

Aus der Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie an den
Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannstrost Halle
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. habil. W. Otto

**Funktionelle und radiologische Ergebnisse nach Arthrodesen der
Sprunggelenke**

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von
Matthias Horn
geboren am 25.11.1968 in Halle

Gutachter:
1. Prof. Dr. med. habil. Otto
2. PD Dr. med. habil. Reichel
3. PD Dr. med. habil. Lungershausen

19.02.2002
05.09.2002

Referat

In den Jahren 1994 bis 1999 wurden in der Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, später an den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Halle 47 Patienten mit insgesamt 48 Arthrodesen im Bereich des oberen und/oder unteren Sprunggelenks behandelt.

41 Patienten mit 41 Arthrodesen konnten im Durchschnitt 29 (6-65) Monate nach erfolgter Arthrodesoperation klinisch und radiologisch nachuntersucht werden.

Als Hauptindikation führte in unserem Patientenkollektiv die symptomatische posttraumatische Arthrose zur Gelenkversteifung

Hinsichtlich der Arthrodesentechnik überwog die Kompressionsschraubenarthrodese bei weitem andere mögliche Fixationsmethoden. Eine entsprechende Gelenkflächenpräparation im Sinne einer Gelenkflächenentknorpelung oder der Gelenkflächenresektion wurde in der überwiegenden Zahl der Fälle durchgeführt, ebenso die indikationsgerechte Einbringung einer Spongiosaplastik.

Komplikationen beobachteten wir in 33 % der Fälle, wobei neben 4 tiefen Infekten und 5 Arthrodeseninsuffizienzen blande postoperative Wundheilungsstörungen im Vordergrund standen.

Die klinisch und radiologisch erhobenen Untersuchungsergebnisse wurden nach 3 Score-Systemen ausgewertet. Nach dem repräsentativen und international gebräuchlichen Score von KITAOKA konnten wir in unserem nachuntersuchten Patientenkollektiv insgesamt 68 % sehr gute und gute, 22 % befriedigende und 10 % schlechte Ergebnisse verzeichnen.

Horn, Matthias: Funktionelle und radiologische Ergebnisse nach Arthrodese der Sprunggelenke. Halle, Univ., Med., Diss., 75 Seiten, 2002

INHALT

1. EINLEITUNG.....	1
1.1. VORBEMERKUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG.....	1
1.2. HISTORISCHER ÜBERBLICK ARTHRODESE.....	2
1.3. ANATOMIE UND BIOMECHANIK IN OBEREM UND UNTEREM SPRUNGGELENK.....	5
1.4. SPRUNGGELENKARTHRODESEN	9
1.4.1 Präoperative Diagnostik	9
1.4.2 Indikationen	10
1.4.3 Arthrodeseformen und -techniken	10
1.4.4 Komplikationen	17
1.4.5 Nachbehandlung	17
1.4.6 Ergebnisse in der Literatur.....	18
2. PATIENTENKOLLEKTIV UND METHODE.....	21
2.1 PATIENTEN	21
2.2 AUSWERTUNG ANHAND DER KRANKENAKTEN.....	21
2.3 ERGEBNISSE AUS DER KRANKENAKTENAUSWERTUNG.....	22
2.3.1 Allgemeine Angaben.....	23
2.3.2 Unfallursachen.....	23
2.3.3 Primärverletzung	24
2.3.4 Primärversorgung.....	25
2.3.5 Indikation zur Arthrodese.....	26
2.3.6 Arthrodese-technik	27
2.3.7 Nachbehandlung	30
2.3.8 Komplikationen	30
2.4 NACHUNTERSUCHUNG	31
2.4.1 Gespräch.....	33
2.4.2 Klinische Untersuchung.....	34
2.4.3 Radiologische Untersuchung	34
2.4.4 Scores.....	34
2.4.5 Statistik	38
3. ERGEBNISSE.....	39
3.1 ERGEBNISSE AUS DER PATIENTENUNTERSUCHUNG	39
3.1.1 Subjektive Angaben	39
3.1.2 Klinische Befunde	41
3.1.3 Radiologische Befunde.....	43
3.2 AUSWERTUNG NACH SCORESYSTEMEN	46
3.2.1 Score nach Kitaoka.....	47
3.2.2 Score nach Gruen/Mears.....	48
3.2.3 Halle-Score	48
3.3 FALLBEISPIELE.....	52
4. DISKUSSION.....	54
5. ZUSAMMENFASSUNG.....	61
6. LITERATURVERZEICHNIS.....	63
7. THESEN	74

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	:	Abbildung
AI	:	Arthrodeseninsuffizienz
AOFAS	:	American Orthopaedic Foot and Ankle Society
CT	:	Computertomografie
FS	:	Fehlstellung
Lig.	:	Ligamentum
M.	:	Musculus
MRT	:	Magnetresonanztomografie
NL	:	Nervenläsion
OSG	:	oberes Sprunggelenk
RD	:	Reflexdystrophie
SB	:	Spanbruch
SF	:	Streßfraktur
Tab.	:	Tabelle
TI	:	tiefer Infekt
UFN	:	ungebohrter Femurnagel
USA	;	Unterschenkelamputation
USG	:	unteres Sprunggelenk
WHS	:	Wundheilungsstörung

1. Einleitung

1.1. Vorbemerkungen und Aufgabenstellung

Verletzungen im Bereich des oberen und auch des unteren Sprunggelenks treten im Rahmen von Arbeitsunfällen aber auch bei Unfällen in der Freizeit nach wie vor in großer Häufigkeit auf. Durch zunehmendes Mobilitätsbestreben der Bevölkerung sowie ein hierdurch stetig wachsendes Verkehrsaufkommen und die damit verbundene Unfallhäufigkeit auf unseren Straßen ist auch der durch Verkehrsunfälle hinzukommende Verletztenanteil deutlich größer geworden.

Die Verletzungsformen sind sehr variabel, wobei für einen komplizierten posttraumatischen Verlauf insbesondere die Gelenkfrakturen des Calcaneus, des Talus, des Pilon tibiale sowie alle höhergradig offenen Frakturen in diesem Bereich prädestiniert sind.

Trotz Anwendung immer ausgereifterer Osteosyntheseverfahren ist es in vielen Fällen leider nicht möglich, die Ausbildung einer frühzeitigen posttraumatischen Arthrose mit entsprechend ausgeprägter Beschwerdesymptomatik durch exakte Wiederherstellung der verletzten Gelenkflächen zu vermeiden [72]. Bei ausgeprägter synovialitischer Begleitreaktion mit Gelenkerguß und Schwellung können Schmerzsymptome dann auch in Ruhe auftreten [53]. Hierdurch erfahren sehr viele Patienten eine erhebliche Einschränkung ihrer körperlichen Aktivität sowohl im Berufsleben als auch in der Freizeit.

Der Arthrodesetechnik im Sprunggelenksbereich kommt bei zur Zeit noch fehlender gleichwertiger oder besserer Therapiealternative nach wie vor die größte Bedeutung für die Behandlung sekundärer posttraumatischer Gelenkveränderungen zu. Mit der Arthrodesese erreicht man eine Besserung des Aktivitätsgrades und des subjektiven Wohlbefindens der betroffenen Patienten.

Wir untersuchten ein Kollektiv von 47 Patienten, welche sich zwischen Juli 1994 und Dezember 1999 an unserer Klinik einer Versteifungsoperation im Bereich des oberen und/oder unteren Sprunggelenks unterzogen haben.

Hauptinhalt der Untersuchung bildeten das subjektive und klinische Outcome der Patienten zur Überprüfung der Wirksamkeit der operativen Methode bei entsprechender Indikationsstellung zur Arthrodesese.

Bei frischen Frakturen insbesondere im Bereich der Fußwurzel ist es oft so, daß einfache konventionelle Aufnahmen die Lokalisation und Form der Fraktur nicht ausreichend darstellen. Außerdem korrelieren postoperativ häufig die Röntgenaufnahmen nicht mit dem

klinischen Befund. Diese Tatsache trifft auch für den Verlauf nach Sprunggelenksarthrodese zu.

Deshalb führten wir eine radiologische Kontrolle der operativen Ergebnisse sowohl mittels konventionellen Röntgenaufnahmen als auch mittels Computertomographie durch. Hinsichtlich der Wertigkeit ihrer Aussage wurden die konventionellen und die computertomographischen Aufnahmen miteinander verglichen.

Außerdem versuchten wir ein Scoresystem für oberes und unteres Sprunggelenk gleichermaßen zu finden bzw. vorhandene so zu modifizieren, daß wesentliche subjektive, klinische und radiologische Kriterien gleichberechtigt in ihrer Wertigkeit eingehen und eine realitätsbezogenere Reflexion zur Güte der Arthrodese möglich wird.

Dies erschien uns deshalb wichtig, weil es in der aktuellen Literatur noch keine einheitliche Meinung hinsichtlich der detaillierten Arthrodesetechnik und der Nachbehandlung gibt. Die Angaben zu Ergebnissen und Komplikationsraten sind weit gefächert.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen werden nach Darlegung einiger thematischer Grundlagen in der vorliegenden Arbeit präsentiert und gewertet.

1.2. Historischer Überblick Arthrodese

Arthrodese ist ein Kunstwort, welches dem Griechischen entlehnt ist und sich mit "Gelenkbindung" übersetzen läßt. Hauptlokalisation war zunächst das Kniegelenk am poliomyelitisch gelähmten Bein.

Schon Mitte des 19. Jahrhunderts wurden Versuche unternommen, eine künstliche Versteifung am Kniegelenk durch Gelenkresektion (z.B. Langenbeck [73]) oder auch ohne Eröffnung des Gelenks nur unter äußerer Fixation (z.B. Filkin [18]) herbeizuführen.

1877 veröffentlichte der Innsbrucker Chirurg Eduard Albert einen Artikel über "Eine Kniegelenksresektion mit vollständiger Naht und primärer Vereinigung", nachdem er diese Operation an einem 17-jährigen Jungen mit postinfektiöser spitzwinkliger Kniekontraktur durchgeführt hatte. Die Vereinigung von Femur und Tibia führte er ehemals durch eine Naht mit Silberdraht herbei. Mit diesem Eingriff gab er den Anstoß für ein neues operatives Verfahren - die operative Gelenkversteifung [73].

1879 inaugurierte er ebenfalls [1,71] die gezielte Versteifung des oberen Sprunggelenks. Bei einem 14-jährigen Mädchen, das an einer poliomyelitischen Lähmung mit Fußdeformität litt, versteifte er Knie- und Sprunggelenke beidseits.

Der Begriff der Arthrodese wurde erstmalig 1888 von Otto Zinsmeister, einem Mitarbeiter Alberts, in einem Bericht gebraucht. Hauptindikation war damals die Beinlähmung infolge Poliomyelitis bei morphologisch intakten Gelenken. Aufwendige Gehapparate waren für

einen Großteil der Bevölkerung finanziell nicht erschwinglich, woran auch die nicht zu unterschätzende soziale Komponente bei der Indikationsstellung zur Arthrodesese in der damaligen Zeit ersichtlich wird [73].

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts wurden im Laufe der Jahre zahlreiche unterschiedliche Arthrodesetechniken für das Kniegelenk, aber auch den Fuß und das obere Sprunggelenk angegeben [81]. Im Bereich der Füße kam es zur raschen Erweiterung des Indikationsspektrums, wobei versteifende Operationen zunehmend mit der Korrektur angeborener Fußdeformitäten einhergingen.

1905 führte Niemy [54,81] die Triple-Arthrodesese ein, bei welcher das Subtalargelenk und das Chopartgelenk durch Gelenkflächenresektion zunächst ohne zusätzliche Stabilisierung versteift wurden. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden Triple-Arthrodesesen in verschiedenen Modifikationen häufig zur Behandlung poliomyelitischer Fußdeformitäten eingesetzt [66,81].

1910 beschrieb Cramer die Arthrodesese des oberen Sprunggelenks unter Zuhilfenahme eines Knochenspans zur vorderen Schienung als technische Variante [42]. Auch dies fand zahlreiche Modifikationen.

1917 wurde durch A. Bier eine erste umfassende "Chirurgische Operationslehre" mit Darstellung der Arthrodesetechniken an allen Gelenken vorgelegt [10,73].

Erst 1928 gelangte auch in Deutschland die Arthrodesese als mögliche Indikation zur Arthrodesese in den Blickpunkt [73].

Um gute Ergebnisse zu erzielen, rückte immer mehr die Fixierung der Resektionsflächen als Kernproblem in den Mittelpunkt. Man erkannte mit zunehmender Entwicklung, daß die Kompression der Arthrodeseseflächen zur Vermeidung von Komplikationen, insbesondere von Infekten und/oder Pseudarthrosen, wesentlich beitrug [73].

Mit der Einführung der Kompressionsarthrodesese am oberen Sprunggelenk mittels Spannbügel durch Greifensteiner 1947 sowie Fixateur externe durch Charnley 1951 [15,73] wurde ein neues biomechanisches Prinzip zur Arthrodesetechnik vorgestellt, welches in der Originaltechnik jedoch noch erhebliche Schwächen aufwies [71,73].

Grice war 1952 ein Protagonist der isolierten Arthrodesesen im Bereich des unteren Sprunggelenks. Er beschrieb eine extraartikuläre talocalcaneare Fusionstechnik mittels eines korrekt interponierten kortikospongiösen Spans bei Kindern mit Pes plano-valgus [20].

Mitte der 60er Jahre des 20. Jahrhunderts ging die Entwicklung hin zur Verwendung interner Fixationsmontagen, von welchen man sich eine größere Stabilität bei weiterer Reduktion der Komplikationsraten versprach.

Allgöwer und Hugler erwähnten erstmals 1964 die Verwendung von Spongiosaschrauben zur Gelenkversteifung [42]. 1966 wird durch Allgöwer das Verfahren der Gelenkanfrischung und die Verwendung einer Spongiosaplastik beschrieben [68].

1973 führte Mittelmaier die Technik der Arthrodesese des oberen Sprunggelenks durch Osteosynthese mit Kompressionswinkelplatten ein [42].

Im gleichen Jahr beschrieb Zimmermann das Prinzip der Zugschraubenosteosynthese, welches nun auch für die Anwendung bei Gelenkversteifungen interessant wurde [33].

1983 berichtet Schneider erstmals über die arthroskopisch assistierte Arthrodesese des oberen Sprunggelenks [4].

Die Verwendung verschiedener Transplantate und Implantate zur Durchführung der beiden Hauptarthrodesetechniken, Verriegelungsarthrodesese und Kompressionsarthrodesese, wurde seither in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben [5,6,11,22,25,34,46,50,60,61,63,68,75,76,79]. Einen Überblick über mögliche interne und externe Fixationsmöglichkeiten bei Arthrodesese im oberen Sprunggelenk gibt Abbildung 1.

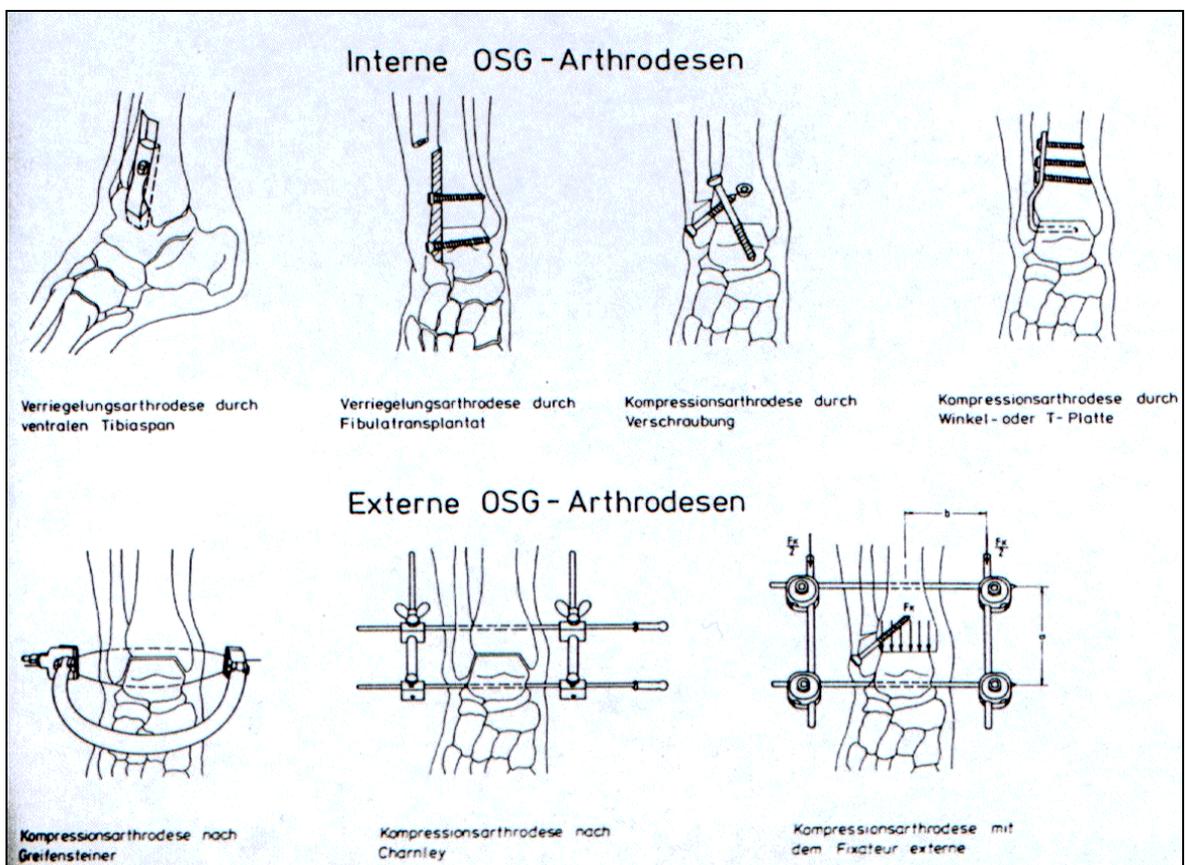


Abb.1: Verschiedene Techniken der OSG-Arthrodesese [11]

Die Grenzen der funktionellen Leistungsfähigkeit der Arthrodesen regten die Forschung nach alternativen Therapieverfahren an und förderten die Entwicklung des künstlichen Gelenkersatzes [73]. Aufgrund unbefriedigender klinischer Ergebnisse insbesondere durch hohe Raten frühzeitiger aseptischer Lockerungen ist im Bereich der oberen Sprunggelenk-arthroplastik ein Durchbruch bisher nicht gelungen [32,39]. Die Entwicklung der Prothetik für das untere Sprunggelenk steht noch in den Anfängen und ist nur speziellen, äußerst streng selektierten Fällen vorbehalten [20]. Durch die guten funktionellen Ergebnisse, die bei korrekter Stellung der Arthrodesen erreicht werden, ist das Bedürfnis nach einer Prothese auch weniger groß als beispielsweise beim Hüft- oder Kniegelenk [4].

Alternative Verfahren wie die Gelenkdistraktion und die offene oder arthroskopische Gelenktoilette erweisen sich als Verfahren, die fast immer nur von einer temporären Beschwerdebesserung begleitet sind [53].

Die Arthrodesen haben sich so im Bereich von oberem und unterem Sprunggelenk ihre Bedeutung als Therapie der Wahl bei entsprechender Indikationsstellung bis heute bewahrt [73,81].

1.3. Anatomie und Biomechanik in oberem und unterem Sprunggelenk

Der Komplex der Sprunggelenke stellt die Verbindung zwischen Fuß und Unterschenkel des Menschen dar.

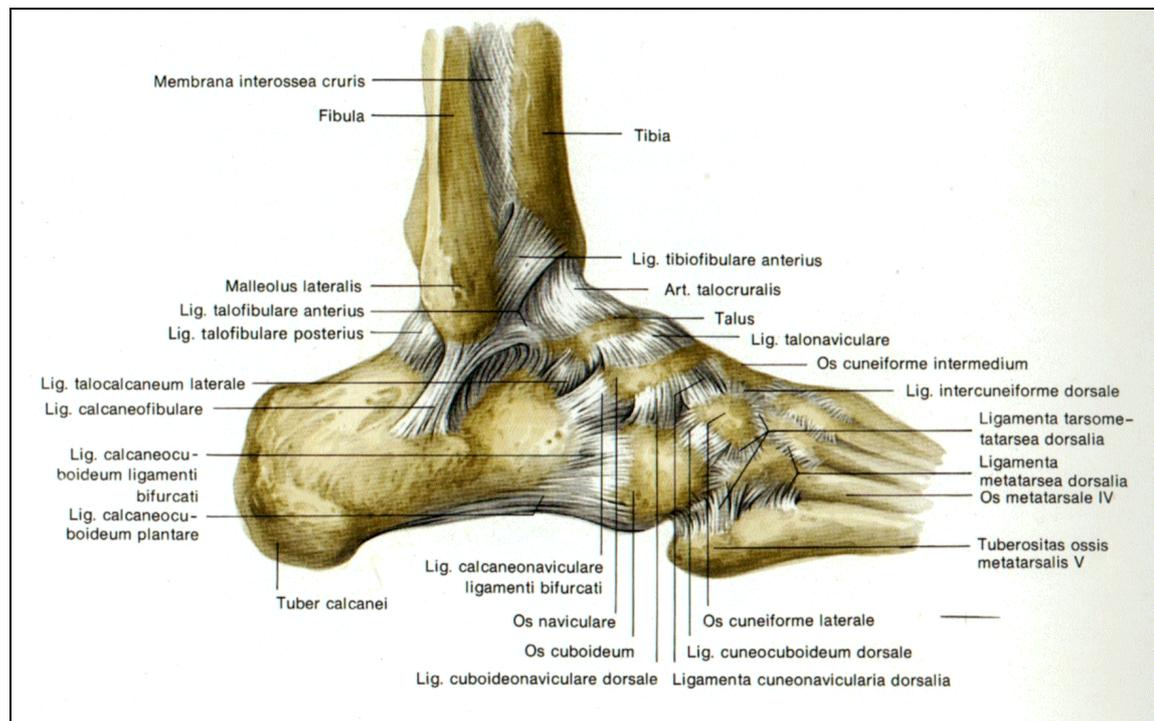


Abb.2: Anatomie des Fußes [8]

Im **oberen Sprunggelenk**, der *Articulatio talocruralis*, stehen die distalen Enden von Tibia und Fibula mit der *Trochlea tali* in gelenkiger Verbindung. Die Gelenkflächen der Malleolengabel werden von der *Facies articularis inferior* der Tibia sowie von den *Facies articulares* der *Malleoli medialis et lateralis* gebildet. Die den Gelenkkopf bildende *Trochlea tali* trägt die entsprechend artikulierenden distalen Gelenkflächen [8,9,58,64].

Das Gelenk ist durch starke mediale (*Lig. deltoideum* mit *Pars tibionavicularis*, *Pars tibiotalaris anterior*, *Pars tibiocalcanearis*, *Pars tibiotalaris posterior*) und laterale (*Lig. fibulotalare anterius*, *Lig. fibulocalcaneare*, *Lig. fibulotalare posterius*) Kollateralbändern gesichert [58]. Als wichtiger Stabilisator der Gelenkgabel fungiert die tibio-fibulare Syndesmose mit einem starken vorderen und einem schwächeren hinteren Bandzug im Komplex mit dem *Lig. interosseum* [8,9,64].

