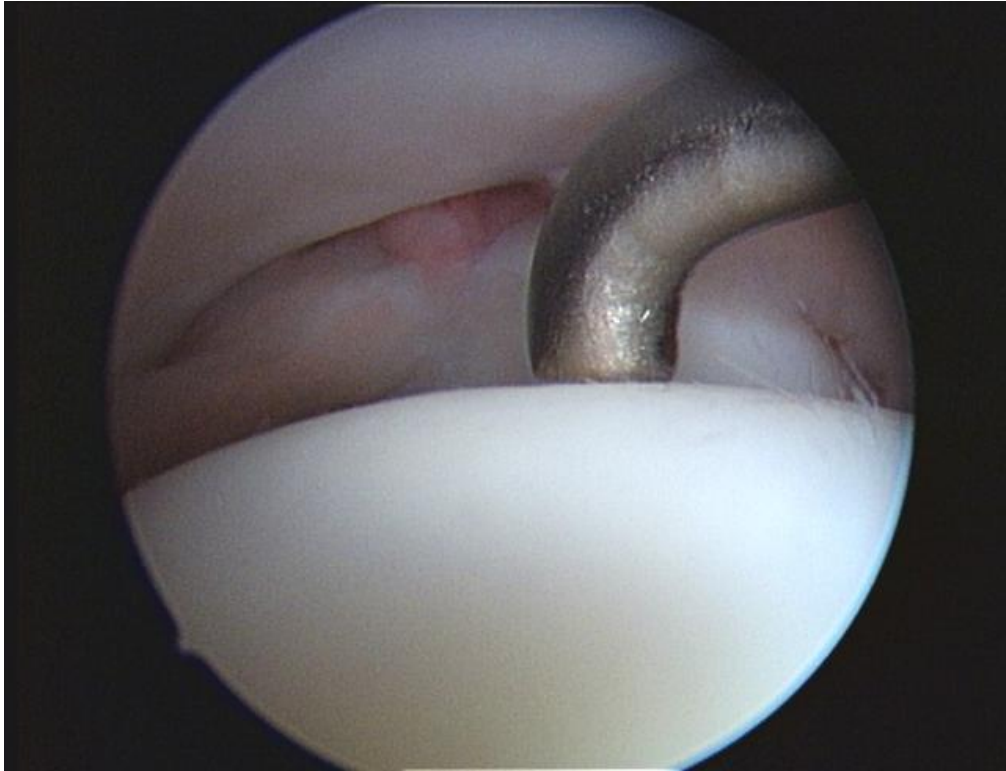


Abbildung a) Talusknorpel o.p.B. (CM 0°), kernspintomographisch Ödem, Stadium I



Abbildung b) OD-Stadium II, erweichter Gelenknorpel des medialen Talus, keine Knorpelaufbrüche

