

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. W. Winkelmann -

Vergleich der Mittelgelenkresektionsarthrodese an Zehen
bei intraossärer Fixation mittels temporärer
Kirschner-Draht-Fixation und Ethipin-Fixation
- Eine prospektive Studie -

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von
Schnieders, Harald Karl
aus Rheine

2007

Dekan: Univ.-Prof. Dr. V. Arolt

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. C. Götze

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. M. Schult

Tag der mündlichen Prüfung: 19.03.2007

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. W. Winkelmann -
Referent: Priv.-Doz. Dr. med. C. Götze
Koreferent: Priv.-Doz. Dr. med. M. Schult

ZUSAMMENFASSUNG

Vergleich der Mittelgelenkresektionsarthrodese an Zehen bei intraossärer Fixation mittels temporärer Kirschner-Draht-Fixation und Ethipin-Fixation
von
Harald Schnieders

Fragestellung: Es stellte sich die Frage nach dem optimalen Therapiekonzept bei Hammer- und Krallenzehdeformität und die der richtigen Indikation für eine Ethipin- oder Kirschner-Draht-Fixation. Wichtig war, ob die Ergebnisse der unterschiedlichen intramedullären Kraftträger in Relation zu setzen sind bzw. eine der beiden zu präferieren ist.

Material und Methode: Im Rahmen dieser prospektiven Studie wurden die Daten von 41 Patienten (39 weiblich, 2 männlich) analysiert, die operativ mit einer Mittelgelenkresektionsarthrodese an den Zehen II bis V behandelt wurden. Diese Patienten wurden in zwei Gruppen unterteilt, wobei 19 mit einer Ethipin-Fixation und 22 mit einer temporären Kirschner-Draht-Fixation versorgt wurden. Das Durchschnittsalter bei den Ethipin-Patienten betrug 54,6 Jahre (min. 14, max. 66 Jahre), bei den K-Draht-Patienten lag es bei 62,4 Jahren (min. 21, max. 81 Jahre). Die Nachbehandlung für beide Gruppen war bei einer Follow up-Untersuchung von sechs Monaten identisch. Die Nachuntersuchungen wurden sechs Wochen, drei Monate und sechs Monate postoperativ durchgeführt. Grundlage der Untersuchungen waren der AOFAS-Score, der SF-36-Score und visuelle Analogskalen.

Ergebnisse: Im AOFAS-Score verbesserten sich beide Gruppen im Durchschnitt von präoperativ (Ethipin: 53,24, K-Draht: 55,55 Punkte) auf postoperativ (Ethipin: 94,13, K-Draht: 92,11 Punkte). Die Ergebnisse der psychischen Summenskala im SF-36-Score blieben fast identisch, für die „Körperliche Summenskala“ und deren Subskalen „Schmerz“ sowie „Körperliche Funktionsfähigkeit“ zeigte sich in der Ethipin-Gruppe eine signifikante Verbesserung ($p < 0,05$). In allen fünf untersuchten visuellen Analogskalen verbesserten sich die absoluten Mittelwerte für beide Gruppen durch die Operation signifikant.

Schlussfolgerung: Bei höherem Komfort für die Patienten und statistischer Signifikanz ist die operative Ethipin-Variante die Bessere. Bei kontrakttem Grundgelenk ist die etablierte Fixation mittels K-Draht mit wenig zu erwartenden Komplikationen mehr als eine Alternative zu sonst üblichen Operationstechniken, wie z. B. der des Beugesehnentransfers.