Unter Belastungsbedingungen hat der durch die Gelenkmorphe gegebene tibiotalare Verzahnungseffekt eine bisher gegenüber dem Bandapparat wohl unterschätzte Bedeutung für die Gelenkstabilität [67].

Eine zusätzliche Führung und Stabilisierung des Gelenkes ist durch die das Gelenk überspannende Muskulatur bzw. deren sehnigen Anteil gegeben. Zu nennen sind hier insbesondere der *Musculus triceps surae* bzw. die Achillessehne sowie der *Musculus tibialis anterior* [8,9,58].

Um eine etwa durch die Malleolenspitzen verlaufende Achse, die etwas schräg von dorsal-lateral-distal nach ventral-medial-kränial ansteigt [67], kann der Fuß im oberen Sprunggelenk gegen den Unterschenkel dorsal- und plantarflektiert werden. Entsprechend sind Bewegungen des Unterschenkels gegen den festgestellten Fuß möglich. Die physiologischen Bewegungsausmaße betragen für die Dorsalextension 20-30°, für die Plantarflexion 40-50° [58].

Das Wechselspiel zwischen Dorsal- und Plantarflexion im oberen Sprunggelenk ermöglicht das für ein ungestörtes Gangbild entscheidende Abrollen von der Ferse über den Mittelfuß zu den Zehen [42].

Nach SEILER existiert aufgrund der dreidimensional schrägen Lage der Hauptbewegungsachse zur Unterschenkellängsachse eine vertikale Achse, um welche geringgradige Pseudorotationsbewegungen des Talus gegenüber der distalen Tibia im dorsoplantaren Bewegungsablauf möglich sind [67]. Mehrere andere Autoren bestätigten ebenfalls Rotationsbewegungen des Talus [83].

Da es sich bei den Gelenkkörpern sowohl im oberen als auch im unteren Sprunggelenk nicht um einfache geometrische Formen handelt, bleiben die Achsen im Bewegungsablauf nicht absolut konstant, sondern zeigen gewisse dynamische Schwankungen [58].

Bemerkenswert ist, daß der Talus als zentraler Schaltknochen zwischen Fuß und Unterschenkel zu 60% seiner Oberfläche mit Gelenkknorpel überzogen ist. Er ist frei von Muskelinsertionen und fungiert sozusagen wie ein "knöcherner Meniskus" als Vermittler in einem 3-kammerigen Sprunggelenk [43,63,83]. Entsprechend spärlich und vulnerabel ist seine Blutversorgung.

Das **untere Sprunggelenk**, *Articulatio talotarsalis*, besteht rein anatomisch aus zwei Teilgelenken: der *Articulatio talocalcaneonavicularis* und der *Articulatio subtalaris*. Beide sind morphologisch durch den *Sinus tarsi* voneinander getrennt [8,9,43,58], bilden jedoch funktionell eine Einheit [64].

Die *Articulatio talocalcaneonavicularis* befindet sich ventral vom *Sinus tarsi*. Es artikulieren die konvex geformten, an der Unterseite des Talus gelegenen *Facies articulares calcanea media et anterior* mit den entsprechend kongruent ausgeformten *Facies articulares talaris media et anterior* am Rücken des *Calcaneus* sowie die Gelenkfläche des *Caput tali* mit der posterioren Gelenkfläche des *Os naviculare* [8,9,64].

In der dorsal vom *Sinus tarsi* gelegenen *Articulatio subtalaris* steht die an der Unterseite des Talus befindliche konkave *Facies articularis calcanea posterior* mit der entsprechend kongruenten *Facies articularis talaris posterior* am *Calcaneusrücken* in gelenkiger Verbindung [8,9,64].

Das untere Sprunggelenk ist ebenfalls durch kräftige Bandverbindungen stabilisiert. Wesentliche Bedeutung haben das *Lig. talocalcaneare interosseum*, das *Lig. calcaneonaviculare plantare* (Pfannenband) und das *Lig. bifurcatum*, welches lateralseitig einen wichtigen Stabilisator des Chopart-Gelenkes darstellt. Neben diesen existieren zahlreiche weitere Bandverbindungen [8,9,43,58,64,83].

In dem komplexen multiaxialen Gelenk läßt sich eine "Kompromißachse" konstruieren, die vom lateralen Ende der Hinterkante des *Calcaneusrückens* schräg durch den *Sinus tarsi* zum medial-distalen Bereich des *Collum tali* verläuft, und um welche die resultierenden Hauptbewegungen stattfinden.

Am Standbein kann der in der Malleolengabel geführte Talus um eine schräg verlaufende Achse gegen die angrenzenden Fußwurzelknochen pro- und supiniert werden. Am Spielbein kommt bei Pronation die Möglichkeit der gleichzeitigen Abduktion sowie bei

Supination die Möglichkeit der gleichzeitigen Adduktion hinzu. An diesen kombinierten Bewegungen, welche auch als Eversion und Inversion bezeichnet werden, sind neben dem unteren Sprunggelenk alle gelenkigen Verbindungen im Bereich der Fußwurzel beteiligt [58,64].

Der physiologische Bewegungsumfang beträgt jeweils etwa 30° für Supination und Pronation am belasteten Fuß des Standbeines. Am Spielbein nimmt das Ausmaß der zur Eversion erweiterten Pronation kaum zu. Die zur Inversion erweiterte Supination ist am unbelasteten Fuß hingegen bis 60° möglich [64].

Eine wichtige Funktion in der Biomechanik des Rückfußes kommt den hier passierenden Sehnen des M.tibialis posterior medial sowie den Peronealsehnen lateralseitig zu [59].

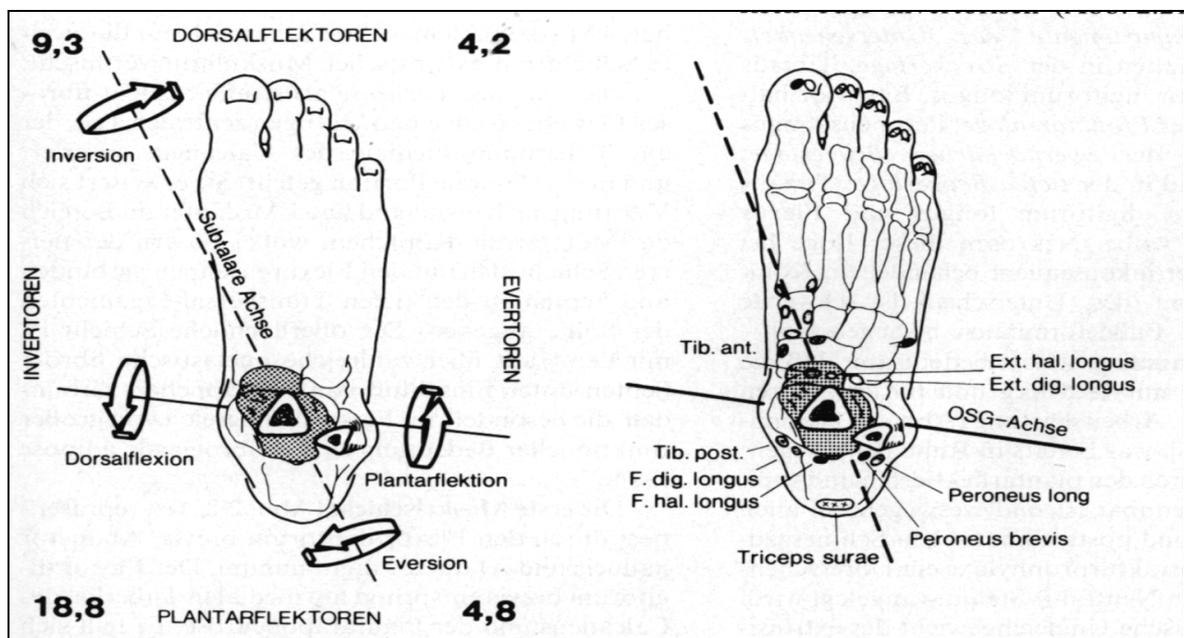


Abb. 3: Topographie der Gelenkachsen und Fußstabilisatoren [83]

Die komplexen Bewegungsabläufe des unteren Sprunggelenks ermöglichen die Aufrechterhaltung eines Gangbildes mit stetigem plantigradem Aufsetzen des Fußes, auch auf verschiedensten Unebenheiten [58]. Störungen des Gesamtgefüges in diesem Bereich führen deshalb schnell zum subjektiven Instabilitätsgefühl.

Kenntnisse der Anatomie und Biomechanik der Sprunggelenke aber auch des Fußes in seiner Gesamtheit als Bewegungsorgan sind von entscheidender Relevanz für chirurgische Eingriffe in diesem Bereich. Im Gegensatz zur Hand muß die Rekonstruktion des Fußes als körperrgewichttragendem Erfolgsorgan möglichst eine anatomiegerechte sein. Schon S.T. Hansen brachte diese Erkenntnis mit dem Ausspruch "If it looks normal, it works normal." auf einen einfachen Nenner [83].

1.4. Sprunggelenkarthrodesen

Die operative Versteifung der Sprunggelenke war und ist insbesondere bei fortgeschrittenen degenerativen Veränderungen unterschiedlichster Genese die Therapie der Wahl [53].

Ziele der Behandlung sind die Schmerzreduktion, die Wiedererlangung der Stabilität und die Sicherung einer ausreichenden Mobilität bei möglichst geringer Gehbehinderung [4,59].

1.4.1 Präoperative Diagnostik

Zur Diagnostik vor einer Gelenkversteifung gehört zunächst eine ausführliche Anamneseerhebung, welche die subjektiven Beschwerden des Patienten, die schmerzfreie Gehstrecke, die Schuhversorgung, die bisherige Therapie und das Vorhandensein von Begleiterkrankungen erfaßt.

Bei der klinischen Untersuchung werden der Gesamtaspekt des Patienten, das Gangbild, die Gelenkfunktion beurteilt, sowie die Situation der benachbarten Gelenke und eventuell vorliegende Fehlstellungen und Deformitäten erfaßt [14,59]. Dies ist u.a. deswegen wichtig, weil eine operative Korrektur einer Achsenfehlstellung im Bereich des Unterschenkels der Arthrodesse vorausgehen sollte, wenn Patienten jünger als 60 Jahre sind und bisher nur gering ausgeprägte Arthrosezeichen aufweisen [53].

Die Durchführung von elektronischer Ganganalyse und Fotodokumentation werden teilweise in der Literatur empfohlen [59].

Zur radiologischen Standarddiagnostik vor Arthrodesse des oberen Sprunggelenks gehören konventionelle Röntgenbilder des oberen Sprunggelenks in anterior-posteriorer und seitlicher Ebene [53]. Vor Arthrodesse des unteren Sprunggelenks sind Aufnahmen des gesamten Fußes dorso-plantar und seitlich sowie des oberen Sprunggelenks anterior-posterior anzufertigen [59]. Manche Autoren empfehlen zusätzlich für das untere Sprunggelenk die Durchführung einer Zielaufnahme (Brodén-Aufnahme) [74]. Ergänzend können CT und MRT oder auch konventionelle Schichtungen und bei besonderer Indikation die Szintigraphie zur Anwendung kommen [53].

Die Arthroskopie wird zum Teil als diagnostische Maßnahme im Bereich des oberen Sprunggelenks eingesetzt. Im Bereich des unteren Sprunggelenks wurden bisher nur vereinzelte Anwendungen beschrieben [59,72].

1.4.2 Indikationen

Wesentliche Indikationen zur Arthrodesese im oberen und unteren Sprunggelenk wurden in der Literatur recherchiert und in Tabelle I zusammengefaßt [4,5,16,24,27,29,30,46,48, 56,62,65,81].

Bei der Indikationsstellung müssen Gesichtspunkte wie Alter, Gewicht, berufliche Tätigkeit, individuelle Ansprüche und persönliche Gewohnheiten Berücksichtigung finden [59].

Im Vordergrund aber stehen die Beschwerdesymptomatik des Patienten mit täglichen Schmerzen, die Notwendigkeit des Gebrauches von Hilfsmitteln und die damit verbundene erhebliche Beeinträchtigung der Aktivitäten in Beruf und Freizeit [46].

Tab.I: Indikationen für Arthrodesen der Sprunggelenke

- symptomatische posttraumatische Arthrosen
- symptomatische Arthrosen sonstiger Genese
- Frakturen mit erheblicher Gelenkflächenzerstörung
- posttraumatische Durchblutungsprobleme
- chronische posttraumatische Gelenkinfektionen
- rheumatische Arthritis
- Fehlstellungen und Deformitäten infolge paralytischer oder spastischer Lähmung

In einem traumatologischen Zentrum spielen die posttraumatischen Arthrosen und septischen Gelenkdestruktionen die Hauptrolle hinsichtlich der Indikationsstellung. Arthrosen infolge systemischer Erkrankungen oder Fehlstellungen und Deformitäten nichttraumatischer neurogener Genese stellen im orthopädischen Krankengut eine besondere Herausforderung dar [71].

1.4.3 Arthrodeseseformen und -techniken

Bezüglich des Operationszeitpunktes wird zwischen einer primären Arthrodesese, einer Früharthrodesese (bis ein halbes Jahr nach dem Unfall) und einer Spätarthrodesese unterschieden [68].

Die Primärarthrodesese ist den Fällen nach frischem Trauma mit nicht rekonstruierbaren Gelenkflächen vorbehalten. Sie stellt einen technisch anspruchsvollen und hinsichtlich des Ergebnisses weniger sicheren Eingriff dar als beispielsweise die klassische Spätarthrodesese bei bereits vorhandener Arthrose.

Die Entscheidung zu einer Arthrodesese sollte nicht unnötig hinausgezögert werden, da das funktionelle Ergebnis auch von der noch vorhandenen Funktionsfähigkeit der Nachbargelenke abhängt [4].

Eine weitere Unterscheidung wird zwischen der isolierten Versteifung eines Gelenks oder Gelenkkompartimentes und der Kombinationsversteifung gemacht (siehe Abb. 4).

Die Arthrodesese von oberem und unterem Sprunggelenk einer Seite bezeichnet man als Double-Arthrodesese. Die Versteifung aller Kompartimente des unteren Sprunggelenks (subtalar, talonavicular, calcaneocuboidal) wird im europäischen Sprachraum Triple-Arthrodesese genannt im Gegensatz zu der häufiger angewendeten reinen subtalaren Fusionierung im Bereich des unteren Sprunggelenks. Muß aufgrund von Frakturtyp und/oder posttraumatischer Durchblutungsproblematik der Talus extirpiert werden, resultiert als Sonderform die tibioalcaneare Arthrodesese.

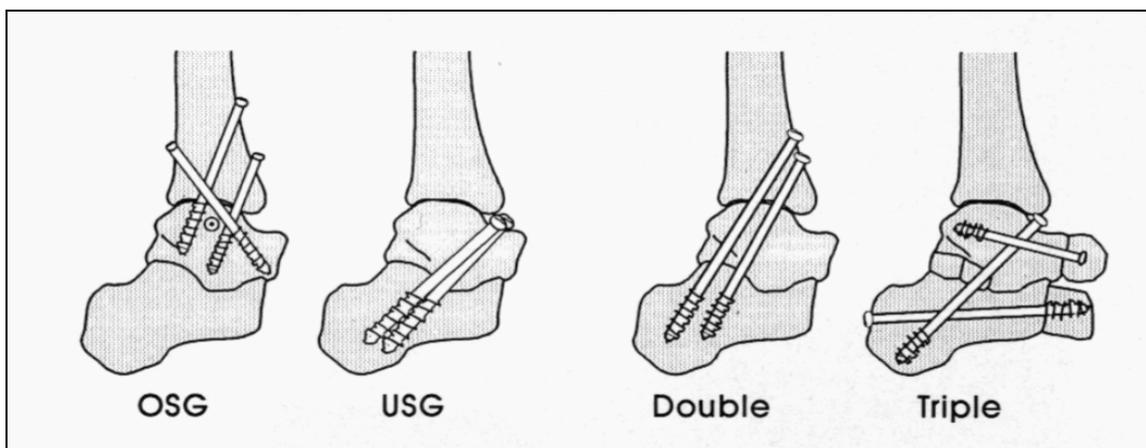


Abb. 4: Arthrodeseseformen im Sprunggelenksbereich [83]

Sowohl im Bereich von oberem als auch unterem Sprunggelenk existiert eine Fülle von Verfahren und Methoden. Eine herausragende Methode ist noch nicht verfügbar, was auch im Vergleich zu anderen elektiven Eingriffen am Bewegungsapparat durch eine höhere Komplikationsrate zum Ausdruck kommt [53].

Alle heute angewendeten Techniken weisen aber das Prinzip der Gelenkflächenkompression auf [53,59,60,73].

Der Erfolg einer jeden Arthrodesese scheint im wesentlichen von drei Faktoren abzuhängen: Schaffung vitaler spongiöser Oberflächen, Kompression der Arthrodeseflächen und feste Fixation der Arthrodesese. Die natürlichen Gelenkkonturen sollten hierbei erhalten bleiben [56].

Bei der **ARTHRODESE DES OBEREN SPRUNGGELLENKS** unterscheidet man heute zwei Hauptformen: die Verriegelungs- und die Kompressionsarthrodese [4].

Bei den Verriegelungsarthrosen mit Verriegelungsspan, z.B. in der Technik nach CAMPBELL oder WILSON [11,22,25], wird ein Knochenspan zur Überbrückung des Gelenkspaltes benutzt. Eine weitere Möglichkeit der Verriegelungsarthrodese besteht in der Verwendung eines Fibulatransplantates beispielsweise in der Technik nach LANGE [4] zur entsprechenden Gelenkfusionierung [5,11].

Die alleinigen Verriegelungstechniken sind heute aufgrund der höheren Komplikationsrate weitgehend zugunsten der Kompressionsarthrosen verlassen worden [11]. Nur bei ausgeprägten knöchernen Defekten wird die Verriegelung noch empfohlen [53]. Dies geschieht dann beispielsweise durch Fibulaosteotomie und Verschraubung des distalen Fibulasegmentes mit der Tibia, zum Beispiel bei zu erwartender Talusnekrose [5]. Diese Möglichkeit kommt auch in Kombination mit der eigentlichen Kompressionsarthrodese zur zusätzlichen Stabilisierung zur Anwendung. In Betracht zu ziehen ist die Spanverriegelungsarthrodese ebenfalls unter Verwendung eines ventralen Tibiaverschiebespans bei schlechten Durchblutungsverhältnissen oder bei Revisionsoperationen nach insuffizienter Ausheilung einer Arthrodese [5,19].

Die Kompressionsarthrodese stellt die heute zumeist angewendete Methode dar. Das Prinzip besteht darin, die Resektionsflächen von Tibia und Talus unter Kompression zu bringen, um so eine möglichst rasche knöcherne Konsolidierung zu erreichen [4,82].

Die Kompressionsarthrodese kann als solche mit interner Fixation durch Schrauben und/oder Platten oder mit externer Fixation (siehe auch Abb. 1) mittels Fixateur externe durchgeführt werden [4,11].

Die Gelenkflächen sollen sparsam planparallel reseziert [5] oder auch nur im Sinne einer anatomischen Aufbereitung entknorpelt werden [4,71]. Die Anlagerung von körpereigener Spongiosa wird von einigen Autoren, insbesondere bei größeren Substanzdefekten bzw. Inkongruenzen der Arthrodeseflächen, empfohlen [5,27].

Nur wenige Autoren geben heute dem Fixateur externe als Fixationsmethode den Vorzug [19]. Eine gute Indikation für den Fixateur externe ist beispielsweise bei Vorliegen einer schlechten Knochenqualität zu sehen [44]. Aber auch die lokale Infektion kann die Verwendung des Fixateur externe indizieren.

Aufgrund häufiger Infekte entlang der Steinmann-Nägel (bis 80%) und der geringeren Fusionsrate beim Fixateur externe ist jedoch eine klare Bevorzugung der internen Fixation festzustellen [4,27,53,82]. Hinsichtlich der verwendeten Osteosynthesematerialien und der

technischen Ausführung existieren zahlreiche Modifikationen [4,11,73]. Zumeist wird heute jedoch die Schraubenkompressionsarthrodese als Verfahren der ersten Wahl empfohlen und angewendet [82,83].

In repräsentativer Weise beschreibt Zwipp die komplette Entknorpelung aller gelenktragenden Flächen über einen ventro-medianen Zugang. Nach Einstellung des oberen Sprunggelenkes zur Arthrodese erfolgt die Fixation mittels vier 6,5er Spongiosaschrauben in der standardisierten Vier-Schrauben-Technik (siehe Abb.5).

Zwei Schrauben werden parallel ganz tangential zur distalen Tibia in den medialen und lateralen Taluskörper plaziert. Eine dritte wird vom hinteren Anteil des Innenknöchels in den Taluskopf plaziert. Die vierte Schraube wird quer von lateral über den Außenknöchel in den Talus eingebracht. Fakultativ erfolgt die Platzierung einer weiteren Schraube supramalleolär parallel zur Letztgenannten [83,84]. Diese Vorgehensweise wird auch von anderen Autoren bevorzugt [71].

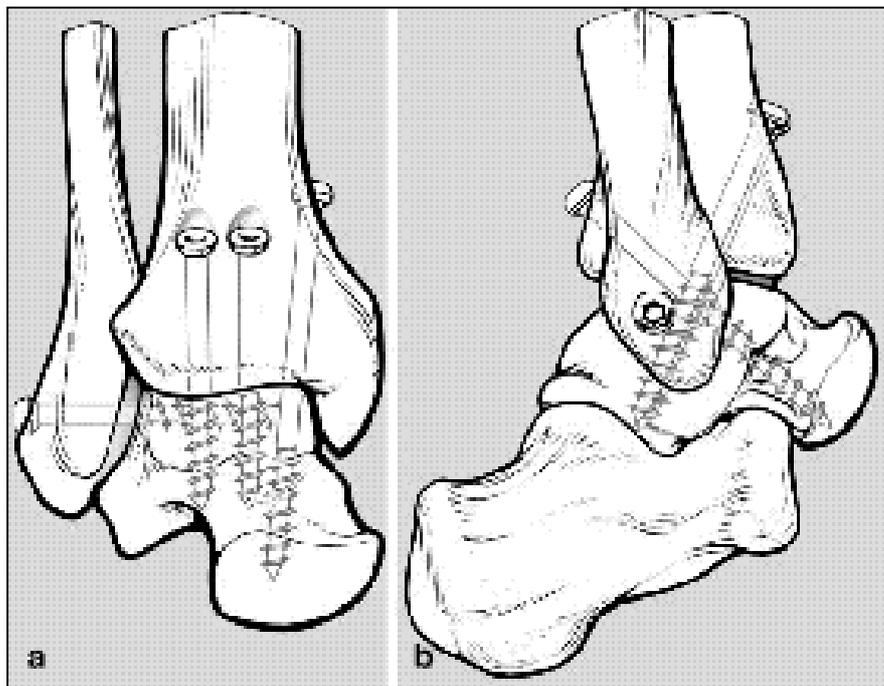


Abb. 5: Vier-Schrauben-Technik nach ZWIPP [83]

Müller et al. verwenden zwei gekreuzte Schrauben, welche bei zweifelhafter Stabilität mit einer Antirrotationsplatte von ventral augmentiert werden. Bei der Schraubenpositionierung ist darauf zu achten, daß diese nicht im Arthrodesespalt kreuzen und das untere Sprunggelenk nicht tangieren. Zahlreiche weitere Modifikationen sind bekannt [53,82].