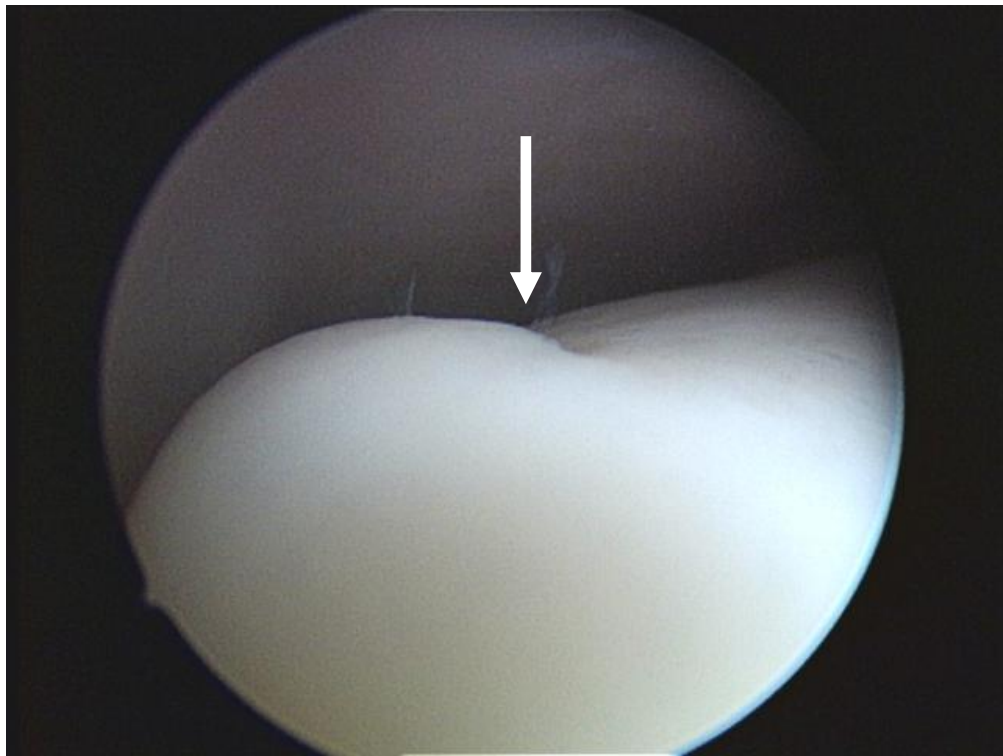


Abbildung c) OD-Stadium III, partieller Knorpelaufbruch dorsal (Pfeil), anteriorer Knorpel intakt