Tag der mündlichen Prüfung: 19.03.2007

Meinen beiden Töchtern

Marie und Nele

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Grundlagen.....	3
2.1 Anatomie und Biomechanik.....	3
2.2 Definitionen der Pathologien.....	6
2.2.1 Hammerzehe.....	6
2.2.2 Krallenzehe.....	7
2.2.3 Malletzehe.....	7
2.3 Einteilung der Therapieverfahren (Dhukaram).....	8
2.4 Ätiologie.....	8
2.5 Konservative Therapieverfahren.....	9
2.6 Operative Therapie.....	10
2.6.1 Gelenkerhaltendes operatives Verfahren (Beugesehnen-transfer)...	10
2.6.2 Gelenkresezierende operative Verfahren.....	12
2.6.2.1 Condylusresektion des Grundgliedes.....	12
2.6.2.2 Arthroplastik des Grundgelenks.....	13
2.6.2.3 Mittelgelenkresektionsarthrodese.....	14
3 Patienten und Methoden.....	15
3.1 Patienten.....	15
3.2 Patientenanamnese.....	17
3.3 Diagnostik.....	18
3.3.1 Klinische Untersuchung.....	18
3.3.2 Radiologische Diagnostik.....	20
3.4 Methoden.....	22
3.4.1 Kirschner-Draht.....	22
3.4.2 Mittelgelenkresektionsarthrodese mit temporärer Kirschner-Draht- Fixation.....	22
3.4.3 Ethipin-Knochenfixationsstift	31
3.4.4 Mittelgelenkresektionsarthrodese mit Ethipin-Fixationsstift.....	33
3.4.5 Zusatzeingriffe.....	37
3.4.5.1 Weichteileingriffe am Grundgelenk.....	37
3.4.5.2 Verkürzungsosteotomien.....	39

3.4.5.2.1 Weil-Osteotomie.....	39
3.4.5.2.2 Helal-Osteotomie.....	39
3.4.5.2.3 Chevron-Osteotomie D II - IV.....	39
3.4.5.3 Z-förmige Sehnenverlängerung.....	40
3.5 Erfassungsbögen.....	41
3.5.1 Visuelle Analogskalen.....	41
3.5.1.1 Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis.....	41
3.5.1.2 Subjektiver Schmerzstatus.....	42
3.5.1.3 Subjektive Beeinträchtigung der Alltagsaktivität.....	42
3.5.1.4 Einschränkung in Berufs- oder Sportausübung.....	42
3.5.1.5 AOFAS-Untersuchungs-Score.....	42
3.5.1.6 Kleinzehen- und Mittelfußzehen-Skala.....	42
3.5.1.7 Schmerzen.....	43
3.5.1.8 Aktivitätseinschränkung.....	43
3.5.1.9 Schuhwerk.....	43
3.5.1.10 Beweglichkeit im Zehen-Grundgelenk.....	43
3.5.1.11 Grundgelenkstabilität (alle Ebenen).....	44
3.5.1.12 Callus in Relation zur Grund- und Mittelphalanx.....	44
3.5.1.13 Ausrichtung der Zehen.....	44
3.5.2 Der SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung).....	44
3.5.3 Statistische Auswertung.....	46
3.5.3.1 Wilcoxon-Test.....	46
3.5.3.2 Mann-Whitney-Test.....	47
4 Ergebnisse.....	48
4.1 Visuelle Analogskala.....	48
4.1.1 Subjektive Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis.....	48
4.1.2 Subjektive Einschränkung der Berufsausübung.....	51
4.1.3 Subjektive Einschränkung der Sportfähigkeit.....	52
4.1.4 Subjektiver Schmerzstatus.....	53
4.1.5 Subjektive Einschränkung der Alltagsaktivität.....	54
4.2 AOFAS-Score.....	55
4.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung).....	60

5 Diskussion	69
5.1 Einleitung.....	69
5.2 Konservative Verfahren.....	69
5.3 Mittelgelenkresektionsarthrodese.....	71
5.4 Condylusresektion des Grundgliedes nach Hohmann.....	73
5.5 Beugesehnentransfer als gelenkerhaltendes operatives Verfahren.....	75
5.6 Weichteileingriffe des Grundgelenks.....	76
5.7 Einfluss der Begleiterkrankungen.....	76
6 Diskussion der Ergebnisse.....	78
7 Schlussfolgerung.....	82
8 Literaturverzeichnis.....	83
9 Abbildungsverzeichnis.....	88
10 Tabellenverzeichnis.....	92
11 Danksagung.....	94
12 Lebenslauf.....	95
13 Anhang.....	I
13.1 Daten der statistischen Auswertungen.....	I
13.2 Patienten-Fragebogen Visuelle Analogskala.....	X
13.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung).....	XI
13.4 AOFAS-Score eingebunden in die Nachuntersuchungszeitpunkte.....	XIV

1 Einleitung

Die zunehmende Aktualität und Inzidenz der Erkrankungen des Vorfußes, im Speziellen der Zehen, erforderte eine klinische Untersuchung über die operative Versorgung von Krallen- und Hammerzehen.