Als Kontraindikationen für die interne Kompressionsarthrodese mittels Zugschrauben gelten die fortgeschrittene Osteoporose sowie das Vorhandensein von Osteolysen in

Zusammenhang mit Infekten oder arteriellen Durchblutungsstörungen. In solchen Fällen ist die Kompressionsarthrodese unter Verwendung des Fixateur externe indiziert [33,82,83].

Die Stellung des Fußes nach Arthrodese hat einen signifikanten Einfluß auf das spätere Ergebnis [57]. Die Angaben in der Literatur sind hierzu weitgehend einheitlich. Empfohlen wird die Neutralstellung bis maximal 5° Spitzfuß, ca. 5° Valgisierung sowie eine Außenrotation des Fußes von 5-10°. Der Fuß sollte gegen den Unterschenkel um ca. 10 mm zurückversetzt werden. In dieser Stellung lassen sich die Langzeitfolgen der segmentalen Blockierung auf die übrigen Gelenke, insbesondere die degenerative Progression im Subtalargelenk, minimieren sowie ein bestmögliches Gangbild erzielen. Durch die Rückversetzung des Fußes ergeben sich außerdem günstigere Hebelverhältnisse im Arthrodesenbereich [4,5,30,53,56,71,78,82].

Diesem Prinzip widersprechen nur wenige Autoren [27].

Die arthroskopische Arthrodesierung und die Minimierung des Zugangstraumas durch Miniarthrotomie stellen interessante Alternativen für die Arthrodese im Bereich des oberen Sprunggelenks dar, sind jedoch nur solchen Fällen vorbehalten, bei denen die Gelenkkonturen weitgehend erhalten sind und größere Achskorrekturen intraoperativ nicht notwendig werden [21,53,55,80,83]. Über gute und sehr gute Ergebnisse bei entsprechender Indikationsstellung wird in der Literatur berichtet [26].

Bei den **ARTHRODESEN DES UNTEREN SPRUNGGELLENKS**, das aus mehreren Teilgelenken besteht, unterscheidet man zunächst nach dem versteiften Gelenkanteil eine subtalare, eine talonavikulare und eine calcaneocuboidale Arthrodese. Jede Form der Kombination der Teilversteifungen ist möglich. Die Arthrodese aller drei Kompartimente wird als Triplearthrodese bezeichnet [59,82].

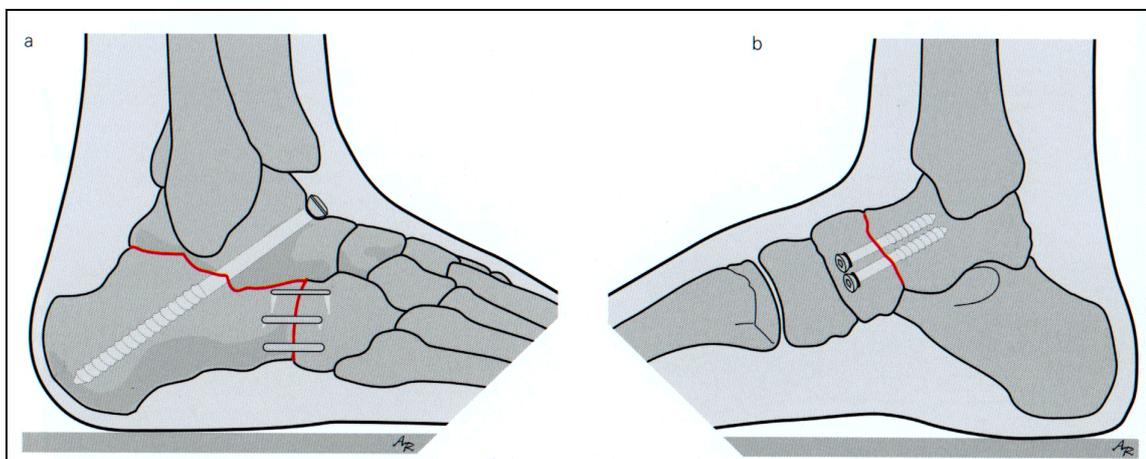


Abb. 6: Triple-Arthrodese a Ansicht von lateral b Ansicht von medial [82]

Nach dem Wirkprinzip unterscheidet man im wesentlichen Resektionsarthrosen (z.B. nach LAMBRINUDI), Verriegelungsarthrosen (z.B. nach GRICE) und Kompressionsarthrosen [5].

Im folgenden soll beispielhaft nur die subtalare Kompressionsarthrose näher erläutert werden, da sie die häufigste isolierte Arthrose am Rückfuß darstellt und hier vorwiegend bei posttraumatischen Arthrosen nach Calcaneusfraktur Anwendung findet [82].

In aller Regel wird die komplette Entknorpelung der Gelenkflächen bis in die subchondrale Spongiosa durchgeführt [20,59].

Die Art der Fixation ist ausschließlich intern. Zur Anwendung gelangen verschiedenste Osteosynthesematerialien wie Klammern, Schrauben, Kirschner-Drähte [59].

Auch im Bereich des unteren Sprunggelenks stellen Schrauben die Materialien der ersten Wahl dar [68].

Meist wird die Verwendung von zwei Zugschrauben empfohlen [33]. Die Einbringungstechnik weist ebenfalls zahlreiche Modifikationen auf.

Eine beispielhafte Darstellung findet sich in Abbildung 7.



Abb. 7: Schraubenarthrodese des unteren Sprunggelenks [41]

Zwipp beschreibt die Darstellung und Entknorpelung des Subtalargelenks über einen Ollier-Zugang. Die Platzierung der ersten Schraube erfolgt vom Übergang Corpus/Collum tali perpendicular zum Subtalargelenk in das laterale Fersenbein. Die zweite Schraube wird parallel dazu medialseitig vom Talushals in den medialen Anteil des Calcaneus eingebracht [83].

Thermann et al. empfehlen die Schraubeneinbringung entgegengesetzt von kaudal nach kranial, da so ein geringeres Risiko für Sehnen-, Gefäß- und Nervenverletzungen besteht.

Außerdem wird optional eine dritte Schraube verwendet [72].

Die Anlagerung autologer Spongiosa wird von den meisten Autoren empfohlen [59].

Zahlreiche weitere Modifikationen sind beschrieben [82].

Bei dem nach Calcaneusfraktur häufig bestehendem "lateral buldge" und dem dadurch bedingten peronealen Impingement, wird zur Besserung des Outcomes nach Arthrodese das laterale Release der Peronealsehnen mit Abtragung des "lateral buldge" in gleicher Sitzung empfohlen [72].

Vorzugsweise nach Calcaneusfrakturen mit Gelenkflächenimpression kommt es zu Varus- oder Valgusfehlstellungen im Rückfußbereich sowie zur Abflachung des Tubergelenkwinkels. Bei somit zusätzlich notwendig werdender Rückfußkorrektur ist die Einbringung eines kortikospongiösen Beckenkammspanes in entsprechender Position indiziert [74,82,83]. Bei der Einstellung einer jeden Arthrodese am unteren Sprunggelenk müssen demnach die talometatarsale Achse (Dorsalflexion des Talus) sowie die Rückfußachse genau beachtet werden.

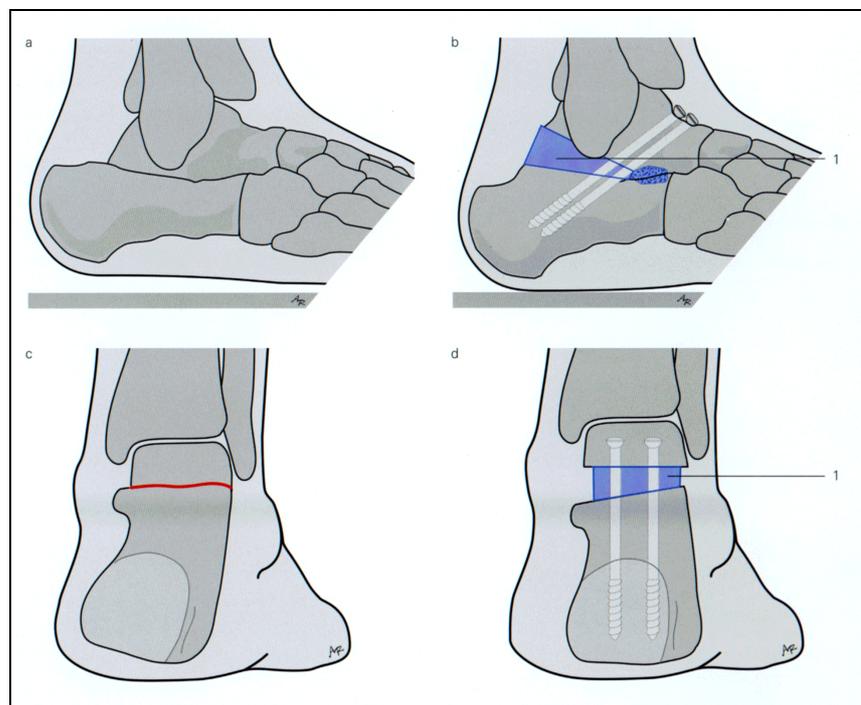


Abb. 8: Arthrodese mit Korrektur der Rückfußachse [82]

a,c präoperativ, b,d postoperativ, 1 Knochenkeil

Ein Vorteil der isolierten subtalaren Arthrodesese ist, daß die Bewegung insbesondere im Chopart-Gelenk erhalten bleibt, und somit Pro- und Supination des Vorfußes nur wenig eingeschränkt sind [20].

Auch im Bereich des unteren Sprunggelenks ist beim Vorliegen regelrechter Achsenverhältnisse die arthroskopisch assistierte in situ-Arthrodesese als gute und für den Patienten komfortable Alternative beschrieben [80].

1.4.4 Komplikationen

Mögliche Komplikationen nach Arthrodeseseoperationen im Bereich der Sprunggelenke sowie deren Häufigkeiten wurden aus der verwendeten Literatur zusammengetragen und werden zusammenfassend in Tabelle II dargestellt [4,5,6,7,13,20,26,31,36,37,44,47,52,53, 56,66,70, 71,72, 79].

Tab.II: Komplikationen nach Sprunggelenksarthrodesen und ihre Häufigkeit

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Sekundärarthrose in benachbarten Gelenken 38% (4%-100%)- Postoperative Wundheilungsstörung 11% (4%-28%)- Pseudarthrose 8% (3%-16%)- Postoperative Fehlstellung 6% (2%-11%)- Stressfrakturen 5% (3%-9%)- Postoperative Osteomyelitis 4% (2%-9%) |
|---|

Allgemein läßt sich feststellen, daß die Komplikationsraten bei Anwendung der internen Fusionstechniken deutlich unter denen bei Anwendung externer Fusionstechniken liegen [71].

Als für Komplikationen lokal prädisponierende Faktoren gelten offene Frakturen mit erheblichem Weichteilschaden, Dystrophie, lokale Durchblutungsstörungen, Infekte und Unzulänglichkeiten in der technischen Ausführung. Allgemeine Risikofaktoren stellen der Diabetes mellitus, Durchblutungsstörungen, die Osteoporose und die Einnahme von Steroiden dar [4,19,49,23].

1.4.5 Nachbehandlung

In der Nachbehandlung der Arthrodesen besteht in der Literatur keine Einigkeit hinsichtlich einer primären Belastbarkeit.

So wird durch manche Autoren die gipsfreie frühfunktionelle Therapie unter Entlastung oder Teilbelastung des entsprechenden Beines propagiert [27,68,72,74,83], während andere eine mindestens 6- bis 12-wöchige Gipsimmobilisation empfehlen [5,30,59,81,82].

Bauer et al. verwenden nach interner Arthrodesese am oberen Sprunggelenk zunächst eine Unterschenkelgipsschiene für zwei Wochen. Nachfolgend kann bei stabiler Arthrodesese und kooperativen Patienten die frühfunktionelle Nachbehandlung mit Bodenkontakt des Fußes begonnen werden. Ab 7. postoperativer Woche wird ein Unterschenkelgehgips für weitere drei bis sechs Wochen angelegt. Danach ist die Vollbelastung in entsprechend zugerichtetem Schuhwerk (Längenausgleich, Abrollhilfe) möglich [4].

Thermann et al. behandeln gipsfrei frühfunktionell bei Arthrodesen des oberen Sprunggelenks mit 15 kg Teilbelastung. Nach Abschluß der Wundheilung erfolgt die weitere Mobilisation für sechs Wochen im Therapieschuh bei 30 kg Teilbelastung [71].

Bei stabiler Arthrodesese des unteren Sprunggelenks favorisieren Thermann et al. ebenfalls eine gipsfreie frühfunktionelle Nachbehandlung mit einer Teilbelastung von 15 kg. Nach Abschluß der Wundheilung sollte der Patient für sechs Wochen mit einem Therapieschuh (z.B. Variostabil) versorgt werden. Die Teilbelastung von 15 kg wird ebenfalls für sechs bzw. bei schlechter Knochensubstanz oder Verwendung eines Knochenspanes für 12 Wochen beibehalten. Danach folgt eine zügige Belastungssteigerung bis hin zur Vollbelastung [72].

Nach Arthrodesese am unteren Sprunggelenk empfehlen Rehart et al. eine sechswöchige Gipsimmobilisation, die dann für weitere sechs Wochen auf einen Gehgips umgestellt werden kann. Später erfolgen die Einlagenversorgung und eine entsprechende Schuhzurichtung [59].

Insgesamt hat sich die Nachbehandlung in erster Linie an der verwendeten Methode und der Stabilität der Arthrodesese zu orientieren.

1.4.6 Ergebnisse in der Literatur

Einige Erfahrungen aus der Literatur sollen nicht unerwähnt bleiben (siehe auch Tab. III).

Chen et al. empfehlen die Arthrodesese des oberen Sprunggelenks unter Verwendung zweier gekreuzter Schrauben und teilweiser Kombination mit einem ventralen Verschiebespan als gute und effektive Methode. Sie untersuchten 40 Patienten. 95 % wiesen eine vollständige knöcherne Konsolidierung auf. Die klinischen Ergebnisse zeigten bei 90 % gute und sehr gute Ergebnisse [16].

Wülker et al untersuchten klinisch und radiologisch 79 Patienten, an denen 82 Arthrodesen an oberem und unterem Sprunggelenk unter Verwendung unterschiedlicher Implantate

durchgeführt wurden. Dabei fanden sie eine Verbesserung des subjektiven Schmerzscore und des allgemeinen Funktionsscores. Eine vollständige knöcherne Durchbauung zeigte sich bei 59 %. In 52 % fanden sich Sekundärarthrosen [81].

Kitaoka et al. untersuchten 19 Patienten mit Arthrodesen im Bereich des oberen und/oder unteren Sprunggelenks nach Arthrose bei posttraumatischer Osteonekrose des Talus. Bei 13 Patienten wurde eine externe Fixation, bei 4 Patienten eine interne Fixation durchgeführt. Bei 2 Patienten wurde auf eine osteosynthetische Fixation verzichtet. 68 % der Nachuntersuchten zeigten gute und sehr gute Ergebnisse, mäßige und schlechte Resultate fanden sich bei jeweils 16 % [37].

Pfahler et al. untersuchten 20 Patienten mit 21 Arthrodesen am oberen Sprunggelenk. 14 waren intern mittels Schrauben und 7 extern durch Fixateur stabilisiert. Die Langzeitergebnisse zeigten nahezu unabhängig von der Fixationsmethode in 81% sehr gute und gute Ergebnisse, wobei die knöcherne Durchbauung bei interner Fixation deutlich früher nachweisbar war. Auch ist die postoperative Komplikationsrate bei interner Fixation geringer [57].

Dahm et al. beschreiben bei 68% von 25 Patienten sehr gute und gute sowie bei 24% mäßige Ergebnisse für die subtalare Kompressionsarthrodese unter Verwendung nur einer Schraube. In 96% der Fälle wird die knöcherne Konsolidierung erreicht [17].

Amendola et al. heben neben anderen Autoren besonders hervor, daß nach Calcaneusfrakturen ein wesentliches Problem in der verminderten Calcaneushöhe und der gleichzeitigen Verbreiterung besteht. Dem hierdurch bedingten Peronealsehnenimpingement versuchten sie durch eine besondere Arthrodesetechnik entgegenzuwirken. Unter Verwendung eines kortikospongiösen Beckenkammspanes, welcher subtalar eingepaßt wird, stellten sie die korrekte Fußhöhe wieder her und erzielten hierbei in 73% gute und sehr gute funktionelle Ergebnisse bei 100% knöcherner Durchbauung im Subtalarbereich [2].

Hauptsächlich wegen Arthrodeseninsuffizienz und in einem Fall wegen einer Talusnekrose führten Anderson et al. bei 20 Patienten Rearthrodesen des oberen Sprunggelenkes unter Verwendung von Schrauben durch und erreichten eine Fusionsrate von 85%. 17 Patienten waren mit ihrem subjektiven „outcome“ zufrieden[3].

Die meisten Autoren ermittelten ihre Ergebnisse mit dem von der American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) empfohlenen Ankle-Hindfoot-Score, welcher durch Kitaoka inauguriert wurde. Eine vergleichende Übersicht bietet Tabelle III.

Tab.III: Ergebnisse in der Literatur

Autor	Arthrodesenart und -zahl	Konsol. rate	Komplikationen	Anschl. arthrose	Subj. Zufried.	Ergebnisse AOFAS
LIENER (Ulm 1999)	21 tibioalcaneare Arthrodesen	100%	39% (2 WHS, 2 AI, 2 SF, 1 USA)	100 %	66%	67% (sehr)gut 22% befried. 11% schlecht
GRASS (Dresden 1998)	17 Schraubenarthrodesen OSG	100 %	12 % (1 WHS, 1 NL)	k.A.	k.A.	95% (sehr)gut 5% befried. 0% schlecht
MANN (Oakland 1998)	81 Schraubenarthrodesen OSG	88 %	27% (12 WHS, AI)	k.A.	89 %	22% sehr gut ~ 74 Pkt.
CHEN (Taiwan 1996)	42 Schraubenarthrodesen OSG	95 %	15 % (2 WHS, 2 AI, 1 RD, 1 FS)	k.A.	k.A.	90% (sehr)gut 5% befried. 5% schlecht
PATTERSON (Cleveland 1997)	27 Verschiebespanarthrodesen OSG	95 %	33 % (1 WHS, 1 AI, 5 SB)	k.A.	k.A.	92% (sehr)gut 4% befried. 4% schlecht
LEVINE (Baltimore 1997)	23 Schrauben- u. Fixateur externe-Rearthrodesen OSG	91 %	26% (1 WHS, 3 AI, 2 RD)	4 %	83 %	17% (sehr)gut 61%befried. 22% schlech
KITAOKA (Minnesota 1998)	19 Schrauben- u. Fixateur externe-Arthrodesen OSG+USG	84 %	21% (1 WHS, 2 FS, 1 SF)	21 %	k.A.	68% (sehr)gut 16% befried. 16% schlecht
THERMANN (Hannover 1999)	40 Schraubenarthrodesen USG (subtalar)	97 %	20% (6 WHS, 1 AI, 1 TI)	62 %	84 %	~67 Pkt.
REHART (Frankfurt 1999)	23 Schrauben- u. Klammerarthrodesen USG	96 %	35% (4 WHS, 2 TI, 1 AI, 1 RD)	k.A.	k.A.	~64 Pkt.
TIEMANN (Bochum 1998)	27 Schraubenkorrekturarthrodesen USG (subtalar)	100%	7% (2 WHS)	k.A.	k.A.	~76 Pkt.
DAHM (Minnesota 1998)	25 Schraubenarthrodesen USG (subtalar)	96 %	12% (1 WHS, 1 AI, 1 RD)	20 %	88 %	68% (sehr)gut 24% befried. 8% schlecht
BEDNARZ (Michigan 1997)	29 Arthrodesen USG (subtalar) mit Knochenblock	86 %	28% (4 AI, 2 FS, 1 SF, 1 NL)	k.A.	96 %	65% (sehr)gut 14% befried. 21% schlecht ~75 Pkt.
HADDAD (Baltimore 1997)	29 Schraubenrevisionsarthrodesen USG (Triple)	93 %	39% (7 WHS, 1 TI, 2 AI, 1 FS)	k.A.	78 %	~ 59 Pkt.

(In Tabelle III verwendete Abkürzungen: AOFAS = American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AI = Arthrodeseninsuffizienz, FS = Fehlstellung, NL = Nervenläsion, RD = Reflexdystrophie, SB = Spanbruch, SF = Stressfraktur, TI = tiefer Infekt, USA = Unterschenkelamputation, WHS = Wundheilungsstörung)

2. Patientenkollektiv und Methode

2.1 Patienten

Im Zeitraum von 7/1994 bis 12/1999 führten wir in unserer unfallchirurgischen Klinik bei 47 erwachsenen Patienten (7 Frauen, 40 Männer) 48 Arthrodesen im Bereich von oberem und/oder unterem Sprunggelenk durch.

Zur klinischen und radiologischen Nachuntersuchung konnten 41 Patienten (5 Frauen, 35 Männer) mit 41 Arthrodesen eingeladen und untersucht werden. Die restlichen 6 waren entweder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung unbekannt verzogen (n=2) oder infolge einer chronischen Osteomyelitis unterschenkelamputiert (n=3). 1 Patientin war an einem internistischen Leiden verstorben.

2.2 Auswertung anhand der Krankenakten

Nach Erstellung eines Datenerhebungsbogens (siehe Tabelle IV) erfolgte zunächst die Auswertung der stationären Krankenakten, die von allen 47 Patienten zur Verfügung standen.

Im Vordergrund stand neben der Erfassung einiger persönlicher Daten die Erhebung der Unfall- und Behandlungsdaten sowie der Angaben zur Arthrodesindikation und deren technischer Durchführung.

Tab.IV: Datenerhebungsbogen zur Krankenaktenauswertung

A: Angaben zur Person

Geschlecht (männl.=1,weibl.=2) :
Geburtsdatum :
Beruf :

B: Unfalldaten

Unfalldatum :
Unfallursache :
(Beruf=1,Verkehr=2 Sport=3,Haus=4,Sonstige=5)
Verletzungsart :
(US-Fraktur=1, Pilonfr.=2,OSG-Fraktur=3,Talusfr.=4,
Calcaneusfr.=5,Sonstige=6)

Sonstiges (offene Fraktur=1,Begleitverletzung=2,Polytrauma=3):

C: Behandlungsdaten

Zeitraum Unfall / Behandlungsbeginn (Tage) :

Art der Behandlung (konservativ=1,operativ=2) :

Begleiterkrankungen :
(Diabetes=1,art.Durchblutungsstörung=2,Rheuma=3,Sonstige=4,
Keine=5)

D: Arthrodesedaten

Lokalisation (OSG=1,USG=2,OSG+USG=3) :

Indikation :
(posttr.Arthr.=1,chron.posttr.Osteomyel.=2,prim.Arthrodesese=3,
Sonst.=4)

Arthrodesedatum :

Alter zum Arthrodesesezeitpunkt :

E: Operationsdaten

Technik :
(Resektion,offen=1,Entknorp.,offen=2,Kompr.,perkutan=3,
Sonstige=4)

Plastik (Spongiosa=1,Span=2,Keine=3) :

Osteosynthesematerial :
(Schrauben=1,Fix. ext.=2,Platte=3,Sonstige=4)

Nachbehandlung :
(Entlastung=1,Teilbelastung=2,Vollbelastung=3)

Komplikationen :
(Wundinfekt=1,Osteitis=2,Insuffizienz=3,Sonstige=4,Keine=5)

2.3 Ergebnisse aus der Krankenaktenauswertung

Im Folgenden sollen zunächst die Ergebnisse der Krankenaktenauswertung dargelegt und veranschaulicht werden.