#### 14.2 Bildwandleraufnahmen intraoperativ

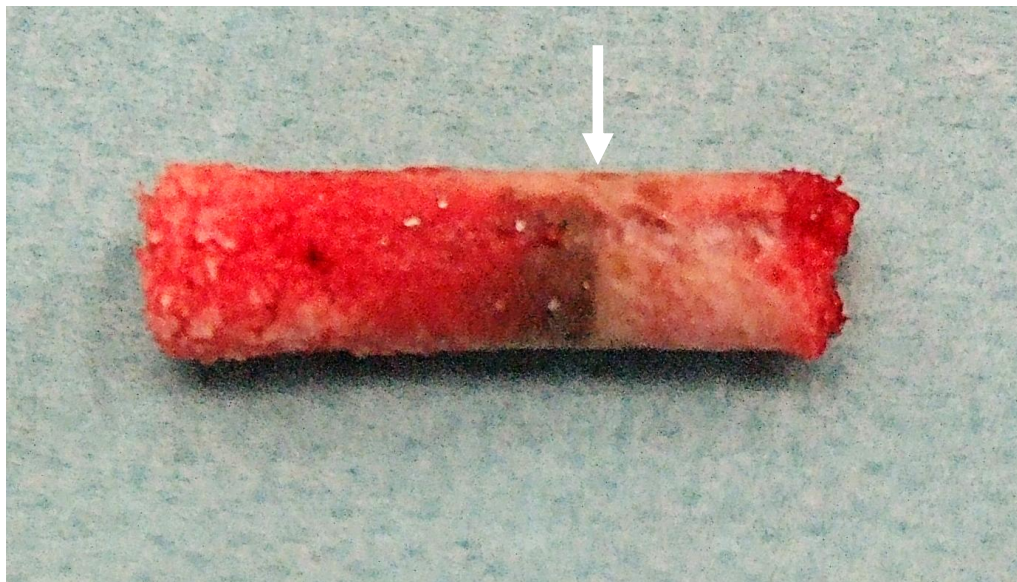




**Abbildung d) OD lateraler Talus, K-Drahtanbohrung retrograd**



**Abbildung e) Überbohrung mit Hohlfräse**



**Abbildung f ) Hohlzylinder (Ø 7mm), links vitale Spongiosa, mittig Sklerosezone (Pfeil) des OD-Herdes**



Abbildung g) Kürretage des Bohrkanals nach Hohlfräsung, hier OD medialer Talus



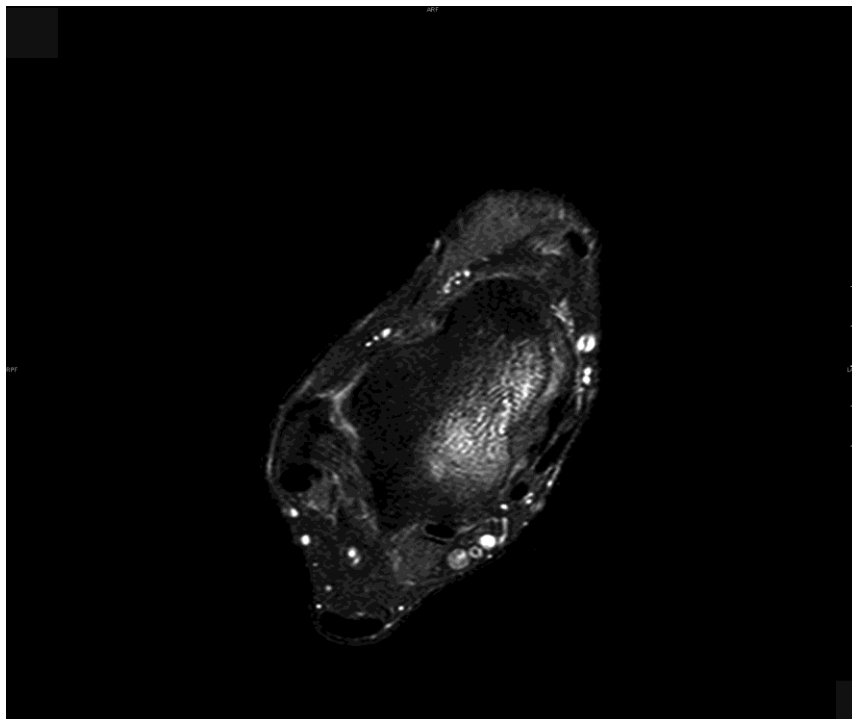
Abbildung h) Retrogrades Einstößeln des vitalisierten Bohrzyinders in OD-Herd

### **14.3 Beispiele MRT-Stadieneinteilung (nach Bruns – [28])**

#### **14.3.1 Stadium I**



**Abbildung i) Stadium I (Ödem, intakter Knorpel), sagittal T2-gewichtet**



**Abbildung j) Stadium I, transversal T2-gewichtet**



Abbildung k) Stadium I medialer Talus, coronar, T2-gewichtet

#### 14.3.2 Stadium II



Abbildung l) Stadium II (beg. Osteonekrose und Demarkation, Knorpel intakt), sagittal T2-gewichtet



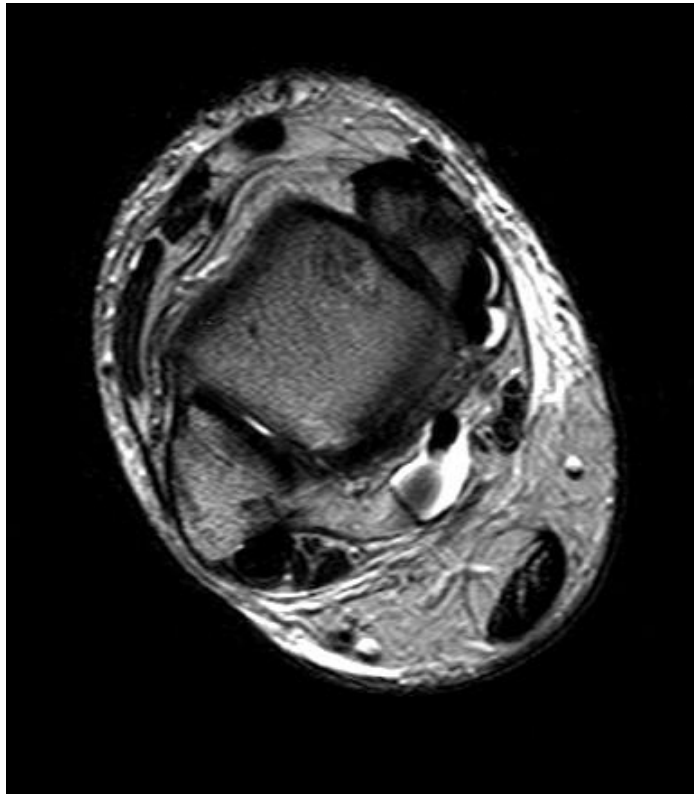


Abbildung m) Stadium II, transversal T2-gewichtet



Abbildung n) Stadium II, coronar T2-gewichtet

#### 14.2.4 Stadium III



Abbildung o) Stadium III (Dissekat in situ, Sklerosezone, Knorpel aufgebrochen), sagittal T2-gewichtet