Aufgrund der zunehmenden Patientenzahlen mit Zehenerkrankungen und dem daraus resultierenden Wunsch nach adäquater Therapie ist auch der Anspruch an eine gute Versorgung gestiegen. Speziell die operative Versorgung der Zehen, und damit auch des gesamten Vorfußes, hat sich verbessert und ist effizienter geworden.

Zunächst sollte die Versorgung der Patienten weiterhin durch eine konservative Therapie in Form von Einlagenversorgung, Redressionsbandagen, Pflasterzügelungen, Clavusabtragung und Zehenlochpolstern begonnen werden (5, 52, 58, 60, 62).

Reicht dieses nicht aus, stehen verschiedene operative Maßnahmen in Form von gelenkerhaltenden und gelenkresezierenden Eingriffen zur Auswahl.

Bei den Erstgenannten stehen Weichteileingriffe am Grundgelenk wie Kapsolyse und Weichteilbalancing sowie Beugesehnentransfer zur Verfügung (12, 33, 37, 43, 48, 59). Bei den gelenkresezierenden Operationstechniken werden im Speziellen die Resektionsarthroplastik nach Hohmann (21, 44, 48) und die Mittelgelenkresektionsarthrodese angewandt (32, 38, 47, 48). Etabliert ist die Mittelgelenkresektionsarthrodese mit einer temporären Fixierung durch einen gelenkübergreifenden, perkutan eingebrachten Kirschner-Draht. Diese beinhaltet jedoch neben der kosmetischen und hygienischen Einschränkung auch eine erhebliche Einschränkung im Tragekomfort. Darüber hinaus werden die angrenzenden, in der Regel „gesunden“ Zehengelenke bei der Kirschner-Draht-Fixation verletzt.

Dieses Problem war der Anlass, die Mittelgelenkresektionsarthrodese mittels intraossärer Ethipin-Fixation zu durchleuchten, da diese Methode die oben genannten Nachteile ausklammert bzw. umgeht. Bisher gibt es in der Literatur keine prospektive Untersuchung zu diesem Operationsverfahren. Lediglich in Veröffentlichungen von W. Gordon und Patton et al. (38) sowie S.J. Miller (32) finden sich Ansätze.

Es wurden Patienten in einer prospektiven Studie mit einem Follow up von sechs Monaten untersucht. Zunächst ist eine Unterteilung der Patienten in zwei Gruppen vorgenommen worden. In der ersten Gruppe befanden sich 19 Patienten, die mit einer Ethipin-Fixation nach Mittelgelenkresektionsarthrodese operativ versorgt wurden. In die zweite Gruppe wurden 22 Patienten mit einer temporären K-Draht-Fixation nach Mittelgelenkresektionsarthrodese eingegliedert.

Die Gegenüberstellung wurde anhand von klinischen Untersuchungen, Patientenfragebögen, dem American Orthopaedic Foot and Ankle Society Score (AOFAS-Score), dem SF-36-Score (prä- und sechs Monate postoperativ), der visuellen Analogskala, Röntgen-Kontrollen und klinischen Untersuchungen (präoperativ, sechs Wochen, drei Monate und sechs Monate postoperativ) durchgeführt.

Bei der Erarbeitung dieses Themas stellten sich drei grundlegende Fragen:

1. Welches ist das optimale Therapiekonzept bei der Hammer- bzw. Krallenzehdeformität?
2. Sind die Ergebnisse der Ethipin- und K-Draht-Fixation vergleichbar?
3. Welches ist die richtige Indikation für die Ethipin- bzw. K-Draht-Fixation?