2.3.1 Allgemeine Angaben

Das Alter der Patienten betrug zum Operationszeitpunkt durchschnittlich 43 (19 bis 79) Jahre.

18 Patienten erhielten eine Arthrodesen im oberen Sprunggelenk, 20 wurden im unteren und 8 Patienten sowohl im oberen als auch im unteren Sprunggelenk einer Seite versteift (Double-Arthrodesen). 1 Patient erhielt auf der linken Seite eine OSG-, auf der rechten Seite eine USG-Arthrodesen.

Bei den nachuntersuchten 41 Patienten finden sich 16 Arthrodesen des oberen, 18 Arthrodesen des unteren und 7 Arthrodesen von oberem und unterem Sprunggelenk (siehe Tabelle V). Die Nachuntersuchung fand im Durchschnitt 29 (6-65) Monate nach Durchführung der Arthrodesen statt.

Tab.V: Zusammensetzung des nachuntersuchten Patientenkollektives

	OSG n=16 (39%)	USG n=18 (44%)				OSG+USG n=7 (17%)			Summe n=41 (100%)
Untergruppen	keine	subtalar	talonavicular	subtal.+calc.cub.	Triple	Double	fibio calcaneal	OSG+subtal.+calc.cub.	
		12	2	3	1	4	2	1	

2.3.2 Unfallursachen

Es konnten insgesamt 25 Arbeitsunfälle als häufigste Unfallursache ausgemacht werden, wobei es sich zumeist um Stürze aus größerer Höhe handelte. In der Häufigkeit folgen 14 Verkehrsunfälle, 4 häusliche Unfälle und 3 sonstige Unfälle, bei denen es sich um zwei Freizeitunfälle und einen Fenstersturz handelte. Sportliche Betätigung war nur in einem Fall als Unfallursache zu verzeichnen. Das Diagramm in Abbildung 9 zeigt die prozentuale Verteilung der angegebenen Unfallursachen.

Tab.VI: Unfallursachen

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Beruf	9	47,37	13	61,90	4	50,0	26	54,17
Verkehr	5	26,22	6	28,57	3	37,5	14	29,17
Sport	1	5,26	0	0	0	0	1	2,08
Haus	3	15,79	1	4,76	0	0	4	8,33
Sonstige	1	5,26	1	4,76	1	12,5	3	6,25
Summe	19	100	21	100	8	100	48	100

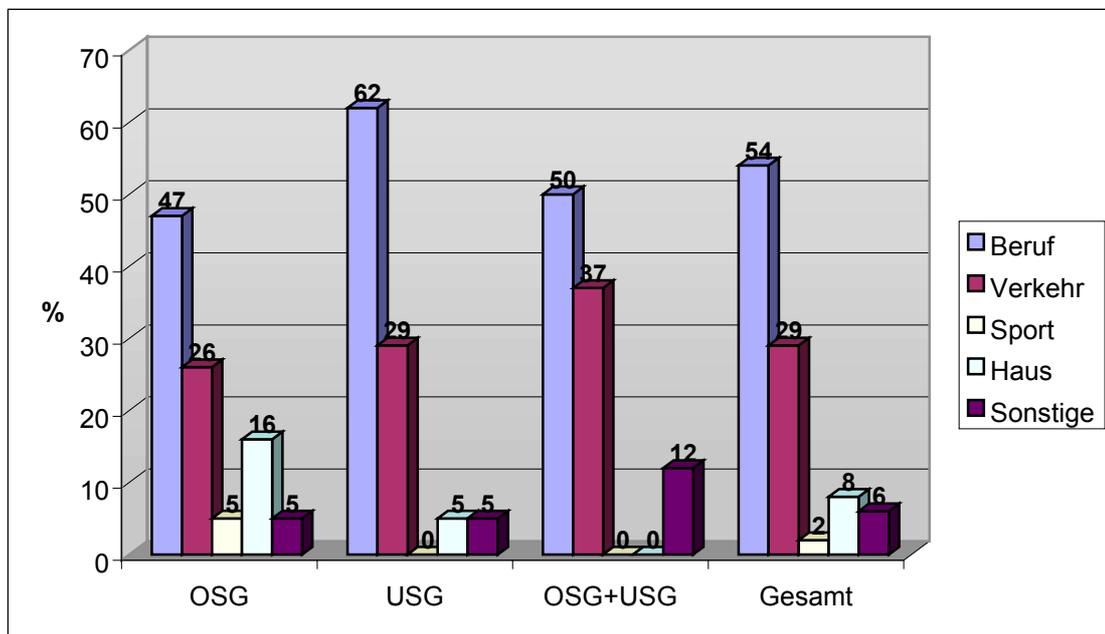


Abb. 9: Unfallursachen

2.3.3 Primärverletzung

Bei den Primärverletzungen spielten im Bereich des unteren Sprunggelenks die Calcaneusfrakturen mit 21 Fällen die größte Rolle. Alle anderen aufgeführten Verletzungsarten waren etwa gleich häufig vertreten. Im Einzelnen handelte es sich um 7 Pilonfrakturen, 6 Unterschenkelfrakturen, 6 Sprunggelenksfrakturen und 5 Talusfrakturen. Unter „Sonstige“ wurden zwei Chopart'sche Luxationsfrakturen und eine Tibiakopffraktur mit Peroneusschaden zusammengefaßt.

Insgesamt lagen in 11 Fällen offene Frakturen vor. Diese Patienten erhielten im späteren Verlauf ausschließlich Arthrodesen des oberen Sprunggelenks. 14 Patienten hatten knöcherner Begleitverletzungen an den unteren Extremitäten. Bei 6 Patienten handelte es sich initial um ein Polytrauma.

Einen Überblick über die prozentuale Verteilung der Primärverletzungen geben Tabelle VII und das Diagramm in Abbildung 10.

Tab.VII: Primärverletzungen

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Unterschenkelfraktur	4	21,05	0	0	2	25,0	6	12,5
Pilonfraktur	7	36,84	0	0	0	0	7	14,58
OSG-Fraktur	6	31,58	0	0	0	0	6	12,5
Talusfraktur	1	5,26	1	4,76	3	37,5	5	10,42
Calcaneusfraktur	0	0	18	85,71	3	37,5	21	43,75
Sonstige	1	5,26	2	9,52	0	0	3	6,25
Summe	19	100	21	100	8	100	48	100

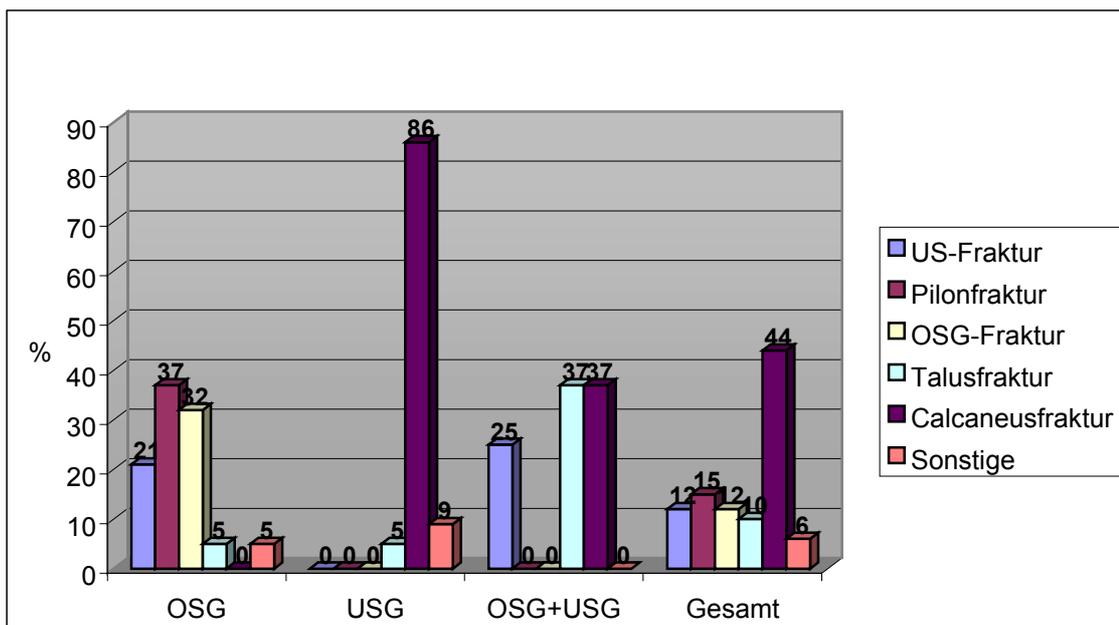


Abb. 10: Primärverletzungen

2.3.4 Primärversorgung

Bei der Primärbehandlung der entsprechenden Verletzungen nach stattgehabtem Trauma überwiegt die operative Therapie in Form der Osteosynthese (34 Fälle) und primären Arthrodesen (6 Fälle) bei weitem die konservative Therapie (8 Fälle).

In 4 Fällen gelangten die Patienten durch eigenes Zögern erst Wochen nach dem ursächlichen Unfallereignis in medizinische Behandlung.

Die konservative Therapie erfolgte in aller Regel durch Immobilisation nach ggf. erfolgter geschlossener Frakturposition.

Eine Aufschlüsselung der operativ und konservativ behandelten Verletzungen in den Untergruppen zeigt Tabelle VIII.

Tab.VIII: Behandlung der Primärverletzung

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Operativ durch Osteosynthese	14	73,68	15	71,43	5	62,5	34	70,83
Operativ durch Primärarthrodese	2	10,53	2	9,52	2	25,0	6	12,5
Konservativ	3	15,79	4	19,05	1	12,5	8	16,66
Summe	19	100	21	100	8	100	48	100

2.3.5 Indikation zur Arthrodese

Bei den zur Indikationsstellung führenden Unfallfolgen (siehe Tab.IX u. Abb.11) überwog in allen drei Gruppen die posttraumatische Arthrose mit insgesamt 32 Fällen.

Außer der posttraumatischen Arthrose spielten folgende Indikationen eine Rolle:

Im Bereich des oberen Sprunggelenks erfolgten zwei Arthrodesen primär wegen offener Pilontrümmerfraktur bzw. Talusluxationsfraktur. Eine Arthrodese wurde wegen einer posttraumatischen Osteitis durchgeführt. Sonstige Indikationen waren eine fixierte Spitzfußstellung, ein nicht beherrschbarer Weichteilinfekt, eine fehlgeschlagene interne Osteosynthese nach komplizierter Fraktur und eine Achsenfehlstellung nach Osteosynthese. Im Bereich des unteren Sprunggelenks wurden zwei Arthrodesen primär wegen komplexer Fußwurzelluxationsfrakturen durchgeführt. Zwei Arthrodesen erfolgten wegen posttraumatischer Osteitis nach Calcaneusfraktur.

Als Indikationen, die zur Arthrodese im oberen und unteren Sprunggelenk führten, fand sich neben der posttraumatischen Arthrose eine posttraumatische Osteitis. Eine veraltete dislozierte distale Unterschenkelfraktur mit Weichteilinfekt und eine komplexe Fußverletzung wurden einer Primärarthrodese zugeführt.

Sonstige Indikationen waren zwei Talusnekrosen nach Talusluxations- und/oder Talustrümmerfraktur. In diesen zwei Fällen erfolgte die Versteifung nach teilweiser oder vollständiger Talusextirpation im Sinne einer tibio calcanearen Arthrodese.

Die posttraumatische Arthrose erwies sich mit insgesamt 67% der Fälle als Hauptindikation in unserem Patientenkollektiv.

Tab.IX: Indikationen zur Arthrodesese

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Primärarthrodese	2	10,53	2	9,52	2	25,0	6	12,5
Posttraumatische Arthrose	12	63,16	17	80,95	3	37,5	32	66,66
Posttraumatische Osteitis	1	5,26	2	9,52	1	12,5	4	8,33
Sonstige	4	21,05	0	0	2	25,0	6	12,5
Summe	19	100	21	100	8	100	48	100

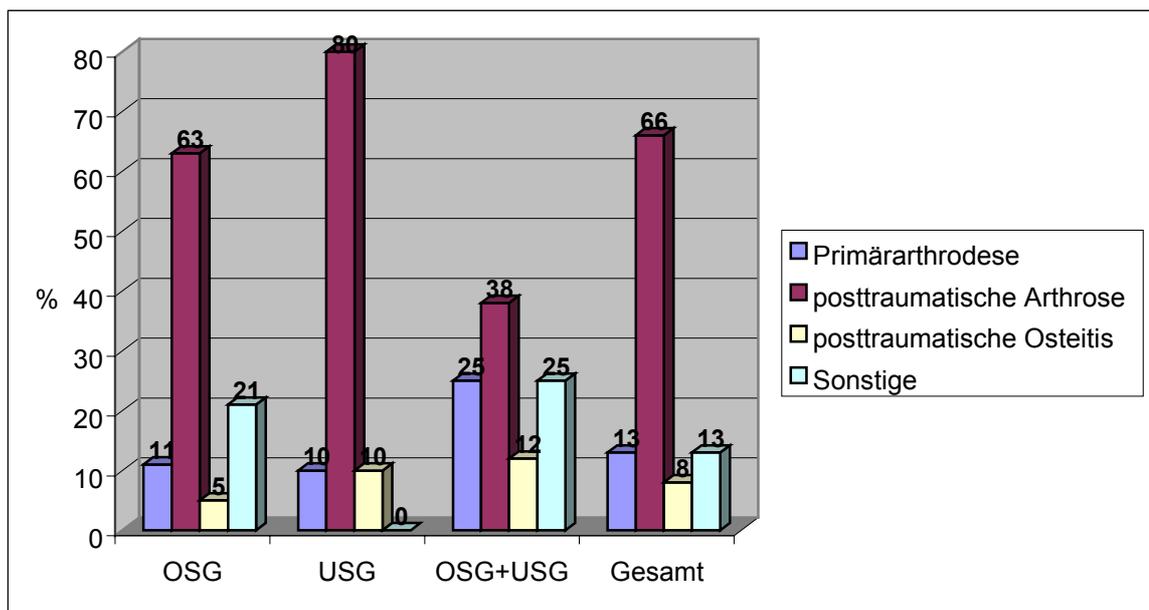


Abb. 11: Indikationen zur Arthrodesese

Die Arthrodeseseoperation erfolgte im Durchschnitt 40 (0-420) Monate nach dem Unfallgeschehen bzw. nach der entsprechenden Primärversorgung.

2.3.6 Arthrodesetechnik

Die Vorbereitung der Gelenkflächen zur Arthrodesese erfolgte in 27 Fällen (~57 %) durch Entknorpelung und in 15 Fällen (~31 %) durch planparallele Resektion, wobei bei den

oberen Sprunggelenken die Gelenkfläche in etwa gleicher Häufigkeit entknorpelt und reseziert wurde, während bei den unteren Sprunggelenken die Entknorpelung bei weitem überwog. In insgesamt 6 Fällen (~12 %) fand keine besondere Gelenkflächenpräparation statt. Hier handelte es sich in erster Linie um Patienten mit bereits spontan eingetretener erheblicher Gelenkflächendestruktion, so dass lediglich eine perkutane Schraubenarthrodese durchgeführt wurde.

Einen Überblick geben Tabelle X und Abbildung 12..

Tab.X: Gelenkflächenpräparation

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Keine	1	5,26	4	19,05	1	12,5	6	12,5
Resektion	10	52,63	1	4,76	4	50,0	15	31,25
Entknorpelung	8	42,11	16	76,19	3	37,5	27	56,25
Summe	19	100	21	100	8	100	48	100

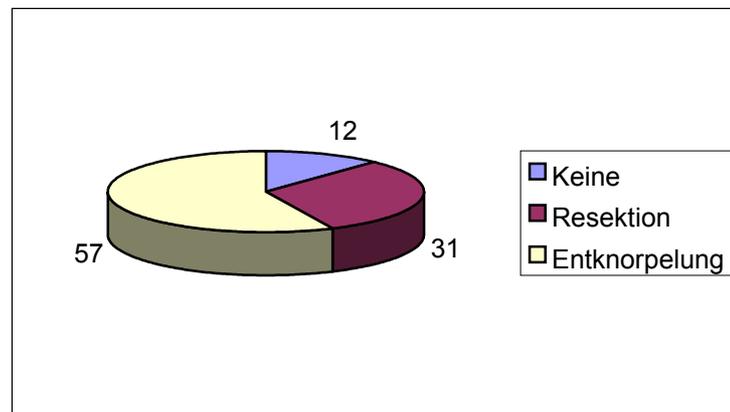


Abb.12: Gelenkflächenpräparation (Angaben in %)

In der überwiegenden Zahl aller Arthrodesen, bei den Arthrodesen im unteren Sprunggelenk ausschließlich, kamen Schrauben als Osteosynthesematerialien zur Anwendung (insgesamt 42 Fälle). Zur stabileren Fixation wurden die Schraubenarthrodesen in vier Fällen mit einer zusätzlichen Platte kombiniert (1 OSG, 1 USG, 2 OSG+USG). In fünf Fällen wurde ein Fixateur externe zur Arthrodesenfixation verwendet. Hierbei handelte es sich um zwei Patienten mit posttraumatischer Talusnekrose nach Talustrümmerfraktur, um zwei Patienten mit schwerem posttraumatischem Infekt nach offener Pilon- bzw. OSG-Fraktur sowie um einen Patienten mit Primärarthrodese bei Pilontrümmerfraktur mit

erheblicher Gelenkflächendestruktion. Der Fixateur externe ist somit in unserem Patientenkollektiv als Ausnahmemethode zu werten.

In einem speziellen Fall verwendeten wir einen retrograd eingebrachten UFN zur Versteifung von oberem und unterem Sprunggelenk bei einem 79-jährigen multimorbiden Patienten mit distaler Unterschenkelfraktur, der erst zwei Wochen nach dem Unfallereignis mit schwerem Weichteilschaden zur Versorgung gelangte.

In Tabelle XI sind die Anwendungshäufigkeiten der entsprechenden Fixationsmethoden in den drei Untergruppen dargestellt.

Tab.XI: Fixationsmethoden

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Verschraubung	16	84,21	21	100,0	5	62,5	42	87,5
Fixateur externe	3	15,79	0	0	2	25,0	5	10,42
Sonstige	0	0	0	0	1	12,5	1	2,08
Summe	19	100	21	100	8	100	48	100

In etwa gleicher Häufigkeit wurde in allen drei Gruppen eine Spongiosaplastik durchgeführt (insgesamt 25 Fälle) bzw. auf eine solche verzichtet (insgesamt 20 Fälle, siehe Tab.XII). Eine kortikospongiöse Spanplastik kam in insgesamt drei Fällen am unteren Sprunggelenk zur Anwendung, in denen eine Achsenkorrektur des Calcaneus notwendig war.

Insgesamt wurde in 58% der Fälle ein autologes Knochentransplantat als Interponat in den Gelenkspalt eingebracht.

Tab.XII: Autologe Knochentransplantation

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Spongiosaplastik	11	57,89	11	52,38	3	37,5	25	52,08
Spanplastik	0	0	2	9,52	1	12,5	3	6,25
Ohne	8	42,11	8	38,10	4	50,0	20	41,67
Summe	19	100	21	100	8	100	48	100

2.3.7 Nachbehandlung

Die Nachbehandlung wurde in insgesamt 26 Fällen unter initialer vollständiger Entlastung des operierten Beines durchgeführt. In 22 Fällen wurde unmittelbar postoperativ mit Teil- oder Vollbelastung des operierten Beines mobilisiert. Hierzu wurde bei 17 Patienten eine Gehorthese (Walker) verordnet oder ein Gehgips/-cast angelegt.

Tabelle XIII zeigt die Nachbehandlung in den einzelnen Gruppen und die zugehörige prozentuale Verteilung.

Tab.XIII: Nachbehandlung

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Entlastung	11	57,89	11	52,38	4	50,0	26	54,17
Teilbelastung	7	36,84	5	23,81	1	12,5	13	27,08
Vollbelastung	1	5,26	5	23,81	3	37,5	9	18,75
Summe	19	100	21	100	8	100	48	100

2.3.8 Komplikationen

Der postoperative Verlauf gestaltete sich bei insgesamt 32 Arthrodesen (66%) komplikationsfrei.

Bei 16 Arthrodesen (34%) kam es zu Komplikationen im weiteren Verlauf.

Die insgesamt 7 postoperativen Wundinfektionen heilten unter lokaler antiseptischer Therapie problemlos aus. Bei drei Patienten mit posttraumatischer Osteitis bzw. Osteomyelitis machte sich bei persistierender Entzündung trotz intensiver Therapiemaßnahmen eine Unterschenkelamputation notwendig. Ein tiefer Infekt konnte mittels Peroneus brevis - Schwenklappen saniert werden.

Aufgrund von 5 durch Materiallockerung bzw. Pseudarthrosenbildung aufgetretenen Arthrodeseninsuffizienzen machten sich entsprechend fünf Rearthrodesen erforderlich, von denen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 4 knöchern durchbaut waren .

Die detaillierte Komplikationsverteilung ist der Tabelle XIV und Abbildung 13 zu entnehmen.

Tab.XIV: Komplikationen nach Arthrodeseooperation

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Postoperativer Wundinfekt	2	10,53	2	9,52	3	37,5	7	14,58
Arthrodesenin-Suffizienz	1	5,26	3	14,29	1	12,5	5	10,42
Persistierende Osteitis	2	10,53	2	9,52	0	0	4	8,33
Keine	14	73,68	14	66,67	4	50,0	32	66,67
Summe	19	100	21	100	8	100	48	100

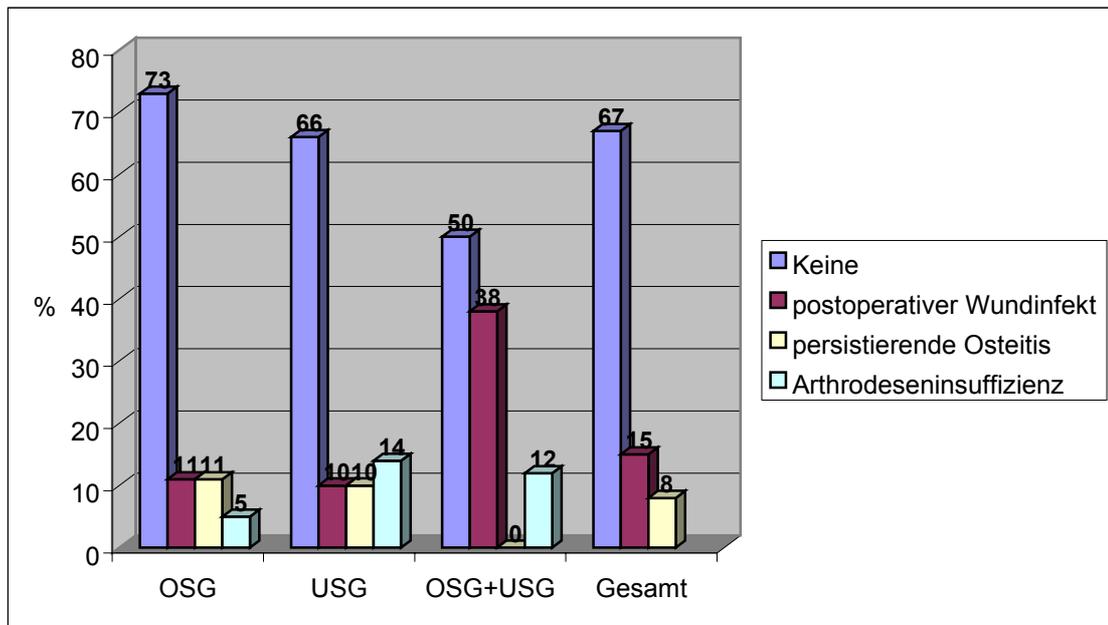


Abb. 13: Komplikationen nach Arthrodeseooperation

2.4 Nachuntersuchung

Alle Patienten wurden angeschrieben und zu einer Nachuntersuchung eingeladen, die im Wesentlichen aus 3 Abschnitten bestand. Die Nachuntersuchungsdaten wurden ebenfalls mittels eines selbst erstellten Nachuntersuchungsbogens erfaßt (siehe Tab.XV).