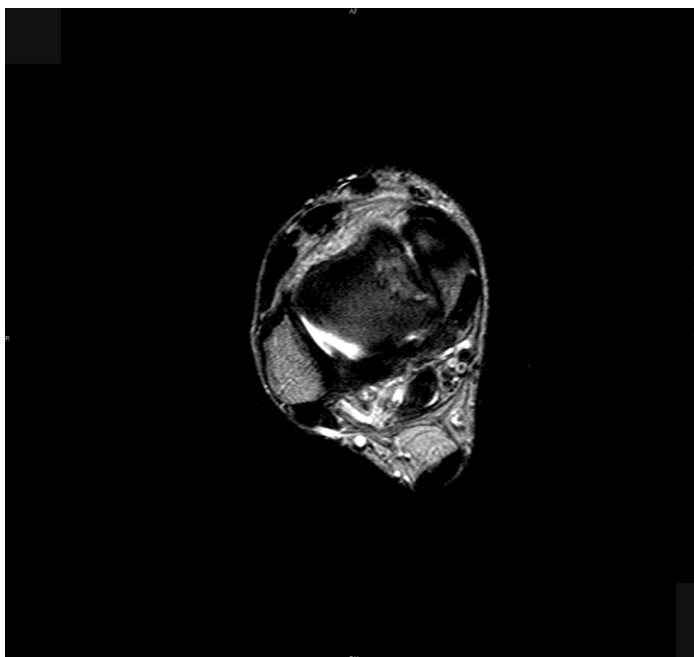


Abbildung p) Stadium III, transversal T2-gewichtet



Abbildung q) Stadium III, coronar T2-gewichtet

#### 14.3.4 Stadium IV



Abbildung r) Stadium IV (Corpus liberum, leeres Mausbett), sagittal T2-gewichtet



Abbildung s) Stadium IV, coronar T2-gewichtet

#### **14.4 MRT-Verlaufskontrolle (3D bearbeitete Bilder)**

Pat. 48, m, 1,78m, 90kg, mehrere Supinationstraumata,

MRT-Stadium prä/post III/II

OHS prä/post 4/12

DGKKT-Score prä/post 23/ 63

##### **14.4.1 Zustand vor Anbohrung**



Abbildung t) Stadium III, 3D paracoronar



Abbildung u) Stadium III, 3D paracoronar



Abbildung v) Stadium III, coronar T1-gewichtet

#### **14.4.2 3 8 Monate nach Anbohrung**



**Abbildung w) Stadium III, 3D paracoronar**



**Abbildung x) Stadium III, 3D paracoronar**



Abbildung y) Stadium III, coronar T1-gewichtet

#### 14.4.3 15 Monate nach Anbohrung



Abbildung z) Stadium II, 3D paracoronar



Abbildung zz) Stadium II, 3D paracoronar



Abbildung zzz) Stadium II, coronar T1-gewichtet



## 15. Referenzen

- (1) Benninghoff A. Makroskopische und Mikroskopische Anatomie des Menschen. 14.Auflage ed. München: Urban&Schwarzenberg, 1985.
- (2) Ulrich Drews. Taschenatlas der Embryologie. 1.Auflage ed. Stuttgart: Thieme-Verlag, 1993.
- (3) Putz R, Pabst R. Sobotta -Atlas der Anatomie. 21.Auflage ed. München: Urban&Fischer, 2000.
- (4) Hempfling H, Beickert R. Arthroskopie am Sprunggelenk. 1.Auflage ed. Landsberg: ecomed Verlagsgesellschaft, 1997.
- (5) A.Waldeyer. Anatomie des Menschen. 6.Auflage ed. Berlin: Walter de Gruyter&Co, 1969.
- (6) Pretterklieber ML. [Anatomy and kinematics of the human ankle joint]. Radiologe 1999; 39(1):1-7.
- (7) Schiebler TH, Schmidt W. Anatomie. 8.Auflage ed. Springer-Verlag, 2003.
- (8) Achim Reichelt. Orthopädie. 1.Auflage ed. Stuttgart: Enke Verlag, 1993.
- (9) Junqueira C, Schiebler TH. Histologie. 4.Auflage ed. Berlin: Springer-Verlag, 1996.
- (10) Kuettner KE, Cole AA. Cartilage degeneration in different human joints. Osteoarthritis Cartilage 2005; 13(2):93-103.
- (11) Treppo S, Koepp H, Quan EC, Cole AA, Kuettner KE, Grodzinsky AJ. Comparison of biomechanical and biochemical properties of cartilage from human knee and ankle pairs. J Orthop Res 2000; 18(5):739-748.
- (12) Fritz U.Niethard, Joachim Pfeil. Orthopädie. 2.Auflage ed. Stuttgart: Hippokrates-Verlag, 1992.
- (13) Herzog W, Longino D, Clark A. The role of muscles in joint adaptation and degeneration. Langenbecks Arch Surg 2003; 388(5):305-315.
- (14) Narvaez JA, Cerezal L, Narvaez J. MRI of sports-related injuries of the foot and ankle: part 1. Curr Probl Diagn Radiol 2003; 32(4):139-155.
- (15) Miller RA, Decoster TA, Mizel MS. What's new in foot and ankle surgery? J Bone Joint Surg Am 2005; 87(4):909-917.
- (16) Baravarian B. Soft-tissue disorders of the ankle: a comprehensive arthroscopic approach. Clin Podiatr Med Surg 2002; 19(2):271-83, vi.
- (17) Klein W, Gassen A, Jensen KU. Diagnostic arthroscopy and arthroscopic surgery of the upper ankle joint. Orthopade 1992; 21(4):257-266.
- (18) Grifka J, Muller-Ladner U. A synopsis of medication for degenerative osteoarthritis. Orthopade 2004; 33(7):809-815.
- (19) Anders S, Schaumburger J, Grifka J. Surgical intra-articular interventions in arthrosis. Orthopade 2001; 30(11):866-880.
- (20) McGuire MR, Kyle RF, Gustilo RB, Premer RF. Comparative analysis of ankle arthroplasty versus ankle arthrodesis. Clin Orthop Relat Res 1988;(226):174-181.