2 Grundlagen

2.1 Anatomie und Biomechanik

Die an den Kleinzehen ansetzenden Muskeln werden in extrinsische (M. extensor digitorum longus, M. extensor digitorum brevis, M. flexor digitorum longus und M. flexor digitorum brevis) und intrinsische Muskeln (Mm. lumbricales und Mm. interossei) unterteilt. Die extrinsischen Muskeln sind die deutlich kräftigeren und setzen an Mittel- und Endglied an. Der M. extensor digitorum longus, welcher dorsal über dem Grundgelenk durch die Extensorensehne gefesselt ist und den dorsalen Ansatzpunkt an Mittel- und Endglied hat, verursacht durch den gelenkübergreifenden Hebelmechanismus vor allen Dingen Bewegungen im Grundgelenk. Nur in der Neutralstellung wird eine wesentliche dorsalexten-dierende Wirkung auf die Interphalangealgelenke ausgeübt (61). Der M. flexor digitorum brevis hat seinen Ansatzpunkt mit der gespaltenen Sehne plantar an der Mittgliedbasis. Der M. flexor digitorum longus dagegen setzt nach seinem Durchtritt durch die gespaltene Sehne des M. flexor digitorum brevis plantar am Endglied an (16).

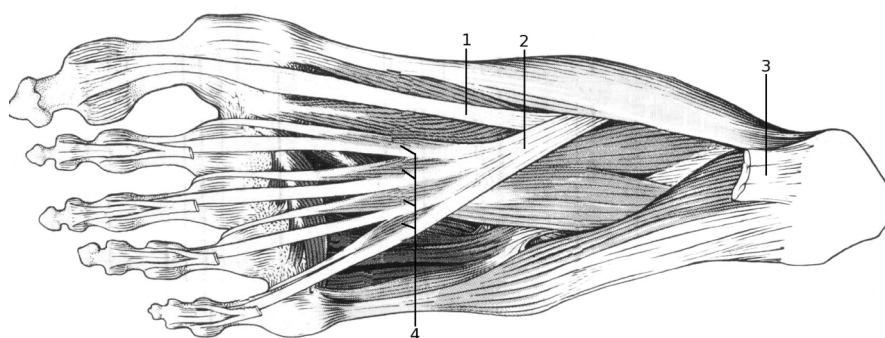


Abbildung 1: Plantarseite rechter Fuß: 1=M. flexor hallucis longus (tendo), 2=M. flexor digitorum longus (tendo), 3=Aponeurosis plantaris, 4=Mm. lumbricales (kopiert aus Sobotta Anatomie Lernkarten, Muskeln)

Da bei den Flexoren die Fesselung in Höhe des Grundgelenks fehlt, beugen diese vorwiegend im Mittel- und Endgelenk und nur wenig im Grundgelenk. Die intrinsische Muskulatur ist durch ihre Ansatzpunkte an den Grundgliedern weniger zugkräftig und bildet einen nur schwachen Antagonismus zu ihren extrinsischen Gegenspielern (Abbildung 1). Sie übertragen mithin Impulse sehr isoliert auf die Grundgelenke (16, 25, 46, 51, 61).

Funktionell stabilisiert sohlenwärts die plantare Platte, dorsal die Dorsalaponeurose, welche die Zehen im Entspannungszustand der Muskeln wieder in die Neutralstellung zurückführt. Die plantare Platte selbst wird durch die Plantaraponeurose einerseits sowie die plantare Seite des Grundgelenks andererseits als funktionelle statische Einheit gebildet (25, 46, 51). Die Dorsalaponeurose setzt sich aus den Zehengelenkkapseln und den Sehnen der Extensoren zusammen (Abbildung 2).