Tab.XV: Datenerhebungsbogen zur Nachuntersuchung

A: Stammdaten

Patientennummer :
 Nachuntersuchungsdatum :
 Körpergröße in cm :
 Körpergewicht in kg :

B: Patientenbefragung

Situation durch Arthrodese gebessert? (ja=1,nein=2) :

Schmerzen? vor/nach Arthrodese :
 (keine=1,gering/gelegentlich=2,mäßig/täglich=3,stark/immer=4)

Schwellungen? vor/nach Arthrodese :
 (keine=1,gering/gelegentlich=2,mäßig/täglich=3,stark/immer=4)

Schmerzfremde Gehstrecke? vor/nach Arthrodese :
 (>1000m=1,100-1000m=2,<100m=3)

Probleme auf Unebenheiten/Stufen? vor/nach Arthrodese :
 (keine/kaum=1, mäßig=2, stark=3)

Hinken? vor/nach Arthrodese :
 (kein/kaum=1,mäßig=2,stark=3)

Gehhilfen? vor/nach Arthrodese :
 (keine=1, Einlagen=2, orthop. Schuhe=3, Gehstützen=4, Sonstige=5)

Einschränkung im Beruf? vor/nach Arthrodese :
 (keine=1,gering=2,erheblich=3,prä-/postop. nicht berufstätig=4)

Jetziger Beruf :

Einschränkung in der Freizeit? vor/nach Arthrodese :
 (keine=1,gering=2,erheblich=3)

C: Klinischer Befund

Gesamtaspekt des Patienten (normosom=1,hinfällig=2) :

Gangbild mit Schuhwerk :
 Gangbild ohne Schuhwerk :
 (flüssig=1,leicht gestört=2,stark gestört=3)

Arthrodese (fest=1,wackelsteif=2,frei beweglich=3) :

Achsenverhältnisse klinisch :
 (neutral=1,valgisch=2,varisch=3,Spitzfuß=4,Sonstige=5)

Weichteilverhältnisse (unauffällig=1,dystroph=2) :

Funktion benachbarter Gelenke :
 (Dorsal-/Plantarflexion re.OSG: li.OSG:
 Pro-/Supination re.USG: li.USG:)

Fußfunktion (Flexion/Extension) :
 (>30 Grad=1,15-29 Grad=2,<15 Grad=3)

Fußfunktion (Inversion/Eversion) :
 (75-100% der Norm=1, 25-74% der Norm=2, <25% der Norm=3)

Umfangsmaße in cm
 Unterschenkel 15cm unter innerem Kniegelenkspalt re.: li.:
 Unterschenkel kleinster Umfang re.: li.:
 Knöchelregion re.: li.:
 Vorfußballen re.: li.:
 Beinlänge re.: li.:

D: Radiologische Daten

Arthrothesebeurteilung im CT :
 Arthrothesebeurteilung im konv.Röntgen :
 (durchbaut=1,partiell durchbaut=2,nicht durchbaut=3)

Achsenverhältnisse im konv.Röntgen :
 (gut, Fuß plantigrad=1,mäßige Fehlstellung=2, schwere Fehlstellg.=3)

Weitere Befunde im CT :
 Weitere Befunde im konv. Röntgen :
 (Keine=1,Anschlußarthrose=2,Materialfehlage=3,Sonstiges=4)

Welche radiol. Methode ist aussagekräftiger? :
 (CT=1,konv.Rö.=2,gleichwertig=3)

Entspricht der radiol. Befund der klinischen Situation? :
 (ja=1,nein=2)

2.4.1 Gespräch

Zu Beginn einer jeden Nachuntersuchung wurde mit dem Patienten ein ausführliches Gespräch geführt, in welchem über Art und Umfang der Untersuchung informiert wurde. Außerdem wurde eine kurze Anamnese erhoben und eine Befragung des Patienten zur aktuellen Situation durchgeführt. Hierbei ging es insbesondere um Schmerzen, Schwellungszustände, Funktionsbeeinträchtigungen in Beruf und Freizeit sowie um die Frage, ob sich die Situation aus Sicht des Patienten durch die Arthrothese gebessert hat und er mit dem Ergebnis zufrieden sei. Die Notwendigkeit des Tragens orthopädischer Schuhe oder die Verwendung anderer Gehhilfen wurde ebenfalls erfragt.

2.4.2 Klinische Untersuchung

Als erstes wurde der Patient in seiner Gesamtheit betrachtet und sein allgemeiner körperlicher Zustand eingeschätzt. Hiernach erfolgte die Beurteilung des Gangbildes, zunächst mit Schuhwerk dann barfuß. Es schloß sich eine vergleichende Untersuchung beider unterer Extremitäten an, wobei die klinische Untersuchung der Füße im Vordergrund stand. Besonderes Augenmerk wurde auf die Beurteilung der Steifheit des arthrodesierten Gelenks gelegt. Aber auch Achsenverhältnisse, Weichteilbeschaffenheit und die Funktion angrenzender Gelenke wurden kritisch untersucht. Die Ausmessung der Gelenkbeweglichkeit erfolgte nach der Neutral-0-Methode. Die Umfangsmaße im Bereich der Unterschenkel und Füße wurden beidseits an vier korrespondierenden Stellen gemessen und dokumentiert, ebenso die Beinlängen.

2.4.3 Radiologische Untersuchung

Bei allen Patienten wurden konventionelle Röntgenaufnahmen des oberen und unteren Sprunggelenks in 2 Ebenen angefertigt. Hinzu kam fakultativ eine Röntgenaufnahme des gesamten Fußes seitlich. Anschließend führten wir eine Computertomographie der Sprunggelenke beidseits in koronarer Schichtung durch.

Die Auswertung erfolgte in erster Linie unter der Fragestellung der vollständigen knöchernen Konsolidierung im Bereich der Arthrodesese. Weitere wesentliche Gesichtspunkte der Beurteilung stellten die Achsenverhältnis und die Materiallage dar. Begleitbefunde wurden dokumentiert.

Im weiteren wurden die Aussagen, welche durch Computertomographie und konventionelles Röntgen hinsichtlich der knöchernen Durchbauung der Arthrodesese, der Achsenverhältnisse und der Materiallage getroffen werden konnten, verglichen, um so das aussagekräftigere Verfahren zu ermitteln.

Schließlich wurde der radiologische mit dem zuvor erhobenen klinischen Befund verglichen und auf Übereinstimmung geprüft.

2.4.4 Scores

Die erarbeiteten Ergebnisse sollten nun bewertet sowie vergleichbar gemacht werden und wurden deshalb nach passenden Scoresystemen ausgewertet.

Der **Score nach KITAOKA** [35,38] (sieheTabelle XVI) ist ein von der American Orthopaedic Foot and Ankle Society empfohlenes und in der Literatur auch von zahlreichen anderen Autoren [17,27,71,72] verwendetes Scoresystem zur Bewertung von Funktion, Achsenverhältnissen und Schmerzen im Bereich von Fuß und Sprunggelenk.

Es handelt sich um einen klinischen Score, der im Bereich von oberem und unterem Sprunggelenk Anwendung finden kann. Es gehen zu 60 % subjektive und zu 40 % objektive Kriterien in die Bewertung ein. Dem subjektiven Kriterium Schmerz wird eine sehr hohe Wertigkeit (40%) zugesprochen. Die weiteren Kriterien sind im einzelnen der Funktionszustand, die schmerzfreie Gehstrecke, das Gehen auf verschiedenem Terrain, das Gangbild, die Bewegung des Fußes in sagitaler Ebene, die Rückfußbeweglichkeit, die Sprunggelenks- bzw. Rückfußstabilität und die Achsenverhältnisse. Da es sich um einen rein klinischen Score handelt, sind radiologische Kriterien nicht berücksichtigt.

Tab.XVI: Score nach KITAOKA (*ankle-hindfoot-scale*)

Anwendung	: Arthrodesen OSG / USG			
Bereich	: funktionell - klinischer Score			
Subj./Obj.	: 60% / 40%			
Kriterien	:			
1. Schmerz	: kein Schmerz	40	gering / gelegentlich	30
	: mäßig / täglich	20	stark / immer	0
2. Aktivität	: keine Einschränkung / keine Gehhilfen			10
	: Einschränkung Freizeitaktivität / keine Gehhilfen			7
	: Einschränkung Aktivität im täglichen Leben / Gehstock			4
	: generell schwere Einschränkung / Gehstützen, Rollstuhl			0
3. Gehstrecke (schmerzfrei)	: >600 m	5	400-600 m	4
	: 100-300 m	2	<100 m	0
4. Gehuntergrund	: keinerlei Probleme			5
	: leichte Probleme auf Unebenheiten, Treppen, Leitern			3
	: starke Probleme auf Unebenheiten, Treppen, Leitern			0
5. Gangbild	: kein/kaum Hinken	8	mäßiges Hinken	4
	: starkes Hinken	0		
6. Fußbewegung (sagital, Flex.+Ext.)	: >30 Grad	8	15-29 Grad	4
	: <15 Grad	0		
7. Rückfußbewegung (Inversion+Eversion)	: 75-100% der Norm	6	25-74% der Norm	3
	: <25% der Norm	0		
8. OSG/Rückfußstabilität: Stabil (a.p./varus-valgus)		8	Instabil	0
9. Alignment	: gut	10	mäßig	5
	: schlecht	0		
Kriteriengewichtung	: 1. 40%, 2.+9. je 10%, 5.+6.+8. je 8%, 7. 6%, 3.+4. je 5%			

Ergebnisse	: sehr gut	: 90 -100 Punkte
	gut	: 75 - 89 Punkte
	befriedigend	: 60 - 74 Punkte
	schlecht	: 00 - 59 Punkte

Der **Score nach GRUEN und MEARS** [28,40] (siehe Tabelle XVII) ist ein eher selten verwendetes Beurteilungsinstrument. Es handelt sich um einen klinischen und radiologischen Score, der bei allen Arthrodesen im Fußbereich angewendet werden kann, hierbei in seinen Kriterien jedoch relativ wenig differenziert ist. In diesen Score gehen zu 50% subjektive und zu 50% objektive Kriterien ein.

Die Kriterien sind im einzelnen Schmerz, Schwellung, Röntgenbefund und die Notwendigkeit von Gehhilfen. Alle Kriterien dieses Scores haben eine gleichberechtigte Wertigkeit. In unsere Untersuchung wurde er integriert, da in ihn im Vergleich zum Kitaoka-Score auch objektive radiologische Befunde eingehen.

Tab.XVII: Score nach GRUEN/MEARS

Anwendung	:	Arthrodesen im Fußbereich			
Bereich	:	klinischer und radiologischer Score			
Subj./Obj.	:	50% / 50%			
Kriterien	:				
1. Schmerz	:	kein Schmerz	12	gering	8
		mäßig	4	stark	0
2. Schwellung	:	keine	12	gering	8
		mäßig	4	stark	0
3. Röntgenbild	:	komplett konsolidiert	12	partielle Überbrückung	8
		Kallusformation	4	keine Konsolidierung	0
4. Gehhilfe	:	Keine	12	Gehstock	8
		Gehstützen	4	Gehunfähig	0
Kriteriengewichtung	:	alle Kriterien gehen gleichberechtigt zu 25% ein			
Ergebnisse	:	sehr gut	: 42 - 48 Punkte		
		gut	: 35 - 41 Punkte		
		befriedigend	: 28 - 34 Punkte		
		schlecht	: 00 - 27 Punkte		

Aufgrund der Erfahrungen aus der eigenen Untersuchungsserie entschlossen wir uns zu einer Modifikation der beiden oben genannten Scores und nannten diese „HALLE-Score“.

Der **HALLE-Score** (siehe Tabelle XVIII) ist nach der Erfahrung aus der vorliegenden Untersuchung ein sowohl für das obere als auch für das untere Sprunggelenk anwendbarer klinischer und radiologischer Score. Es gehen zu je 50% subjektive und objektive Kriterien ein. Das wesentliche subjektive Kriterium ist unseres Erachtens der Schmerz, durch welchen das Befinden des Patienten reflektiert wird. Das entscheidende objektive Kriterium zur Bewertung der Güte einer Arthrodesen ist nach unserer Meinung die radiologische Untersuchung (in unserem Fall das Computertomogramm). Die Wertigkeit dieser beiden Kriterien untermauern wir mit jeweils 30% Einfluß auf das Gesamtergebnis. Erst dann folgen die weiteren Kriterien Schwellung, schmerzfreie Gehstrecke, Gangbild und Notwendigkeit von Gehhilfen mit einer Wertigkeit von jeweils 10% bezogen auf das Gesamtergebnis.

Tab.XVIII: HALLE – Score

Anwendung	:	Arthrodesen OSG / USG			
Bereich	:	klinischer und radiologischer Score			
Subj./Obj.	:	50% / 50%			
Kriterien	:				
1. Schmerz	:	kein Schmerz	30	gering / gelegentlich	20
		mäßig / täglich	10	stark / immer	0
2. CT	:	Arthrodesen knöchern komplett durchbaut			30
		Arthrodesen knöchern partiell durchbaut			15
		Arthrodesen knöchern nicht durchbaut			0
3. Alignment	:	gut	10	mäßig	5
		schlecht	0		
4. Gehstrecke (schmerzfrei)	:	>1000 m	10	100-1000 m	5
		<100 m	0		
5. Gangbild	:	harmonisch	10	mäßiges Hinken	5
		starkes Hinken	0		
6. Gehhilfen	:	keine	10	gelegentlich	5
		immer	0		
Kriteriengewichtung	:	1. und 2. je 30 % , 3. bis 6. je 10 %			
Ergebnisse	:	sehr gut	:	90 -100 Punkte	
		gut	:	70 - 89 Punkte	
		befriedigend	:	50 - 69 Punkte	
		schlecht	:	00 - 49 Punkte	

2.4.5 Statistik

Aufgrund der Inhomogenität des Untersuchungskollektives und dessen Aufteilung in drei Untergruppen mit jeweils geringer Fallzahl lässt sich eine sinnvolle statistische Erfassung und Bewertung der Ergebnisse nicht realisieren.

Auch in der Literatur finden sich sehr variable Untersuchungskollektive, so dass sich ein wirkliches Vergleichskollektiv nicht anbietet.

Die erarbeiteten Ergebnisse werden deshalb als Trend ohne statistische Signifikanz präsentiert.

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse aus der Patientenuntersuchung

Zur Nachuntersuchung erschienen insgesamt 41 Patienten mit 41 Arthrodesen. Die subjektiven Beschwerden und klinischen sowie radiologischen Untersuchungsergebnisse wurden registriert.

3.1.1 Subjektive Angaben

Im Mittelpunkt der subjektiven Angaben standen Schmerzen und funktionelle Gesichtspunkte.

3.1.1.1 Subjektive Besserung

Insgesamt 29 Patienten (70%) gaben subjektiv eine deutliche Besserung ihrer Situation durch die Arthrodese an und waren mit dem Ergebnis zufrieden. 6 Patienten (15%) waren der Meinung, keinen Benefit von der Arthrodesebehandlung gehabt zu haben. 6 (15%) der nachuntersuchten Patienten konnten hierzu nicht befragt werden, da sie eine primäre Arthrodese unmittelbar posttraumatisch erhalten hatten (siehe auch Tabelle XIX).

Tab.XIX: Subjektive Beschwerdeverbesserung durch die Arthrodese

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	Abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Ja	12	75,0	14	77,78	3	42,86	29	70,73
Nein	2	12,5	1	5,56	3	42,86	6	14,63
Keine Angabe	2	12,5	3	16,67	1	14,29	6	14,63
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

3.1.1.2 Schmerzen und Schwellungen

Schmerzen und Schwellungen wurden im Vergleich zum Zustand vor Arthrodese in deutlich geringerer Häufigkeit und Intensität angegeben.

In insgesamt 27 Fällen (66%) gaben die befragten Patienten nur geringe bzw. keine Schmerzen im Bereich der Sprunggelenke an, 12 mal (29%) wurden mäßige und/oder tägliche Schmerzen angegeben und in 2 Fällen (5%) klagten die Patienten über starke und/oder immer vorhandene Schmerzen.

Die Verteilung der angegebenen Schmerzen in den drei Untergruppen und die dazugehörigen prozentualen Häufigkeiten sind in Tabelle XX dargestellt.

Tab.XX: Schmerzen

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Keine	2	12,5	5	27,78	2	28,57	9	21,95
gering/gelegentlich	8	50,0	9	50,0	1	14,29	18	43,90
mäßig/täglich	5	31,25	4	22,22	3	42,86	12	29,27
stark/immer	1	6,25	0	0	1	14,29	2	4,88
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

Die Befragung nach auftretenden Schwellungszuständen ergab in insgesamt 33 Fällen (81%) keine oder nur geringe Schwellungen. Mäßige und/oder tägliche Schwellungen traten in 8 Fällen (19%) auf. Starke und/oder immer vorhandene Schwellungszustände gab keiner der nachuntersuchten Patienten an (siehe auch Tabelle XXI).

Tab.XXI: Schwellungen

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Keine	3	18,75	7	38,89	1	14,29	11	26,82
gering/gelegentlich	8	50,0	9	50,0	5	71,43	22	53,66
mäßig/täglich	5	31,25	2	11,11	1	14,29	8	19,51
stark/immer	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

3.1.1.3 Schmerzfreie Gehstrecke

Die schmerzfreie Gehstrecke hat nach erfolgter Arthrodesese für den größten Teil der Patienten deutlich zugenommen und lag in insgesamt 28 Fällen (68%) weit über der 1000m-Marke. In 12 Fällen (29%) wurde die schmerzfreie Gehstrecke im Bereich 100-1000m angegeben. Nur ein Patient (3%) aus der Gruppe der Arthrodesen des unteren Sprunggelenks gab eine schmerzfreie Gehstrecke von weniger als 100m an.

Tabelle XXII zeigt die Verteilung im einzelnen.

Tab.XXII: Schmerzfreie Gehstrecke

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
>1000m	10	62,5	14	77,78	4	57,14	28	68,29
100-1000m	6	37,5	3	16,67	3	42,86	12	29,27
<100m	0	0	1	5,56	0	0	1	2,44
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

3.1.2 Klinische Befunde

In der Nachuntersuchung fanden sich insgesamt 39 Patienten in altersgerechtem Allgemeinzustand. 2 Patienten waren vom Gesamtaspekt aufgrund vorhandener Begleiterkrankungen eher als hinfällig zu bewerten.

3.1.2.1 Gangbild

Das Gangbild erwies sich in insgesamt 35 Fällen (85%) als nicht oder nur leicht gestört. 6 mal (15%) wurde ein erheblich gestörtes Gangbild mit deutlichem Hinken registriert (siehe auch Tabelle XXIII).

Tab.XXIII: Gangbild

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Flüssig	5	31,25	12	66,67	3	42,86	20	48,78
leicht gestört	8	50,0	5	27,78	2	28,57	15	36,58
erheblich gestört	3	18,75	1	5,56	2	28,57	6	14,63
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

3.1.2.2 Klinische Festigkeit der Arthrodesen

In insgesamt 36 Fällen (88%) erwies sich die Arthrodesen als klinisch fest. Bei 5 (12%) Arthrodesen wurde klinisch eine Wackelsteife registriert (siehe auch Tabelle XXIV).

Tab.XXIV: Festigkeit der Arthrodese bei klinischer Untersuchung

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Fest	15	93,75	16	88,89	5	71,43	36	87,80
Wackelsteif	1	6,25	2	11,11	2	28,57	5	12,20
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

3.1.2.3 Beweglichkeit der Nachbargelenke

Bezug genommen wurde hierbei auf das der Arthrodese benachbarte obere bzw. untere Sprunggelenk.

Hierbei wiesen insgesamt 17 Nachbargelenke eine freie Beweglichkeit auf. 17 Nachbargelenke waren in ihrer Beweglichkeit zum Teil deutlich eingeschränkt. 7 Nachbargelenke waren steif, wobei es sich in 6 dieser Fälle um Patienten mit einer Double-Arthrodese mit therapeutischer Versteifung von oberem und unterem Sprunggelenk handelt.

Nach Arthrodese des oberen Sprunggelenks zeigten sich in 3/4 der Fälle Bewegungseinschränkungen bzw. Steifheit im Nachbargelenk (USG). Bei den Arthrosen des unteren Sprunggelenks fanden sich hingegen nur in < 1/3 (28%) der Fälle Bewegungseinschränkungen im benachbarten oberen Sprunggelenk. Komplette Einsteifungen des Nachbargelenks (OSG) wurden nicht registriert (siehe auch Tab. XXV).

Tab.XXV: Beweglichkeit der Nachbargelenke

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Frei	4	25,0	13	72,22	0	0	17	41,46
Eingeschränkt	11	68,75	5	27,78	1	14,29	17	41,46
Steif	1	6,25	0	0	6	85,71	7	17,07
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

3.1.3 Radiologische Befunde

Die radiologische Befunderhebung erfolgte sowohl im konventionellen Röntgen als auch im Computertomogramm.

3.1.3.1 Arthrothesebeurteilung im konventionellen Röntgen

In den konventionellen Röntgenaufnahmen des oberen Sprunggelenks und des unteren Sprunggelenks erschienen 33 Arthrothesen (80,5%) vollständig knöchern konsolidiert. 5 Arthrothesen (12%) stellten sich als zumindest partiell knöchern durchbaut dar. In 3 Fällen (7,5%) war keine Konsolidierung zu verzeichnen.

Die detaillierte absolute und prozentuale Verteilung der Konsolidierungsraten im konventionellen Röntgenbild ist Tabelle XXVI zu entnehmen.

Tab.XXVI: Knöcherne Durchbauung der Arthrothese im konventionellen Röntgenbild

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Durchbaut	15	93,75	14	77,78	4	57,14	33	80,49
partiell durchbaut	1	6,25	2	11,11	2	28,57	5	12,19
nicht durchbaut	0	0	2	11,11	1	14,29	3	7,32
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

Es zeigt sich bei den oberen Sprunggelenksarthrothesen konventionell radiologisch eine nahezu komplette Konsolidierungsrate, nämlich in 15 von 16 Fällen (94%). Hingegen finden sich bei den Arthrothesen des unteren Sprunggelenks nur 14 von 18 (78 %) vollständig knöchern konsolidiert. Bei den Double-Arthrothesen liegt die Konsolidierungsrate mit 4 von 7 (57%) deutlich darunter, wobei die Probleme in etwa gleicher Häufigkeit im oberen und unteren Sprunggelenk zu finden sind.