- (21) Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med 2005; 39(6):324-329.
- (22) Johnson LL. Arthroscopic abrasion arthroplasty historical and pathologic perspective: present status. Arthroscopy 1986; 2(1):54-69.

- (23) Steadman JR, Rodkey WG, Briggs KK. Microfracture to treat full-thickness chondral defects: surgical technique, rehabilitation, and outcomes. *J Knee Surg* 2002; 15(3):170-176.
- (24) Josten C, Rose T. [Acute and chronic osteochondral lesions of the talus]. *Orthopade* 1999; 28(6):500-508.
- (25) Frank A. [Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the talar dome]. *Orthopade* 2001; 30(1):37-46.
- (26) Schuman L, Struijs PA, van Dijk CN. Arthroscopic treatment for osteochondral defects of the talus. Results at follow-up at 2 to 11 years. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84(3):364-368.
- (27) Steinhagen J, Niggemeyer O, Bruns J. Etiology and pathogenesis of osteochondrosis dissecans tali. *Orthopade* 2001; 30(1):20-27.
- (28) Bruns. Osteochondrosis dissecans - Pathogenese, Diagnose und Therapie. 1.Auflage ed. Stuttgart: Bücherei des Orthopäden, 1996.
- (29) Takao M, Ochi M, Naito K, Uchio Y, Kono T, Oae K. Arthroscopic drilling for chondral, subchondral, and combined chondral-subchondral lesions of the talar dome. *Arthroscopy* 2003; 19(5):524-530.
- (30) Struijs PA, Tol JL, Bossuyt PM, Schuman L, van Dijk CN. Treatment strategies in osteochondral lesions of the talus. Review of the literature. *Orthopade* 2001; 30(1):28-36.
- (31) Kumai T, Takakura Y, Higashiyama I, Tamai S. Arthroscopic drilling for the treatment of osteochondral lesions of the talus. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81(9):1229-1235.
- (32) Bohnsack M, Fischer J, Lipka W, Schmolke S, Borner C, Wirth CJ et al. The influence of limited postoperative weight-bearing on the outcome of drilling in osteochondritis dissecans tali. *Arch Orthop Trauma Surg* 2003; 123(9):447-450.
- (33) Schuman L, Struijs PA, van Dijk CN. Traumatic osteochondral lesions of the talar dome. *Orthopade* 2001; 30(1):66-72.
- (34) Bohndorf K. Osteochondritis (osteochondrosis) dissecans: a review and new MRI classification. *Eur Radiol* 1998; 8(1):103-112.
- (35) Clanton TO, DeLee JC. Osteochondritis dissecans. History, pathophysiology and current treatment concepts. *Clin Orthop Relat Res* 1982;(167):50-64.
- (36) Glancy GL. Juvenile osteochondritis dissecans. *Am J Knee Surg* 1999; 12(2):120-124.
- (37) Bruns J, Rosenbach B. Osteochondrosis dissecans of the talus. Comparison of results of surgical treatment in adolescents and adults. *Arch Orthop Trauma Surg* 1992; 112(1):23-27.
- (38) Letts M, Davidson D, Ahmer A. Osteochondritis dissecans of the talus in children. *J Pediatr Orthop* 2003; 23(5):617-625.
- (39) Sales dG, Mansat C, Darodes PH, Cahuzac JP. Natural course of osteochondritis dissecans in children. *J Pediatr Orthop B* 1999; 8(1):26-28.
- (40) Pappas AM. Osteochondrosis dissecans. *Clin Orthop Relat Res* 1981;(158):59-69.
- (41) Kolp W, Fethke K. Photoelastic studies of a knee joint under stress as contribution to the etiology of osteochondrosis dissecans. *Beitr Orthop Traumatol* 1982; 29(10):493-500.
- (42) Bruns J, Rosenbach B, Kahrs J. Etiopathogenetic aspects of medial osteochondrosis dissecans tali. *Sportverletz Sportschaden* 1992; 6(2):43-49.