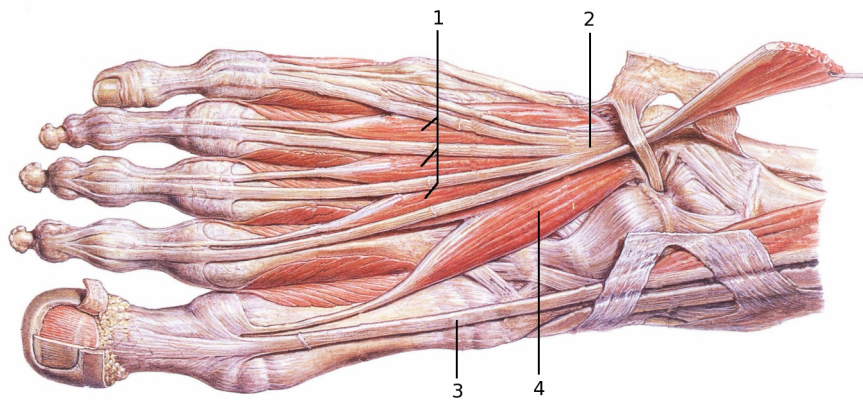


Abbildung 2: Dorsalseite rechter Fuß: 1=Mm. extensor digitorum brevis, 2=M. extensor digitorum longus (tendines), 3=M. extensor hallucis longus (tendo), 4=M. extensor hallucis brevis (kopiert aus Sobotta Anatomieatlas, Bd. 2, S. 335)

Die drei Mm. interossei plantares setzen an der medioplantaren Seite der Grundglieder III bis V basisnah an. Die vier Mm. interossei dorsalis haben ihren

Ansatzpunkt dorsomedial und –lateral am Grundglied D II und dorsolateral an den Grundgliedern D III und D IV (16, 25, 46, 51, Abbildung 3).



Abbildung 3: *Mm. interossei plantares* (A) und *Mm. interossei dorsalis* (B) (kopiert aus Sobotta Anatomieatlas, Bd. 2, S. 346)

Die vier *Mm. lumbricalis* entspringen den einzelnen Sehnen des *M. flexorum digitalis longus* und ziehen in die Dorsalaponeurose (Abbildung 1). Die Plantaraponeurose und die plantare Seite des Grundgelenks bilden die plantare Platte (25, 46, 51).

Zu Beginn der Gehphase wird das Spielbein vorgesetzt, wobei der Zug der *Mm. extensor digitorum longus* und *brevis* hauptsächlich die Dorsalextension im Grundgelenk einleitet.

Nach dem Aufsetzen der Ferse kommt es zur Entspannung der Extensoren, so dass die Flexoren antagonistisch mit den Fuß- und Sprunggelenkmuskeln den Gesamtfuß stabilisieren können (62).

Die eigentliche Hauptwirkung der Zehenflexoren kommt erst in der Plantarflexion der Mittel- und Endgelenke zum Tragen. Erst durch dieses Zusammenspiel übernimmt das vorgesetzte Bein die Funktion des Standbeins, die Abrollphase wird eingeleitet (61).

Die plantare Platte hat die Aufgabe eines statischen Stabilisators, welcher die Zehen im Anschluss an die Abrollphase beim Gehen im Grundgelenk in die Ausgangsposition zurücksetzt (1).

2.2 Definitionen der Pathologien

Vorab muss darauf verwiesen werden, dass die folgenden Begriffe nicht einheitlich verwandt und auch unterschiedlich definiert werden. Zur Vereinheitlichung sollen die Definitionen von E. Dalton McGlamry aus: „Foot and Ankle Surgery, Volume 1, Third Edition 2001“ (1) beitragen.

2.2.1 Hammerzehe

Sie wird definiert durch eine Dorsalflexion im Grundgelenk und eine Plantarflexion im Mittelgelenk sowie eine Hyperflexion im Endgelenk. Diese Stellung kann fixiert oder auch flexibel sein (1, 62).



Abbildung 4: Hammerzehe (kopiert aus Foot and Ankle Surgery, Volume 1, Third Edition 2001)

2.2.2 Krallenzehe

Diese zeichnet sich durch eine Dorsalflexion im Grundgelenk sowie eine Plantarflexion im Mittel- und auch im Endgelenk aus. Auch diese Stellung kann sowohl fixiert als auch flexibel sein (1).