3.1.3.2 Arthrothesebeurteilung im CT

In den computertomographischen Aufnahmen (koronare Schichten) zeigten insgesamt nur 31 Arthrothesen (75%) eine vollständige knöchere Konsolidierung. 7 Arthrothesen (17,5%) wiesen eine partielle knöchere Durchbauung auf. In ebenfalls 3 Fällen (7,5%) war keine Konsolidierung zu verzeichnen.

In der Beurteilung der computertomographischen Aufnahmen konnten 2 Arthrothesen (5%), jeweils einmal im oberen und einmal im unteren Sprunggelenk, mit nur partieller

knöcherner Konsolidierung gefunden werden, welche im konventionellen Röntgenbild als vollständig konsolidiert bewertet worden waren.

Die detaillierte absolute und prozentuale Verteilung der Konsolidierungsraten im Computertomogramm ist Tabelle XXVII zu entnehmen. Der Vergleich der Konsolidierungsraten in Röntgen und CT ist in Abbildung 14 dargestellt.

Tab.XXVII: Knöcherne Durchbauung der Arthroese im Computertomogramm

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Durchbaut	14	87,5	13	72,22	4	57,14	31	75,61
partiell durchbaut	2	12,5	3	16,67	2	28,57	7	17,07
nicht durchbaut	0	0	2	11,11	1	14,29	3	7,32
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

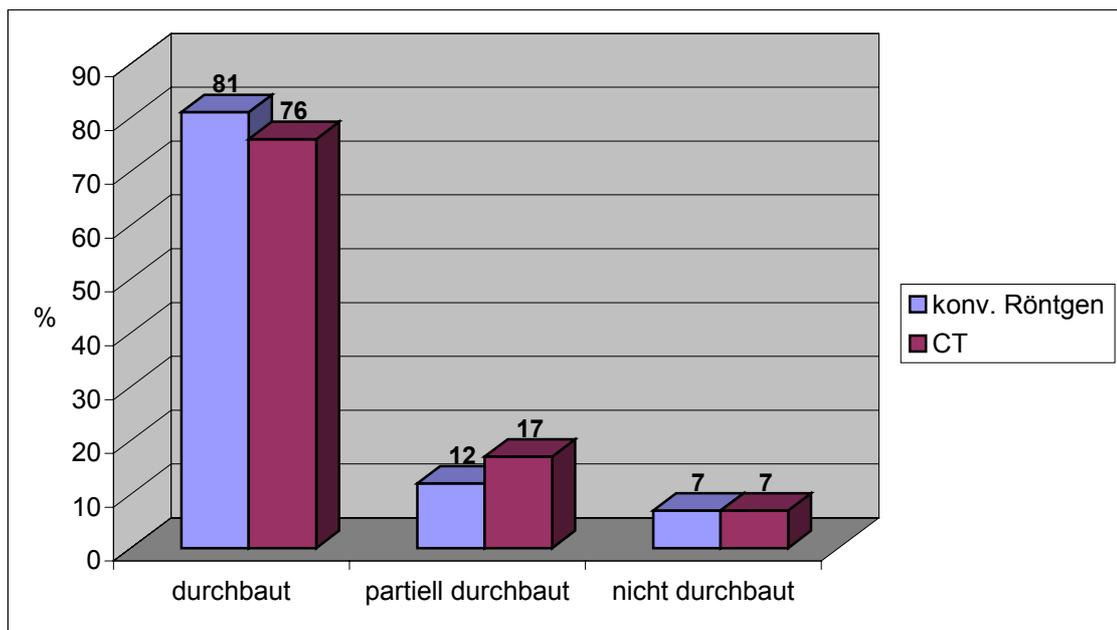


Abb. 14: Vergleich der Konsolidierungsraten Röntgen/CT

3.1.3.3 Achsenverhältnisse

Die anhand der konventionellen Röntgenaufnahmen beurteilten Achsenverhältnisse wiesen bei insgesamt 33 Patienten (80%) eine korrekte anatomische Stellung auf.

Bei den Patienten mit Arthrodesen des oberen Sprunggelenks fanden sich 2 Patienten mit einer Spitzfußfehlstellung von 20° und ein Patient mit einer Varusfehlstellung von 15°.

Bei den Patienten mit Arthrodesen im unteren Sprunggelenk fanden sich 2 Fälle mit Valgusfehlstellung der Calcaneusachse von 20°.

Bei den Patienten, die sowohl im oberen als auch im unteren Sprunggelenk versteift wurden, fanden sich 2 Varus- und eine Valgusfehlstellung im Bereich des oberen Sprunggelenks von 15 bis 20° (siehe auch Tabelle XXVIII).

Tab.XXVIII: Achsenverhältnisse

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Anatomisch	13	81,25	16	88,89	4	57,14	33	80,49
Fehlstellung >10°	3	18,75	2	11,11	3	42,86	8	19,51
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

3.1.3.4 Anschlußarthrose

Anschlußarthrosen in den der Arthrodesen benachbarten Gelenken fanden sich im nachuntersuchten Patientenkollektiv bei insgesamt 9 Patienten (22,5%). Betrachtet wurden hierbei jeweils das der Arthrodesen benachbarte obere bzw. untere Sprunggelenk sowie das Lisfranc-Gelenk (siehe auch Tabelle XXIX).

Tab.XXIX: Anschlussarthrosen in Nachbargelenken

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Nachweisbar	4	25,0	2	11,11	3	42,86	9	21,95
nicht nachweisbar	12	75,0	16	88,89	4	57,14	32	78,05
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

Die höchste Anschlußarthrosenrate zeigen die Double-Arthrodesen mit 43%. In immerhin 25% der Fälle sind Anschlußarthrosen nach Arthrodesen des oberen Sprunggelenks nachweisbar. Nach Arthrodesen im unteren Sprunggelenk finden sich lediglich in 11% der Fälle Anschlußarthrosen.

3.1.3.5 Materialfehlage

Bei der Auswertung der konventionellen Röntgenaufnahmen und der Computertomogramme fanden sich bei 3 Arthrodesen des oberen Sprunggelenks fehlplatzierte Implantate. Im Computertomogramm konnten alle 3 Fehllagen gesichert werden, während das in den konventionellen Röntgenaufnahmen nur in 1 Fall sicher möglich war. Die diagnostizierten Materialfehlagen führten alle zu Irritationen des unteren Sprunggelenks.

Andererseits konnte in zwei weiteren Fällen der im Röntgenbild entstandene Verdacht auf Materialfehlage durch das Computertomogramm ausgeschlossen werden.

Das Computertomogramm zeigte sich in der Beurteilung der Materiallage dem konventionellen Röntgen deutlich überlegen.

3.1.3.6 Aussagekraft der bildgebenden Methoden

Bei allen nachuntersuchten Patienten wurden konventionelle und computertomographische Aufnahmen erstellt. Hauptkriterien bei der Beurteilung waren die knöcherne Konsolidierung der Arthrodesen, die Beurteilung der Achsenverhältnisse sowie das Auffinden pathologischer Begleitbefunde (Anschlußarthrosen, Materialfehlagen).

In der direkten Gegenüberstellung der konventionellen Röntgenaufnahmen und der Computertomogramme erwies sich die CT als die aussagekräftigere Methode hinsichtlich knöcherner Konsolidierungsrate und Beurteilung der Materiallage (siehe auch Tabelle XXX).

Tab.XXX: Aussagekraft der bildgebenden Methode (CT versus konv. Röntgen)

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
CT	14	87,5	14	77,78	6	85,71	34	82,93
konv. Röntgen	0	0	0	0	0	0	0	0
gleichwertig	2	12,5	4	22,22	1	14,29	7	17,07
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

3.2 Auswertung nach Scoresystemen

Anhand dreier Score-Systeme wurden die erhobenen Patientendaten bewertet, wobei der Score nach Kitaoka als der repräsentativste Score zu sehen ist, da er von zahlreichen anderen Autoren verwendet wurde und somit unsere Ergebnisse vergleichbar macht.

3.2.1 Score nach Kitaoka

Unter Verwendung des Kitaoka-Scores (siehe auch 2.4.4) wurden bei insgesamt 28 Arthrodesen (68%) gute und sehr gute Ergebnisse ermittelt. Für insgesamt 9 Arthrodesen (22%) ergaben sich befriedigende Ergebnisse. In 4 Fällen (10%) konnten nur schlechte Ergebnisse erreicht werden (siehe auch Tabelle XXXI).

Tab.XXXI: Eigene Ergebnisse im Score nach KITAOKA

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Sehr gut	3	18,75	6	33,33	0	0	9	21,95
Gut	7	43,75	9	50,0	3	42,86	19	46,34
Befriedigend	4	25,0	3	16,67	2	28,57	9	21,95
Schlecht	2	12,5	0	0	2	28,57	4	9,76
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

Bei maximal 100 erreichbaren Punkten wurden durchschnittlich bei den Arthrodesen im oberen Sprunggelenk 77 Punkte, den Arthrodesen im unteren Sprunggelenk 84 Punkte und bei den Double-Arthrodesen 65 Punkte erreicht. Als Gesamtdurchschnittswert ergaben sich 75 Punkte. Deutlich niedriger lagen die Punktzahlen, wenn es sich primär um eine offene Fraktur handelte und/oder initial erhebliche Begleitverletzungen vorlagen. Einen Überblick über die in den einzelnen Gruppen erreichten Durchschnittspunktzahlen bei Auswertung mit dem Kitaoka-Score in Abhängigkeit von der Verletzungsschwere zeigt Tabelle XXXII.

Tab.XXXII: Durchschnittlich erreichte Punktzahlen in Abhängigkeit von der Gesamtverletzungsschwere

	OSG	USG	OSG+USG	Summe
Primärverletzung geschlossene Fraktur / keine Begleitverletzungen	n=5 81 Pkt.	n=10 87 Pkt.	n=5 73 Pkt.	n=20 80 Pkt.
Primärverletzung offene Fraktur u./o. Begleitverletzungen	n=11 75 Pkt.	n=8 80 Pkt.	n=2 58 Pkt.	n=21 71 Pkt.

3.2.2 Score nach Gruen/Mears

In der Auswertung unter Verwendung des Scores nach Gruen/Mears (siehe auch 2.4.4) ergaben sich für insgesamt 26 Arthrodesen (64%) gute und sehr gute Ergebnisse. Für insgesamt 13 Arthrodesen (32%) ergaben sich befriedigende Ergebnisse. In 2 Fällen (5%) konnten nur schlechte Ergebnisse erreicht werden. Einen Überblick der detaillierten Verteilung gibt Tabelle XXXIII.

Durchschnittlich wurden bei maximal 48 erreichbaren Punkten bei den Arthrodesen im oberen Sprunggelenk 35 Punkte, bei den Arthrodesen im unteren Sprunggelenk 36 Punkte und bei den Double-Arthrodesen 35 Punkte erzielt. Als Gesamtdurchschnittswert ergaben sich 36 Punkte.

Tab.XXXIII: Eigene Ergebnisse im Score nach GRUEN/MEARS

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
sehr gut	1	6,25	3	16,67	2	28,57	6	14,63
gut	8	50,0	11	61,11	1	14,29	20	48,78
befriedigend	7	43,75	3	16,67	3	42,86	13	31,71
schlecht	0	0	1	5,56	1	14,29	2	4,88
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

3.2.3 Halle-Score

In der Auswertung der erhobenen Patientendaten unter Verwendung des selbst zusammengestellten Halle-Scores (siehe auch 2.4.4) wurden für insgesamt 24 Arthrodesen (59%) gute und sehr gute Ergebnisse ermittelt. Für insgesamt 14 Arthrodesen (34%) ergaben sich befriedigende Ergebnisse. In 3 Fällen (7%) konnten nur schlechte Ergebnisse erreicht werden. Einen Überblick der detaillierten Verteilung gibt Tabelle XXXIV.

Bei wiederum 100 möglichen Punkten wurden durchschnittlich bei den Arthrodesen im oberen Sprunggelenk 72 Punkte, bei den Arthrodesen im unteren Sprunggelenk 72 Punkte und bei den Double-Arthrodesen 68 Punkte erreicht. Als Gesamtdurchschnittswert ergaben sich 71 Punkte.

Tab.XXXIV: Eigene Ergebnisse im HALLE-Score

	OSG		USG		OSG+USG		Summe	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
sehr gut	2	12,5	3	16,67	2	28,57	7	17,07
gut	7	43,75	9	50,0	1	14,29	17	41,46
befriedigend	7	43,75	5	27,78	2	28,57	14	34,15
schlecht	0	0	1	5,56	2	28,57	3	7,32
Summe	16	100	18	100	7	100	41	100

In Zusammenfassung der Tabellen XXXI, XXXIII und XXXIV ergeben sich für die Arthrodesen des unteren Sprunggelenks nach Kitaoka in 83%, nach Gruen/Mears in 78% und nach dem „Halle-Score“ in 67% gute und sehr gute Ergebnisse. Schlechte Ergebnisse wurden für die Arthrodesen des unteren Sprunggelenks nicht ermittelt.

Die Arthrodesen des oberen Sprunggelenks weisen in 62,5% (Kitaoka) bzw. 56% (Gruen/Mears und Halle) gute bis sehr gute Ergebnisse auf. In 12% der Fälle wurden nach dem Kitaoka-Score jedoch auch schlechte Ergebnisse registriert.

Für die Double Arthrodesen ergaben sich in allen Scores nur 43% gute und sehr gute Ergebnisse. Die schlechten Ergebnisse waren prozentual in der Gruppe der Double-Arthrodesen am stärksten vertreten, nämlich mit 29% (Kitaoka und Halle) bzw. 14% (Gruen/Mears). Den Überblick hierzu bieten die Abbildungen 15 bis 17.

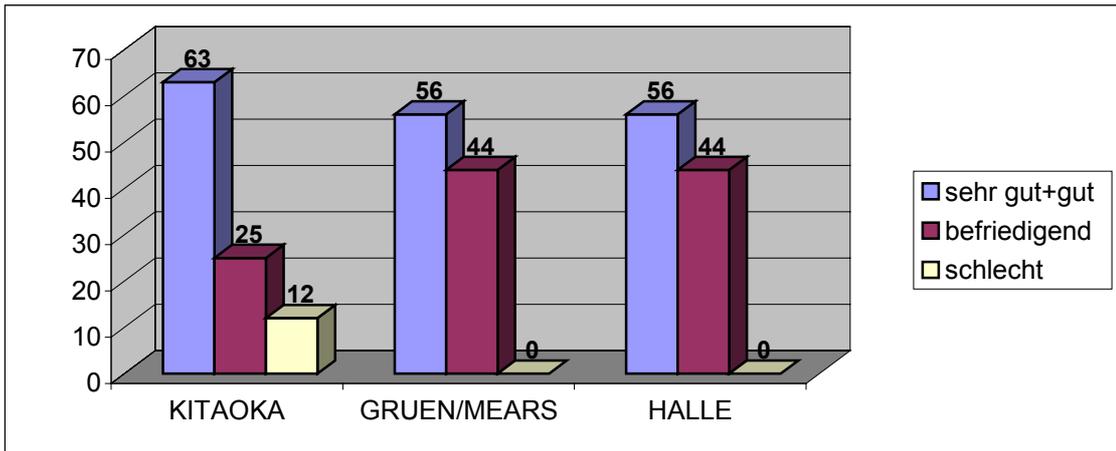


Abb. 15: Ergebnisse OSG-Arthrodesen

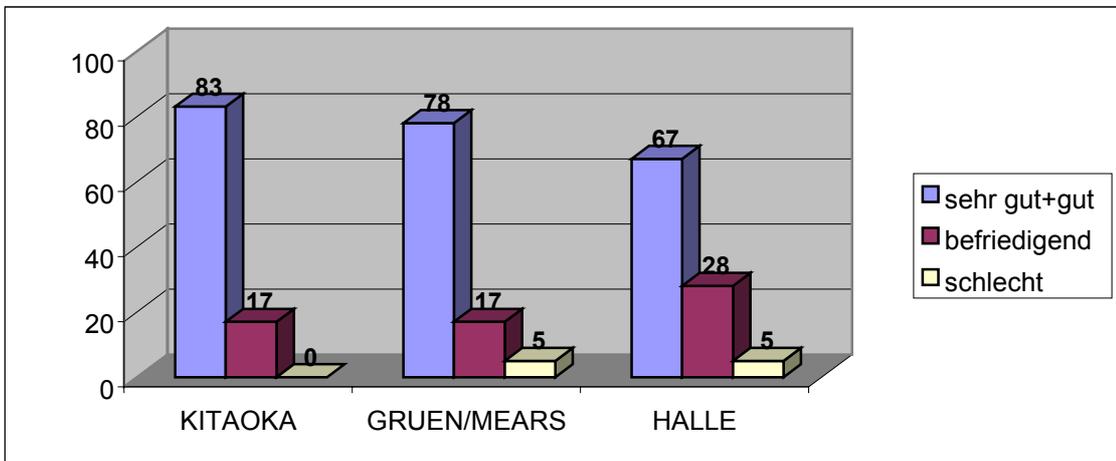


Abb. 16: Ergebnisse USG-Arthrodesen

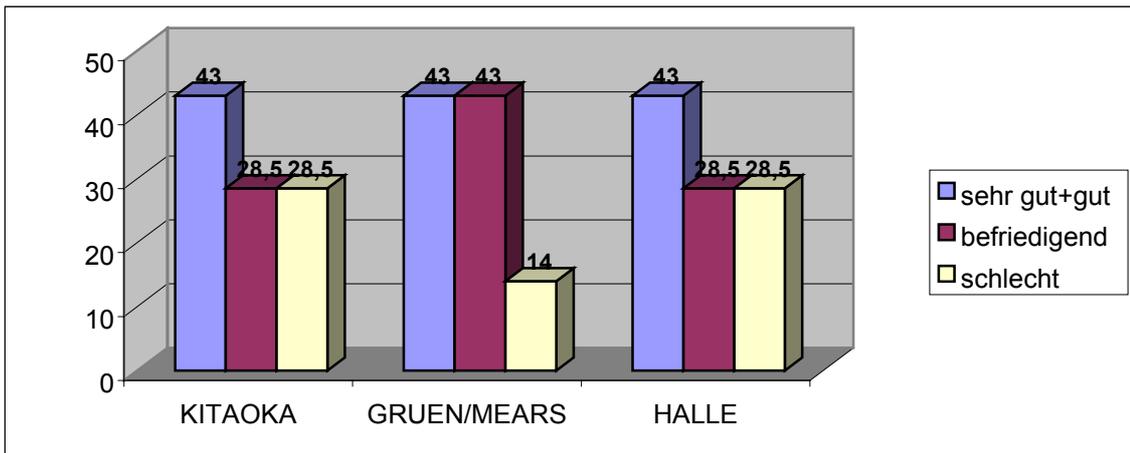


Abb. 17: Ergebnisse Double-Arthrodesen

Eine Übersicht über die Ergebnisse aller Arthrodesen in den 3 Scores geben Abbildung 18 und Tabelle XXXV.

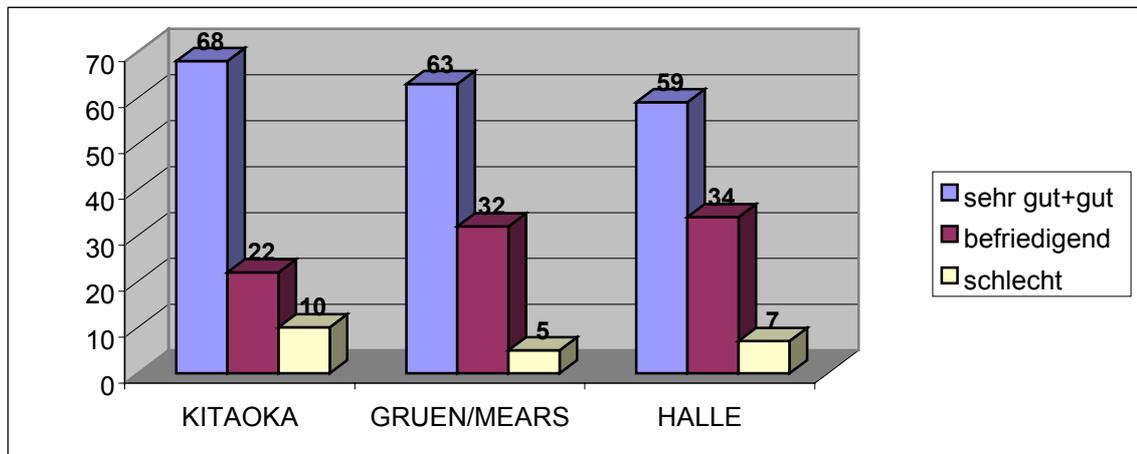


Abb. 18: Gesamtergebnisse (alle Arthrodesen)

Tab. XXXV: Ergebnisübersicht

Ergebnisübersicht	KITAOKA		GRUEN/MEARS		HALLE	
	Abs.	%	abs.	%	abs.	%
sehr gut	9	21,95	6	14,63	7	17,07
gut	19	46,34	20	48,78	17	41,46
befriedigend	9	21,95	13	31,71	14	34,15
schlecht	4	9,76	2	4,88	3	7,32
Summe	41	100	41	100	41	100

3.3 Fallbeispiele

Einige Fallbeispiele sollen im Folgenden vorgestellt werden.