- (43) Bruns J, Rosenbach B. Osteochondrosis dissecans tali and sports. *Sportverletz Sportschaden* 1988; 2(4):153-157.
- (44) Easley ME. Medicolegal aspects of foot and ankle surgery. *Clin Orthop Relat Res* 2005;(433):77-81.
- (45) Nishimura G, Yamato M, Togawa M. Trabecular trauma of the talus and medial malleolus concurrent with lateral collateral ligamentous injuries of the ankle: evaluation with MR imaging. *Skeletal Radiol* 1996; 25(1):49-54.
- (46) Radke S, Vispo-Seara J, Walther M, Kenn W, Kirschner S, Ettl V et al. Osteochondral lesions of the talus -- indications for MRI with a contrast agent. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2004; 142(5):618-624.
- (47) Bruns J. [Osteochondrosis dissecans]. *Orthopade* 1997; 26(6):573-584.
- (48) Ettl V, Kenn W, Radke S, Kirschner S, Goerttler-Krauspe I, Vispo-Seara JL. The role of MRI in therapy and follow-up after surgical treatment of osteochondrosis dissecans of the talus. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2001; 139(2):157-162.
- (49) Higashiyama I, Kumai T, Takakura Y, Tamail S. Follow-up study of MRI for osteochondral lesion of the talus. *Foot Ankle Int* 2000; 21(2):127-133.
- (50) Schneider T, Fink B, Jerosch J, Assheuer J, Ruther W. The value of magnetic resonance imaging as postoperative control after arthroscopic treatment of osteochondritis dissecans. *Arch Orthop Trauma Surg* 1998; 117(4-5):235-239.
- (51) Nelson DW, DiPaola J, Colville M, Schmidgall J. Osteochondritis dissecans of the talus and knee: prospective comparison of MR and arthroscopic classifications. *J Comput Assist Tomogr* 1990; 14(5):804-808.
- (52) Wirth S, Wieser A, Witt SN, Mutschler W, Reiser M. Visualization of radiographically occult osteochondrosis dissecans of the talus using MRI. *Unfallchirurg* 2003; 106(3):238-240.
- (53) Kramer J, Stiglbauer R, Engel A, Prayer L, Imhof H. MR contrast arthrography (MRA) in osteochondrosis dissecans. *J Comput Assist Tomogr* 1992; 16(2):254-260.
- (54) Schachter AK, Chen AL, Reddy PD, Tejwani NC. Osteochondral lesions of the talus. *J Am Acad Orthop Surg* 2005; 13(3):152-158.
- (55) Tol JL, Struijs PA, Bossuyt PM, Verhagen RA, van Dijk CN. Treatment strategies in osteochondral defects of the talar dome: a systematic review. *Foot Ankle Int* 2000; 21(2):119-126.
- (56) Goggs R, Vaughan-Thomas A, Clegg PD, Carter SD, Innes JF, Mobasheri A et al. Nutraceuical therapies for degenerative joint diseases: a critical review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2005; 45(3):145-164.
- (57) Schuh A, Salminen S, Zeiler G, Schraml A. Results of fixation of osteochondral lesions of the talus using K-wires. *Zentralbl Chir* 2004; 129(6):470-475.
- (58) Larsen MW, Pietrzak WS, DeLee JC. Fixation of osteochondritis dissecans lesions using poly(l-lactic acid)/ poly(glycolic acid) copolymer bioabsorbable screws. *Am J Sports Med* 2005; 33(1):68-76.
- (59) Fuchs M, Vosschenrich R, Dumont C, Sturmer KM. Refixation of osteochondral fragments using absorbable implants. First results of a retrospective study. *Chirurg* 2003; 74(6):554-561.
- (60) Thompson JP, Loomer RL. Osteochondral lesions of the talus in a sports medicine clinic. A new radiographic technique and surgical approach. *Am J Sports Med* 1984; 12(6):460-463.
- (61) Gudas R, Simonaityte R, Riauba L, Pocius G, Kalesinskas R. Treatment of joint surface pathology by Pridie drilling. *Medicina (Kaunas)* 2002; 38(7):720-729.

- (62) Fink C, Rosenberger RE, Bale RJ, Rieger M, Hackl W, Benedetto KP et al. Computer-assisted retrograde drilling of osteochondral lesions of the talus. *Orthopade* 2001; 30(1):59-65.
- (63) Bruns J, Steinhagen J. Treatment of deep hyalin cartilage defects with autologous perichondrial grafts. *Int J Sports Med* 2003; 24(5):382-388.
- (64) Hankemeier S, Muller EJ, Kaminski A, Muhr G. 10-year results of bone marrow stimulating therapy in the treatment of osteochondritis dissecans of the talus. *Unfallchirurg* 2003; 106(6):461-466.
- (65) Krishnan SP, Skinner JA, Bartlett W, Carrington RW, Flanagan AM, Briggs TW et al. Who is the ideal candidate for autologous chondrocyte implantation? *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88(1):61-64.
- (66) Becher C, Thermann H. Results of microfracture in the treatment of articular cartilage defects of the talus. *Foot Ankle Int* 2005; 26(8):583-589.
- (67) Feczko P, Hangody L, Varga J, Bartha L, Dioszegi Z, Bodo G et al. Experimental results of donor site filling for autologous osteochondral mosaicplasty. *Arthroscopy* 2003; 19(7):755-761.
- (68) Hangody L, Feczko P, Bartha L, Bodo G, Kish G. Mosaicplasty for the treatment of articular defects of the knee and ankle. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(391 Suppl):S328-S336.
- (69) Agung M, Ochi M, Adachi N, Uchio Y, Takao M, Kawasaki K. Osteochondritis dissecans of the talus treated by the transplantation of tissue-engineered cartilage. *Arthroscopy* 2004; 20(10):1075-1080.
- (70) Bruns J. Osteochondrosis dissecans tali. Results of surgical therapy. *Unfallchirurg* 1993; 96(2):75-81.
- (71) Lahm A, Erggelet C, Steinwachs M, Reichelt A. Arthroscopic therapy of osteochondrosis dissecans of the talus--follow-up with a new "Ankle Score". *Sportverletz Sportschaden* 1998; 12(3):107-113.
- (72) Hefti F, Beguiristain J, Krauspe R, Moller-Madsen B, Riccio V, Tschauer C et al. Osteochondritis dissecans: a multicenter study of the European Pediatric Orthopedic Society. *J Pediatr Orthop B* 1999; 8(4):231-245.
- (73) Takao M, Ochi M, Uchio Y, Naito K, Kono T, Oae K. Osteochondral lesions of the talar dome associated with trauma. *Arthroscopy* 2003; 19(10):1061-1067.
- (74) Young CC, Niedfeldt MW, Morris GA, Eerkes KJ. Clinical examination of the foot and ankle. *Prim Care* 2005; 32(1):105-132.
- (75) Lee TK, Maleski R. Physical examination of the ankle for ankle pathology. *Clin Podiatr Med Surg* 2002; 19(2):251-69, vi.
- (76) Pförringer W, Stolz P. Die Behndlung der frischen fibulären Kapselbandläsion. 1991.
- (77) Ettl V, Kenn W, Radke S, Kirschner S, Goerttler-Krauspe I, Vispo-Seara JL. [The role of MRI in therapy and follow-up after surgical treatment of osteochondrosis dissecans of the talus]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2001; 139(2):157-162.
- (78) J.Grifka SAJLRBSF. *Arthroskopie*. Springer Berlin / Heidelberg, 2000.
- (79) 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* 1994; 15(7):349-353.
- (80) Bruns J. Osteochondrosis dissecans. 1.Auflage ed. Stuttgart: ENKE-Verlag, 1996.
- (81) Gudas R, Kunigiskis G, Kalesinskas RJ. Long-term follow-up of osteochondritis dissecans. *Medicina (Kaunas)* 2002; 38(3):284-288.
- (82) Narvaez JA, Cerezal L, Narvaez J. MRI of sports-related injuries of the foot and ankle: part 2. *Curr Probl Diagn Radiol* 2003; 32(5):177-193.