3.3.1 Schraubenarthrodese oberes Sprunggelenk:

- männlich, 24 Jahre, Konstruktionsmechaniker
- Z.n. platten- und schraubenosteosynthetisch versorgter Pilon tibiale-Fraktur 11/97
- Metallentfernung 10/98, progrediente schmerzhafte posttraumatische Arthrose
- Arthroskopie li. OSG 3/99 mit Knorpelglättung und Dissekatentfernung
- persistierende Beschwerdesymptomatik
- OSG-Schraubenkompressionsarthrodese 12/99 mit Gelenkflächenresektion
- komplikationsloser Verlauf und sehr gutes Ergebnis



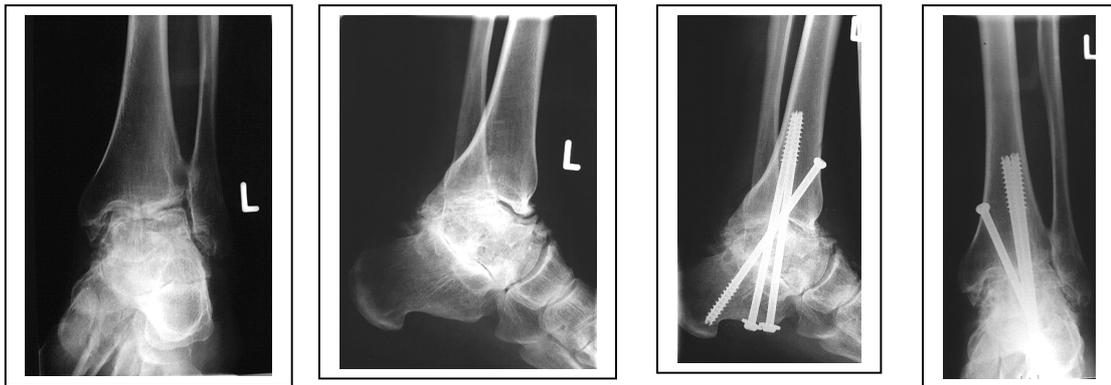
3.3.2 Schraubenarthrodese unteres Sprunggelenk:

- männlich, 57 Jahre, Chemiker
- Z.n. plattenosteosynthetisch versorgter Calcaneusfraktur 9/92
- progrediente schmerzhafte posttraumatische Arthrose im USG
- Schraubenkompressionsarthrodese USG mit Gelenkflächenentknorpelung und Spanplastik 6/98
- komplikationsloser Verlauf unter initialer Teilbelastung
- gutes Ergebnis bei subjektiver Patientenzufriedenheit



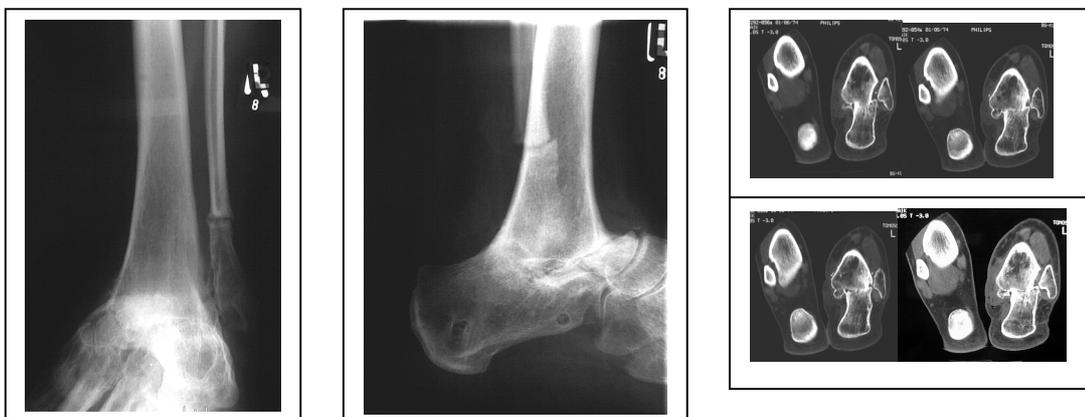
3.3.3 Schraubenarthrodese oberes und unteres Sprunggelenk:

- männlich, 55 Jahre, Systembediener
- Z.n. osteosynthetisch versorgter Talusfraktur 10/63
- schmerzhafte posttraumatische Arthrose im OSG und im USG
- Schraubenkompressionsarthrodese von OSG und USG 9/98 mit Gelenkflächenentknorpelung und Spongiosaplastik
- gutes Ergebnis bei subjektiver Patientenzufriedenheit mit nur geringen Restbeschwerden



3.3.4 Tibiocalcanäre Arthrodese:

- männlich, 26 Jahre, Baumaschinist
- Z.n. Talusluxationsfraktur links mit osteosynthetischer Versorgung 9/97
- nachfolgend posttraumatische Talusnekrose und Osteomyelitis
- tibiocalcanäre Resektionsarthrodese mittels Fixateur externe 2/98 mit gutem Ergebnis und subjektiver Patientenzufriedenheit



4. Diskussion

Ziel einer Arthrodesoperation im Bereich von oberem und/oder unterem Sprunggelenk ist die Beseitigung von Schmerzen und Instabilitäten sowie die Wiederherstellung einer ausreichenden Mobilität. Hierüber sowie über die Indikationen herrscht in der einschlägigen Literatur weitgehend Einigkeit.

Zahlreiche Autoren sehen in der posttraumatischen Arthrose mit oder ohne Achsenfehlstellung eine der wesentlichen Indikationen zur Arthrodes im Bereich der Sprunggelenke [4,20,59,71]. In unserem Patientengut war dies in 32 Fällen (67%) der Fall. Seltene Indikationen stellten die posttraumatische Osteitis, die Primärarthrodese aufgrund des entsprechenden Verletzungsmusters und die avaskuläre Talusnekrose dar.

Die hohe Nekroserate des Talus nach Luxations- und/oder Trümmerfraktur erklärt sich aus der verletzungsbedingten Störung der vulnerablen Talusdurchblutung. Ein Infekt ist deshalb oft die unausweichliche Folge. In dem seltenen Fall einer kompletten Talusluxation wird aufgrund der angesprochenen Durchblutungsproblematik von einzelnen Autoren sogar die primäre Talusextirpation in Kombination mit einer tibio calcanearen Arthrodes als sinnvoll empfohlen, um die zu erwartenden Komplikationen zu vermeiden [12].

Wir mußten in zwei Fällen wegen eingetretener oder sich abzeichnender Talusnekrose nach Talusluxations- bzw. Talustrümmerfraktur eine Talusextirpation und anschließende tibio calcaneare Arthrodes durchführen.

Ursächliche Primärverletzungen sind im Bereich des oberen Sprunggelenks in erster Linie Frakturen des Pilon tibiale und Frakturen des oberen Sprunggelenks. Im Bereich des unteren Sprunggelenks ist hauptsächlich die Calcaneusfraktur als ursächliche Verletzung in Betracht zu ziehen. Daneben spielen auch Talus- und Fußwurzelluxationsfrakturen eine gewisse Rolle.

Bei unseren Patienten führten die posttraumatischen Arthrosen nach 7 Pilon tibiale-Frakturen (37%) bzw. nach 6 Sprunggelenksfrakturen (32%) zur Arthrodes des oberen Sprunggelenks. Die Arthrodesen des unteren Sprunggelenks wurden in 18 von 21 Fällen nach Calcaneusfraktur (86%) nötig. Die Arthrodes des oberen und unteren Sprunggelenks (Double-Arthrodesen) bietet ein eher inhomogenes Indikationsspektrum bei meist komplizierterer Ausgangssituation (z.B. erheblicher Weichteilschaden mit Infekt, Talusnekrose, in Fehlstellung verheilte Frakturen mit posttraumatischer Arthrose in oberem und unterem Sprunggelenk).

Hinsichtlich der anzuwendenden Arthrodesetechnik besteht in der Literatur nach wie vor eine große Meinungsvielfalt, jedoch gilt die Kompressionsschraubenarthrodese als

Methode der ersten Wahl. Daß hinsichtlich der durchzuführenden Technik insgesamt keine Standardisierung vorhanden ist, kommt auch in der großen Schwankungsbreite der Komplikationsstatistiken eindeutig zum Ausdruck (siehe Tabelle II).

Bezüglich der Technik der Verschraubung lassen sich in der Literatur für die Arthrodesen des oberen Sprunggelenks zwei wesentliche Richtungen erkennen, nämlich die Vierschraubentechnik [66,78] und die Verwendung zweier gekreuzter Schrauben [16,53].

Im Bereich des unteren Sprunggelenks wird die Versteifung meist durch zwei Schrauben in teilweise unterschiedlicher Positionierung durchgeführt [17,25,72,74].

In unserer Klinik hat sich die Kompressionsschraubenarthrodese sowohl am oberen Sprunggelenk in der von Zwipp [83] beschriebenen Vier-Schrauben-Technik als auch am unteren Sprunggelenk in der von zahlreichen anderen Autoren beschriebenen Kompressionsverschraubung mittels zweier Schrauben etabliert. Auch bei der tibioalcanearen Arthrodese nach posttraumatischer Talusnekrose hat sich die Kompressionsschraubenarthrodese sowohl in unserem Patientengut als auch bei anderen Autoren bewährt. Alternativ kann hier jedoch auch der Fixateur externe zum Einsatz kommen.

Insgesamt wurden in unserem Patientenkollektiv 42 Arthrodesen (88%) mittels Kompressionsschrauben fusioniert, wobei es sich um 16 Arthrodesen des oberen Sprunggelenks, 21 Arthrodesen des unteren Sprunggelenks und 5 Double-Arthrodesen handelte. Bei den unteren Sprunggelenken kam also ausschließlich die Verschraubung zur Anwendung.

Für eine rasche und komplikationslose Fusionierung scheint auch die Gelenkflächenpräparation wichtig zu sein. So zeigten sich in 6 Fällen (12,5%), in denen lediglich perkutan verschraubt wurde, nur befriedigende Ergebnisse. Es handelte sich hierbei um 1 Arthrodese des oberen Sprunggelenks, 4 Arthrodesen des unteren Sprunggelenks sowie 1 Double-Arthrodese.

Eine große Bedeutung kommt der Korrektur einer eventuellen Fehlstellung im Bereich des oberen Sprunggelenks im Rahmen der Arthrodesoperation zu, da sonst postoperativ persistierende Beschwerden mit frühzeitiger Entwicklung von Anschlußarthrosen zu erwarten sind.

Maßgebend für ein gutes Arthrodesergebnis im unteren Sprunggelenk sind weiterhin die Aufrichtung des nach Calcaneusfraktur häufig abgeflachten Tuber-Gelenk-Winkels sowie die Korrektur einer Fehlstellung der Fersenbeinachse, sofern dies in der vorausgegangenen Osteosynthese nicht gelungen ist. Hier kommen entsprechend keilförmig präparierte

kortikospongiöse Späne zur Anwendung, die je nach Fehlstellung im subtalaren Gelenkniveau eingebracht werden, wodurch auch die Wiederherstellung der Fußhöhe erreicht werden kann [2,74].

Neben der entsprechenden Arthrodesetechnik und der korrekten Gelenkflächenpräparation (Resektion oder Entknorpelung) bietet eine zusätzliche Spongiosaplastik, insbesondere bei Gelenkflächeninkongruenzen oder -defekten, die Möglichkeit, die knöcherne Durchbauung zu unterstützen.

Wir verwendeten insgesamt 3 Spanplastiken (6%) zur Korrektur von Fehlstellungen im Bereich des unteren Sprunggelenks sowie 25 Spongiosaplastiken (52%).

Die Nachbehandlung nach erfolgter Arthrodeseeoperation wird in der Literatur ebenfalls nicht einheitlich beschrieben. Es existieren zum Teil kontroverse Meinungen zum einzuschlagenden Nachbehandlungsregime, die von langfristiger Entlastungsnotwendigkeit bis zur sofortigen Vollbelastung reichen.

Bei unseren Patienten wurde in insgesamt 26 Fällen (54%) eine Entlastung des operierten Beines für wenigstens 6 Wochen aufrechterhalten. In 13 Fällen (27%) durften die Patienten postoperativ teilbelasten. In 9 Fällen wurde die Belastung unmittelbar postoperativ freigegeben, wobei 4 dieser Patienten einen komplizierten postoperativen Verlauf mit Infekt und/oder Arthrodeseninsuffizienz boten und im Ergebnis nur schlecht oder befriedigend abschnitten.

Aufgrund unserer Erfahrungen hat sich in unserer Klinik mittlerweile ein spezifisches physiotherapeutisches Mobilisationsregime etabliert. Nach Arthrodeseeoperation mit stabiler Fusionierung erfolgt die Mobilisation im Regelfall zunächst mit 20 kg Teilbelastung, welche in Abhängigkeit vom Röntgenbefund rasch zur Vollbelastung gesteigert wird. Ein Walker wird für mindestens 6 Wochen verordnet. Eine mögliche anschließende situationsgerechte Schuhversorgung sollte in Abhängigkeit vom individuellen Befund erfolgen.

Die Angaben zu postoperativen Komplikationsraten sind in der Literatur sehr uneinheitlich. Dies mag nicht zuletzt am inhomogenen Methodenspektrum liegen. Spezielle Risiken für die ausbleibende Konsolidierung der Arthrodesese sind Infektion, mangelhafte Fixation, unkorrekte Knochenpräparation, schlechte Knochenqualität und inadäquate postoperative Immobilisation. Allgemeine Risikofaktoren sind Nierenerkrankungen, Diabetes mellitus, Nikotin- und Alkoholabusus. Posttraumatische Gelenkinfekte, komplizierte und offene Frakturen gehen ebenfalls mit einem erhöhten Risiko für knöcherne Heilungsstörungen einher [44].

Komplikationen sahen wir bei 16 unserer Patienten (33%, siehe Tabelle XII). Es handelte sich hierbei um insgesamt 7 postoperative Wundinfektionen, die im weiteren Verlauf problemlos abheilten. In 5 Fällen blieb die knöcherne Konsolidierung aus, wobei 3 Patienten lediglich mit einer perkutanen Schraubenarthrodese des unteren Sprunggelenks behandelt worden waren. Nach den sich anschließenden Rearthrodesen gelang in 4 Fällen die knöcherne Fusion. Problematisch waren 4 chronische tiefe Infekte mit Osteomyelitis, die in 3 Fällen zu einer Unterschenkelamputation führten. In der Literatur finden sich Angaben zu ähnlich problematischen Verläufen [3,19,45].

Insgesamt zeigten sich die Double-Arthrodesen mit den höchsten Risiken behaftet: in 50% fanden sich Komplikationen, davon über 37% Wundinfekte. In ca. 43% kam es nicht zur subjektiven Besserung, in nur 43% gaben die Patienten keine oder nur geringe Schmerzen an. In nur 57% kam es nach Double-Arthrodesen zur kompletten knöchernen Konsolidierung. Ursache hierfür scheint in unserem Untersuchungskollektiv die jeweils initial kompliziertere Ausgangssituation mit teilweise erheblichen Weichteilschäden zu sein.

Die mit 14% hohe Arthrodeseninsuffizienzrate bei den Arthrodesen des unteren Sprunggelenks erklärt sich, wie oben bereits erwähnt, zum einen aus der zum Teil nicht durchgeführten Gelenkflächenpräparation, zum anderen aus der nicht bei allen Patienten erfolgten postoperativen Entlastung bzw. geschützten Belastung des operierten Beines im Rahmen der Nachbehandlung.

Als Spätfolge fanden sich im nachuntersuchten Patientenkollektiv insgesamt 9 Anschlußarthrosen (22%), 4 nach Arthrodesen des oberen Sprunggelenks, 2 nach Arthrodesen des unteren Sprunggelenks und 3 nach Double-Arthrodesen.

Einige Autoren beobachteten nach Fusionen des oberen Sprunggelenks bei frühzeitiger Operation deutlich weniger Anschlußarthrosen als nach Fusionen im unteren Sprunggelenk [27]. Experimentelle Untersuchungen zur Problematik der Anschlußarthrosen im Subtalargelenk wurden u.a. durch Wang et al. durchgeführt. Sie fanden nach Arthrodesen im oberen Sprunggelenk eine deutliche Druckzunahme, insbesondere im Bereich der dorsalen Facette des Subtalargelenks [77].

Im Rahmen unserer Nachuntersuchung wurden bei der Befragung in insgesamt 27 Fällen (66%) keine oder nur geringe Schmerzen, 29 mal (71%) eine subjektive Besserung durch die Versteifungsoperation angegeben. Bei diesen 29 Patienten waren hierfür insbesondere die Verringerung der Schmerzen, die Verlängerung der schmerzfreien Gehstrecke und die hierdurch verminderte Einschränkung des Aktionsradius in Beruf und Freizeit

verantwortlich. Die niedrige Zufriedenheitsrate in der Gruppe der Double-Arthrodesen erklärt sich durch den bereits erwähnten relativ hohen Anteil komplizierter Ausgangssituationen (z.B. erheblicher Weichteilschaden) und die dadurch bedingten schlechteren Ergebnisse mit im Vordergrund stehenden persistierenden Schmerzen.

Bei insgesamt mehr als 2/3 aller Fälle lag die schmerzfreie Gehstrecke über 1000 m, wobei die Arthrodesen des unteren Sprunggelenks (78% > 1000 m) am erfolgreichsten abschneiden. Das schlechteste Ergebnis liegt wiederum in der Gruppe der Double-Arthrodesen, wo nur in 57% der Fälle eine schmerzfreie Gehstrecke von mehr als 1000 m erreicht wird.

Auch bei der Beurteilung des Gangbildes schneiden die Arthrodesen des unteren Sprunggelenks mit flüssigem Gangbild in 67% der Fälle am besten ab. Die Double-Arthrodesen hingegen zeigen den größten Anteil (28%) an erheblichen Gangstörungen.

Im eigenen Kollektiv wurde in 33 Fällen (80%) im konventionellen Röntgenbild die vollständige knöchernen Konsolidierung festgestellt. Im Computertomogramm war dies nur in 31 Fällen (76%) nachvollziehbar. Dennoch lässt sich feststellen, dass die Ergebnisse der computertomographischen Untersuchung weitgehend mit den konventionellen Röntgenaufnahmen korrelieren, wobei die CT aufgrund der mehrerkannten inkompletten Konsolidierungen das sensiblere Verfahren in bezug auf die Aussage zur knöchernen Konsolidierung zu sein scheint.

Bei den drei sowohl im konventionellen Röntgen als auch im Computertomogramm knöchern nicht durchbauten Arthrodesen handelte es sich um 2 primär ohne Gelenkflächenentknorpelung perkutan verschraubte untere Sprunggelenke sowie um einen Sonderfall der Double-Arthrodesen des oberen und unteren Sprunggelenks mittels retrograd eingebrachten UFN bei einem älteren Patienten der sich mit erheblichem Weichteilinfekt nach erlittener distaler Unterschenkelfraktur erst Wochen nach dem Unfallgeschehen in ärztliche Behandlung begab.

Bezüglich einer möglichen Materialfehlage zeigte sich das Computertomogramm der konventionellen Röntgendiagnostik deutlich überlegen. So lässt sich eine Materialfehlage im konventionellen Röntgen aufgrund der Übereinanderprojektion von Knochen- und Materialstrukturen meist nur vermuten, jedoch nicht sichern.

Hinsichtlich der Beurteilung der Achsenverhältnisse und entstandener Anschlussarthrosen sind Computertomographie und konventionelles Röntgen nach unserer Erfahrung als weitgehend gleichwertig einzustufen.

Diagnostisch hat die Computertomographie schon seit längerem zum besseren Verständnis beispielsweise der Calcaneusfrakturen beigetragen. Zahlreiche Autoren empfehlen das CT zur Verlaufskontrolle nach Calcaneusfraktur, so dass die Anwendungsmöglichkeit zur Verlaufskontrolle nach Sprunggelenksarthrodese naheliegend ist [2,69].

Das CT bringt bezüglich der Beurteilung der Konsolidierung allein keinen entscheidenden Vorteil, erscheint aber insgesamt als die geeignetere Untersuchungsmethode, da wesentliche Begleitbefunde (wie z.B. Materiallage) sicherer als im konventionellen Röntgen beurteilt werden können. Unserem Erachten nach ist das Computertomogramm dadurch zur Verlaufskontrolle nach Sprunggelenksarthrodese prädestiniert.

Die Auswertung unserer Daten bezüglich des funktionellen Ergebnisses erfolgte in erster Linie nach dem Kitaoka-Score, einem standardisierten System, das eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen Autoren ermöglicht (siehe Tabelle III).

In unser Nachuntersuchung ließen sich für alle Arthrodesen 9 sehr gute (22%), 19 gute (46%), 9 befriedigende (22%) und 4 schlechte Ergebnisse (10%) ermitteln.

Die beiden schlechten Ergebnisse der Arthrodesen des oberen Sprunggelenks resultieren aus primär schweren offenen Trümmerfrakturen des Pilon tibiale. In beiden Fällen wurden primäre Arthrodesen durchgeführt, wobei es einmal zur Komplikation eines postoperativen Infektes kam.

Die beiden schlechten Ergebnisse in der Gruppe der Double-Arthrodesen resultieren in einem Fall aus einem schweren Weichteilschaden bei distaler Unterschenkelfraktur bei einem älteren Patienten, der erst Wochen nach dem primären Unfallgeschehen in ärztliche Behandlung gelangte. Aufgrund einer schweren diabetischen Polyneuropathie bestand eine ungewöhnliche Indolenz bezüglich der erlittenen Verletzung. Im zweiten Fall spielte unseres Erachtens die fortbestehende Achsenfehlstellung die entscheidende Rolle.

In allen Gruppen wurden in den Fällen höhere Punktzahlen erreicht, in denen primär eine geschlossene Verletzung vorlag und keine wesentlichen Begleitverletzungen vorhanden waren. Im Einzelnen waren das durchschnittlich 81 Punkte für die Arthrodesen des oberen Sprunggelenks, 87 Punkte für die Arthrodesen des unteren Sprunggelenks und 73 Punkte für die Double-Arthrodesen. Im Falle einer initial offenen Fraktur und/oder erheblicher Begleitverletzungen wurden durchschnittlich deutlich weniger Punkte erreicht.

Als weiteres Scoresystem verwendeten wir den in der Literatur eher selten genutzten Score nach Gruen/Mears, da hier auch objektivierbare radiologische Befunde eingehen. Wesentliche subjektive und funktionelle Gesichtspunkte zur Gütebeurteilung einer

Arthrodesen fehlen jedoch. Nach Gruen/Mears ließen sich 6 sehr gute (15%), 20 gute (49%), 13 befriedigende (31%) und 2 schlechte Ergebnisse (5%) ermitteln.

Da der etablierte Score nach Kitaoka keinerlei objektive radiologische Kriterien beinhaltet und der Score nach Gruen und Mears ein eher wenig differenzierendes Scoresystem darstellt, entwickelten wir als Modifikation der beiden Erstgenannten den „Halle-Score“, um zur Beurteilung der Güte einer Arthrodesis im Sinne des Scores nach Kitaoka die radiologischen Befunde (Computertomogramm) mit einbeziehen zu können. Unseres Erachtens scheint er so den Vorteil einer objektiveren Darstellung und Untermauerung der Ergebnisse zu haben. Nach dem Halle-Score erzielten wir 7 sehr gute (17%), 17 gute (42%), 14 befriedigende (34%) und 3 schlechte Ergebnisse (7%).

5. Zusammenfassung

In den Jahren 1994 bis 1999 wurden in unserer Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie bei 47 Patienten insgesamt 48 Arthrodesen des oberen und/oder unteren Sprunggelenks durchgeführt.

Als häufigste Indikation führte die posttraumatische Arthrose bei insgesamt 32 Patienten (66,67%) zur Arthrodese. Als Fixationsmethode kam in 42 Fällen (87,5%) die Kompressionsschraubenarthrodese als häufigstes Verfahren zur Anwendung. Postoperative Komplikationen ergaben sich bei insgesamt 16 Patienten (33,33%), wobei es sich im Einzelnen um 7 blande Wundinfekte, 4 Osteomyelitiden und 5 Arthrodeseninsuffizienzen zum Teil mit Fehlstellung handelte.

Insgesamt 41 Patienten konnten klinisch und radiologisch nachuntersucht werden. Von diesen äußerten sich 29 (70,73%) zufrieden und gaben subjektiv eine deutliche Besserung ihrer Situation durch die Arthrodesedurchführung an. 6 (14,43%) Patienten hingegen waren unzufrieden und sahen subjektiv keinen Benefit durch die erfolgte Arthrodeseeoperation. 6 (14,43%) weitere Patienten konnten hierzu nicht befragt werden, da sie aufgrund der ursächlichen Verletzung eine primäre Arthrodese erhalten hatten.

Insgesamt 27 Patienten (65,85%) hatten keine oder nur geringe Schmerzen. Die schmerzfrei zu bewältigende Gehstrecke hatte sich für fast alle Patienten durch die Arthrodeseeoperation deutlich vergrößert und lag in 68,3% der Fälle über 1000m.