- (83) Bilgin SS, Kose KC, Adiyaman S, Demirtas M. Early functional results of arthroscopic surgery for ankle lesions. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2004; 38(1):23-29.
- (84) Kendoff D, Geerling J, Mahlke L, Citak M, Kfuri M, Jr., Hufner T et al. Navigated Iso-C(3D)-based drilling of a osteochondral lesion of the talus. *Unfallchirurg* 2003; 106(11):963-967.
- (85) Ohnsorge JA, Portheine F, Mahnken AH, Prescher A, Wirtz DC, Siebert CH. Computer-assisted retrograde drilling of osteochondritic lesions of the talus with the help of fluoroscopic navigation. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2003; 141(4):452-458.
- (86) Rosenberger RE, Fink C, Bale RJ, El Attal R, Muhlbacher R, Hoser C. Computer-assisted minimally invasive treatment of osteochondrosis dissecans of the talus. *Oper Orthop Traumatol* 2006; 18(4):300-316.
- (87) Wagner H. Surgical treatment of osteochondrosis dissecans, a cause of arthritis deformans of the knee. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1964; 50:335-352.
- (88) Conti SF, Martin RL, Chaytor ER, Hughes C, Luttrell L. Plantar pressure measurements during ambulation in weightbearing conventional short leg casts and total contact casts. *Foot Ankle Int* 1996; 17(8):464-469.
- (89) Lee CK, Mercurio C. Operative treatment of osteochondritis dissecans in situ by retrograde drilling and cancellous bone graft: a preliminary report. *Clin Orthop Relat Res* 1981;(158):129-6.
- (90) Taranow WS, Bisignani GA, Towers JD, Conti SF. Retrograde drilling of osteochondral lesions of the medial talar dome. *Foot Ankle Int* 1999; 20(8):474-480.
- (91) Takao M, Ochi M, Uchio Y, Naito K, Kono T, Oae K. Osteochondral lesions of the talar dome associated with trauma. *Arthroscopy* 2003; 19(10):1061-1067.

## **16. Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt OA Dr. Sven Anders für seine sehr freundliche, entgegenkommende und kompetente Betreuung und den Mitarbeitern der Asklepiosklinik, die bei Fragen bereitwillig Hilfestellung gaben.

Weiterhin gilt mein Dank Alexander Sauter, der mit seinem Know-How und seiner digitalen Ausrüstung die 3D-Aufnahmen des Bildteils ermöglicht hat und Oliver Husser der bei Software-User-Problemen eine große Hilfe war.

## **17. Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeit erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Regensburg, den 17.04.2011

---

Walter Rackl