Radiologisch schienen im konventionellen Röntgen 80,9% (n=33) der Arthrodesen als sicher fusioniert. In den Computertomogrammen zeigte sich jedoch bei 2 dieser Patienten eine unvollständige knöcherne Durchbauung, so dass insgesamt nur 31 Arthrodesen (75,61%) sicher fusioniert waren. Dies entsprach auch den erhobenen klinischen Befunden und den entsprechenden subjektiven Beschwerdeangaben. Das Computertomogramm erwies sich somit als das sensiblere Verfahren zur Beurteilung der sicheren Fusionierung der Arthrodese. Außerdem war der sichere Nachweis einer Materialfehlplatzierung nur im Computertomogramm zu führen. Aus unserer Erfahrung sollte das CT zumindest bei postoperativ persistierenden Beschwerden nach Arthrodesenoperation als Kontrolluntersuchung Verwendung finden. Im Falle eines völlig unauffälligen postoperativen Verlaufes sind konventionelle Röntgenaufnahmen zur Verlaufskontrolle sicher ausreichend.

Unter Auswertung der erhobenen subjektiven und objektiven Daten nach dem international gebräuchlichen Score von Kitaoka ergaben sich in 68,3% gute und sehr gute, in 21,95% befriedigende und nur in 9,76% schlechte Ergebnisse.

Diese Resultate entsprechen den in der aktuellen Literatur angegebenen Verhältnissen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein gutes Arthrodeseeergebnis bei korrekter Indikationsstellung auch auf lange Sicht dann zu erwarten ist, wenn folgende technische Richtlinien beachtet werden:

- a) sorgfältige Gelenkflächenpräparation durch Resektion bzw. vollständige Entknorpelung
- b) Korrektur vorhandener Achsenfehler
- c) stabile Fusion durch Kompressionsverschraubung
- d) postoperative (Teil-) Entlastung des arthrodesierten Gelenks für 6 Wochen
- e) computertomographische Kontrolle zur genauen topographischen Bestimmung der Implantatlage im Falle persistierender postoperativer Beschwerden und ggf. schnellstmögliche Lagekorrektur derselben bei Fehllage.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Albert E.:
Zur Resektion des Kniegelenkes
Wien Med Press 20 (1879) 705
- [2] Amendola A., Lammens P.:
Subtalar arthrodesis using interposition iliac crest bone graft after calcaneal fracture
Foot & Ankle International 10 (1996) 608-614
- [3] Anderson J.G., Coetzee J.C., Hansen S.T.:
Revision ankle fusion using internal compression arthrodesis with screw fixation
Foot & Ankle International 5 (1997) 300-309
- [4] Bauer G., Kinzl L.:
Arthrodesen des oberen Sprunggelenks
Orthopädie 25 (1996) 158-165
- [5] Bauer R., Kerschbaumer F., Poisel S.:
Orthopädische Operationslehre untere Extremität (2/2)
Georg Thieme Verlag Stuttgart New York (1995)
- [6] Bednarz P.A., Beals T.C., Manoli A.:
Subtalar distraction bone block fusion : an assessment of outcome
Foot & Ankle International 12 (1997) 785-791
- [7] Bednarz P.A., Monroe M.T., Manoli A.:
Triple arthrodesis in adults using rigid internal fixation : an assessment of outcome
Foot & Ankle International 6 (1999) 356-363
- [8] Bertolini R., Leutert G.:
Atlas der Anatomie des Menschen (Bd. 1)
Georg Thieme Verlag Leipzig (1987)

- [9] Bertolini R., Leutert G., Rother P., Scheuner G., Wendler D.:
Systematische Anatomie des Menschen
Verlag Volk und Gesundheit Berlin (1987)
- [10] Bier A., Braun H., Kümmel H.:
Chirurgische Operationslehre
Leipzig (1917)
- [11] Blömer W., Ungethüm M., Stuhler Th.:
Vergleichende mechanische Untersuchungen verschiedener Fixateur externe Montagen
bei Sprunggelenksarthrodesen
In: Stuhler Th. (Hrsg): Arthrodesen, Thieme Stuttgart New York (1994), 229-236
- [12] Bonnaire F., Cyffka R., Lein T., Hellmund R. :
Talusfrakturen
Trauma und Berufskrankheit 3 (2001) 192-200
- [13] Buch B.D., Myerson M.S., Miller S.D.:
Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted calcaneal fractures
Foot & Ankle International 2 (1996) 61-70
- [14] Chandler J.T., Bonar S.K., Anderson R.B., Davis W.H.:
Results of in situ subtalar arthrodesis for late sequelae of calcaneus fractures
Foot & Ankle International 1 (1999) 18-24
- [15] Charnley J.:
Compression arthrodesis of the ankle and shoulder
The journal of bone and joint surgery Br (1951) 180-191
- [16] Chen Y.-J., Huang T.-J., Shih H.-N., Hsu K.-Y., Hsu R.-W.-W.:
Ankle arthrodesis with cross-screw fixation
Acta orthop scand 5 (1996) 473-478

- [17]Dahm D.L., Kitaoka H.B.:
Subtalar arthrodesis with internal compression for post-traumatic arthritis
The journal of bone and joint surgery 1 (1998) 134-138
- [18]Ehalt W.:
Arthrodesen der Sprunggelenke
Wiener klin. Wschr. 24 (1960) 435-438
- [19]Eingartner C., Volkmann R., Winter E., Weller S.:
Revisionsoperationen nach fehlgeschlagenen Arthrodesen des oberen Sprunggelenks
Langenbecks Arch Chir Suppl 2 (1996) 941-944
- [20]Fellmann J., Zollinger H.:
Versteifungseingriffe am USG - wechselnde Konzepte im Wandel der Zeit
Orthop. 134 (1996) 341-345
- [21]Fitzgibbons T.C.:
Arthroscopic ankle debridement and fusion : indications , techniques and results
Instr. Course Lect. 48 (1999) 243-248
- [22]Foltin E., Wurdinger W.:
Die Arthrodesese des oberen Sprunggelenkes nach Wilson
In:Stuhler Th.(Hrsg): Arthrodesen, Thieme Stuttgart NewYork(1994),254-256
- [23]Frey C., Halikus N.M., VU-Rose T., Ebramzadeh E.:
A review of ankle arthrodesis: predisposing factors to nonunion
Foot & Ankle International 15 (1994) 1071-1077
- [24]Garrel T.v., Schlenzka R., Gotzen L.:
Die monolaterale Kompressionsarthrodesese des oberen Sprunggelenkes - Technik und
Ergebnisse
In:Stuhler Th.(Hrsg): Arthrodesen, Thieme Stuttgart NewYork(1994),290-295

- [25]Giolito A., Grob C.:
Verriegelungsarthrodese des oberen Sprunggelenkes
In:Stuhler Th.(Hrsg): Arthrodesen, Thieme Stuttgart NewYork(1994),252-253
- [26]Glick J.M., Morgan C.D., Myerson M.S., Sampson T.G., Mann J.A.:
Ankle arthrodesis using an arthroscopic method : Long-term follow up of 34 cases
The journal of arthroscopic and related surgery 4 (1996) 428-434
- [27]Grass R., Zwipp H.:
Die Arthrodesse des oberen Sprunggelenkes in der Vier-Schrauben-Technik
Operat Orthop Traumatol 10 (1998) 134-142
- [28]Gruen G.S., Mears D.C.:
Arthrodesis of the ankle and subtalar joints
Clin Orthop 268 (1991) 15-20
- [29]Haddad S.L., Myerson M.S., Pell R.F., Schon L.C.:
Clinical and radiographic outcome of revision surgery for failed triple arthrodesis
Foot & Ankle International 8 (1997) 489-499
- [30]Harnisch E., Rütt J.:
Unsere Erfahrungen mit der Arthrodesse des oberen Sprunggelenkes 1979-1990
In:Stuhler Th.(Hrsg): Arthrodesen, Thieme Stuttgart NewYork(1994),265-273
- [31]Heus J.A.C., Martl R.K., Besselaar P.P., Albers G.H.R.:
The influence of subtalar and triple arthrodesis on the tibiotalar joint
The journal of bone and joint surgery 4 (1997) 644-647
- [32]Hintermann B.:
Die STAR-Sprunggelenkprothese
Orthopäde 9 (1999) 792-803

- [33]Holz U.:
Die Arthrodesse des oberen Sprunggelenkes mit Zugschrauben
In:Stuhler Th.(Hrsg): Arthrodesen, Thieme Stuttgart NewYork(1994),248-251
- [34]Jäger M., Wirth C.J.:
Praxis der Orthopädie
Georg Thieme Verlag Stuttgart New York (1992)
- [35]Kitaoka H.B.:
Salvage of nonunion following ankle arthrodesis for failed total ankle arthroplasty
Clin Orthop 268 (1991) 37-43
- [36]Kitaoka H.B.:
Arthrodesis of the ankle : technique , complications and salvage treatment
Instr. Course Lect. 48 (1999) 255-261
- [37]Kitaoka H.B., Patzer G.L.:
Arthrodesis for the treatment of arthrosis of the ankle and osteonecrosis of the talus
The journal of bone and joint surgery 3 (1989) 370-379
- [38]Kitaoka H.B., Alexander I.J., Adelaar R., Nunley J., Myerson M., Sanders M.:
Clinical rating systems of the ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes
Foot & Ankle International 15 (1994) 349-353
- [39]Kofod H.:
Die Entwicklung der Sprunggelenksarthroplastik
Orthopäde 9 (1999) 804-811
- [40]Krämer K.L., Maichl F.P.:
Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie
Georg Thieme Verlag Stuttgart New York (1993)

- [41]Kremer K., Lierse W., Platzner W., Schreiber H.W., Weller S.:
Chirurgische Operationslehre (Untere Extremität)
Georg Thieme Verlag Stuttgart New York (1997)
- [42]Lang M.:
Kompressions-Resektionsarthrodese mit Fixateur externe im oberen Sprunggelenk
Dissertation Tübingen (1997)
- [43]Lapidus P.W.:
Subtalar joint , its anatomy and mechanics
Bull. Hosp. Joint Dis. 16 (1956) 179-195
- [44]Levine S.E., Myerson M.S., Lucas P., Schon L.C.:
Salvage of Pseudarthrosis after tibiotalar arthrodesis
Foot & Ankle International 9 (1997) 580-585
- [45]Lippert H.:
Die medizinische Dissertation
Urban & Schwarzenberg München Wien Baltimore (1989)
- [46]Mahan K.T., Yu G.V., Kalish S.R., Corey S.V.:
Podiatry institute ankle fusion technique
Journal of the American Podiatric Medical Association 3 (1997) 101-116
- [47]Mann R.A., Beaman D.N., Horton G.A.:
Isolated subtalar arthrodesis
Foot & Ankle International 8 (1998) 511-519
- [48]Mann R. A., Rongstad K. M.:
Arthrodesis of the ankle : A critical analysis
Foot & Ankle International 1 (1998) 3-9

- [49]Marsh J.L., Rattay R.E., Dulaney T.:
Results of ankle arthrodesis for treatment of supramall nonunion and ankle arthrosis
Foot & Ankle International 3 (1997) 138-143
- [50]Meyer M.S., Alvarez B.E., Njus G.O., Bennett G.L.:
Triple arthrodesis : A biomechanical evaluation of screw staple fixation
Foot & Ankle International 12 (1996) 764-767
- [51]Mollowitz G.G.:
Der Unfallmann
Springer Verlag Berlin Heidelberg (1993) 308-348
- [52]Monroe M.T., Beals T.C., Manoli A.:
Clinical outcome of arthrodesis of the ankle using rigid internal fixation with
cancellous screws
Foot & Ankle International 4 (1999) 227-231
- [53]Müller E.J., Wick M., Muhr G.:
Chirurgische Therapie bei Inkongruenzen und Arthrosen am oberen Sprunggelenk
Orthopäde 6 (1999) 529-537
- [54]Nieny K.:
Zur Behandlung der Fußdeformitäten bei ausgeprägten Lähmungen
Arch . Orthop. Unfallchir. 3 (1905) 60-64
- [55]O'Brien T.S., Hart T.S., Shereff M.J., Stone J., Johnson J.:
Open versus arthroscopic ankle arthrodesis : a comparative study
Foot & Ankle International 6 (1999) 368-374
- [56]Patterson B.M., Inglis A.E., Moeckel B.H.:
Anterior sliding graft for tibiotalar arthrodesis
Foot & Ankle International 6 (1997) 330-334

- [57]Phahler M., Krödel A., Tritschler A., Zenta S.:
Role of internal and external fixation in unkle fusion
Arch orthop trauma surg 115 (1996) 146-148
- [58]Pretterklierer M.L.:
Anatomie und Kinematik der Sprunggelenke des Menschen
Radiologe 1 (1999) 1-7
- [59]Rehart S., Peters A., Kerschbaumer F.:
Arthrodesen am unteren Sprunggelenk beim Erwachsenen
Orthopäde 9 (1999) 777-777
- [60]Ross S.D., Matta J.:
Internal compression arthrodesis of the ankle
Clin. Orthop. 199 (1985) 54-60
- [61]Rowan R. Davey K.J.:
Ankle arthrodesis using an anterior AO T-plate
Bone Joint Surg. Br. 1 (1999) 113-116
- [62]Rüter A., Trentz O., Wagner M.:
Unfallchirurgie
Urban & Schwarzenberg Verlag München Wien Baltimore (1995)
- [63]Rzesacz E.H., Culemann U., Illgner A., Reilmann H.:
Der homologe Talusersatz nach Talektomie bei Infekt und septischer Talusnekrose
Unfallchirurg 100 (1997) 497-501
- [64]Schiebler T.H., Schmidt W.:
Anatomie
Springer Verlag Berlin Heidelberg (1991)

- [65]Schnettler R., Börner M.:
Die Arthrodesis im oberen Sprunggelenk - Ursachen, Technik, Ergebnisse
In:Stuhler Th.(Hrsg): Arthrodesen, Thieme Stuttgart NewYork(1994),274-27
- [66]Schramm C.A., Hein S.C., Cooper P.S.:
Triple arthrodesis
Aorn Journal 1 (1996) 31-52
- [67]Seiler H.:
Das obere Sprunggelenk - Biomechanik und funktionelle Anatomie
Orthopäde 6 (1999) 460-468
- [68]Soldner E., Börner M.:
Die Arthrodesis im unteren Sprunggelenk nach Fersenbeinfrakturen
In:Stuhler Th.(Hrsg): Arthrodesen, Thieme Stuttgart NewYork(1994),296-299
- [69]Song S.K., Kang C.H., Min B.W., Sohn G.J.:
Preoperative and postoperative evaluation of intraarticular fractures of the calcaneus
based on computed tomography scanning
Journal of orthopedic trauma 6 (1997) 435-440
- [70]Takakura Y., Tanaka Y., Sugimoto K., Akiyama K., Tamai S.:
Long-term results of arthrodesis for osteoarthritis of the ankle
Clin. Orthop. 4 (1999) 178-185
- [71]Thermann H., Hüfner T., Roehler A., Tscherne H.:
Schraubenarthrodese des oberen Sprunggelenkes
Orthopädie 25 (1996) 166-176
- [72]Thermann H., Hüfner T., Schrott H.-E., Held C., Tscherne H.:
Die subtalare Fusion nach konservativ oder operativ behandelter intraartikulärer
Kalkaneusfraktur
Unfallchirurg 1 (1999) 13-22

- [73]Thomann K.-D.:
Die künstliche Gelenkversteifung - Zur Geschichte eines therapeutischen Verfahrens
In:Stuhler Th.(Hrsg.): Arthrodesen, Thieme Verlag Stuttgart NewYork(1994),2-21
- [74]Tiemann A., David A., Jakob M., Muhr G.:
Die Korrekturarthrodese bei isolierten posttraumat. Fehlstellungen im Subtalargelenk
Chirurg 69 (1998) 866-871
- [75]Trieb K., Lack W.:
Die minimalinvasive Arthrodese des oberen Sprunggelenks mittels spongiosagefüllter
Titanschraubzylinder
Orthop u. Grenzgebiete 1 (1999) 79-82
- [76]Upmeyer M., Labitzke R.:
Die Seilzuggurtungsarthrodese am Fuß
In:Stuhler Th.(Hrsg.): Arthrodesen, Thieme Stuttgart NewYork(1994),278-281
- [77]Wang C.-L., Cheng C.-K., Chen C.-W., Lu C.-M., Hang Y.-S., Liu T.-K.:
Contact areas and pressure distributions in the subtalar joint
Biomechanics 3 (1995) 269-279
- [78]Wayne J.S., Lawhorn K.W., Davis K.E., Prakash K.:
The effect of tibiotalar fixation on foot biomechanics
Foot & Ankle International 12 (1997) 792-797
- [79]Weber M., Schwer E.H., Siebert C.H.:
Fokussanierung einer chronisch sequestrierten Talusosteomyelitis durch die TCNC-
Arthrodese
Unfallchirurg 5 (1999) 402-405
- [80]Weinstabl R., Nau Th.:
Neue therapeutische Möglichkeiten nach Sprunggelenksverletzungen
Radiologe 1 (1999) 8-15

- [81]Wülker N., Flamme C.H., Müller A., Wirth C.J.:
10-Jahres Verläufe nach Arthrodesen der Rückfußgelenke und des oberen
Sprunggelenks
Orthop. 135 (1997) 509-515
- [82]Wülker N., Stepheus M., Cracchiolo A.:
Operationsatlas Fuß und Sprunggelenk
Enke Verlag Stuttgart (1998) 245-262 u. 333-344
- [83]Zwipp H.:
Chirurgie des Fußes
Springer Verlag Wien New York (1994)
- [84]Zwipp H., Grass R., Rammelt S., Dahlen C.:
Arthrodese – Pseudarthrosen am Sprunggelenk
Chirurg 70 (1999) 1216-1224

7. Thesen

1. Frakturen mit Beteiligung der Gelenkflächen im Bereich des oberen und auch des unteren Sprunggelenks treten im Rahmen von Arbeitsunfällen aber auch bei Verkehrsunfällen und Unfällen in der Freizeit nach wie vor sehr zahlreich und zum Teil als komplexe Verletzungen auf. Schon die primäre Versorgung dieser Frakturen stellt hohe Ansprüche an den behandelnden Chirurgen.
2. Nach Versagen anderer Behandlungsformen ist die Arthrodeese eine gute, wenn nicht sogar die einzige operative Therapiemöglichkeit bei sich im posttraumatischen Verlauf entwickelnder symptomatischer Arthrose im oberen und/oder unteren Sprunggelenk. Eine standardisierte Arthrodesetechnik sollte deshalb ein wesentlicher Grundpfeiler für ein erfolgreiches Behandlungsergebnis sein.
3. Therapieresistente Schmerzen und Behinderungen im täglichen Leben führen zur Indikationsstellung der Arthrodeese. Berücksichtigt werden sollten aber auch Gesichtspunkte wie Alter, Gewicht, Beruf, individuelle Ansprüche und persönliche Gewohnheiten des Patienten.
4. Zur Durchführung einer suffizienten Arthrodeese gehört neben einer stabilen Kompressionsverschraubung die situationsadaptierte Gelenkflächenpräparation und die indikationsgerechte Einbringung einer Spongiosaplastik. Nur so ist auf lange Sicht eine gute Prognose zu erwarten.
5. Ein in Fehlstellung versteiftes Gelenk kann nicht zur Beschwerdefreiheit der entsprechenden Extremität führen. Deshalb sind Achsenfehler präoperativ zu analysieren und intraoperativ zu korrigieren.
6. Arthrodeeseinsuffizienzraten sind bei zu frühzeitiger Belastung vermutlich unnötig hoch. Trotz stabiler Arthrodeese sollte deshalb postoperativ nicht sofort die volle Belastung freigegeben werden.

7. Fast 3/4 unserer nachuntersuchten Patienten gaben an, durch die Arthrodesoperation eine Besserung ihrer Situation erfahren zu haben. Ein Ergebnis, das den Vergleich mit der Literatur nicht scheuen muß.
8. Bei den nachuntersuchten Patienten zeigte sich die Computertomografie in ihrem Aussagewert dem konventionellen Röntgen überlegen. Sie empfiehlt sich damit als Standarddiagnostik vor Sprunggelenksarthrodesoperationen und zur postoperativen Verlaufskontrolle.
9. Das Behandlungsergebnis nach Arthrodesen ist deutlich abhängig von der Ausgangsverletzung. Patienten mit initial offenen Frakturen und/oder erheblichen Begleitverletzungen haben ein deutlich schlechteres durchschnittliches Outcome.
10. Für die Bewertung der Arthrodesergebnisse modifizierten wir vorhandene Scoresysteme und entwickelten den „HALLE-Score“. Somit flossen subjektive, klinische und radiologische Kriterien gleichermaßen in das Ergebnis ein.

Lebenslauf

Name : Matthias Horn

Geburtsdatum : 25.11.1968

Geburtsort : Halle/S.

Wohnort : K.-Liebknecht-Str.23, 06114 Halle/S.

Familienstand : verheiratet, 1 Tochter

Schulbildung : 1975-1985 Polytechnische Oberschule „Dr. Th. Neubauer“ in Hohenthurm
1985-1987 Erweiterte Oberschule „Thomas Müntzer“ in Halle/S., Abitur

Studium : 1987-1988 Vorpraktisches Jahr Universitätsklinik Halle

1988-1994 Medizinstudium an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

1990 Physikum

1991 1. Staatsexamen

1993 2. Staatsexamen

1993/94 Praktisches Jahr (Herzchirurgie, Nephrologie, Anästhesiologie)

1994 3. Staatsexamen

Beruf : 1994-1996 Arzt im Praktikum in der Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie (Direktor: Prof. Dr. med. W. Otto) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, später an den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Halle

1996-2000 Assistenzarzt in Weiterbildung zum Facharzt für Chirurgie in der Klinik für Allgemeinchirurgie (Direktor: Dr. med. J. Zaage) an den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Halle; Hospitationen in der Klinik für Allgemeinchirurgie der MLU (Direktor: Prof. Dr. med. H. Dralle), in der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie der MLU (Direktor: Prof. Dr. med. R. Silber) sowie der Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie an den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Halle (Direktor: Prof. Dr. med. W. Otto), erfolgreiche Facharztprüfung im Gebiet Chirurgie am 04.12.00

seit 2001 Facharzt für Chirurgie in Weiterbildung zum Unfallchirurgen in der Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie an den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Halle (Direktor: Prof. Dr. med. W. Otto)

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe.

Diese Arbeit wurde bisher an keiner anderen Hochschule oder Universität vorgelegt.

Halle/S.,den 07.02.2002

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt

Herrn Prof. Dr. med. habil. Otto für die Überlassung des interessanten Themas und die freundliche Betreuung bei der Erstellung der Arbeit,

Herrn Oberarzt Dr. med. I. Reich für die intensiven Gespräche und die gegebenen Ratschläge in wichtigen Phasen der Erarbeitung und

Herrn Chefarzt Dr. med. R. Braunschweig für die Durchführung der radiologischen Untersuchungen und die Hilfestellung bei deren Auswertung.

In meinem privaten Umfeld danke ich ganz besonders meiner Ehefrau Patricia sowie meinen engen Freunden Dr. med. Shimelis Zewdie, Torsten Bode und Arndt-Christian Müller für die anregenden Gespräche und hilfreichen Tips rund um die Entstehung der Arbeit.