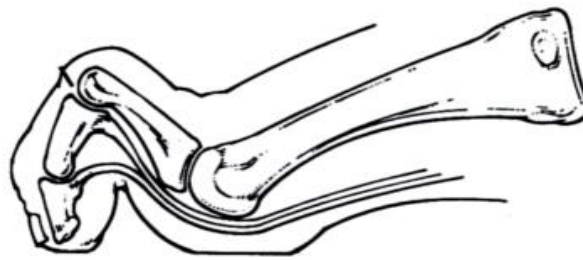


Abbildung 5: Krallenzehe (kopiert aus Foot and Ankle Surgery, Volume 1, Third Edition 2001)

2.2.3 Malletzehe

Sie ist gekennzeichnet durch eine ausschließliche Plantarflexion im Endgelenk (1).

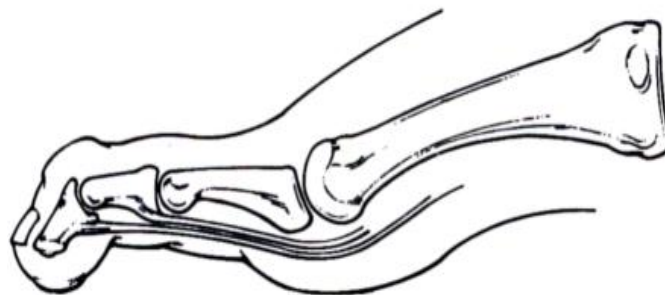


Abbildung 6: Malletzehe (kopiert aus Foot and Ankle Surgery, Volume 1, Third Edition 2001)

2.3 Einteilung der Therapieverfahren (Dhukaram)

Hierbei handelt es sich um eine rein funktionelle Einteilung, welche besonders bei der Entscheidung zur jeweiligen Therapie bzw. Auswahl des Operationsverfahrens hilft. Bei dieser Einteilung ist die Flexibilität von Grund- und Mittelgelenk von entscheidender Bedeutung. Hierbei wird das Mittelgelenk in 20° Plantarflexion angebeugt, um die lange Flexorensehne zu entspannen. Erst dann wird aus dieser Position heraus das Mittelgelenk und abschließend das Grundgelenk unter Fixierung des jeweiligen anderen Gelenkpartners auf Beweglichkeit geprüft. Ist die Zehe in beiden Gelenken gut beweglich, definiert Dhukaram das als Typ 1. Ist nur das Grundgelenk flexibel, das Mittelgelenk aber kontrakt, liegt ein Typ 2 vor. Bei kontrakttem Grund- und Mittelgelenk handelt es sich um einen Typ 3 (12, 22, Tabelle 1).

Typ (Dhukaram)	Grundgelenk	Mittelgelenk
1	flexibel	flexibel
2	flexibel	kontrakt
3	subluxiert/luxiert	fixiert

Tabelle 1: Klassifikation von Kleinzeheformitäten nach Dhukaram

2.4 Ätiologie

Die häufigste Ursache für die Bildung der Krallen- und Hammerzehe muss überwiegend in unsachgemäßem Schuhwerk gesehen werden. Zu kurze und enge Schuhe führen zu einem dorsalen Ausweichen bzw. Aufbäumen der Zehen, insbesondere der zweiten Zehe. Eine ständige Dorsalflexion im Grundgelenk wird besonders durch hohe Absätze verursacht, wobei zusätzlich die Vorfußpartie in den zu engen Schuhvorderbereich gedrückt wird (1, 45, 57). Diese Situation behindert die normale Muskelwirkung beim Abrollen erheblich.

Oft treten Deformitäten der Kleinzehen in Kombination auf oder werden als Sekundärmorbidität durch einen Hallux valgus verursacht. Speziell beim griechi-

schen Vorfußtyp (Überlänge der zweiten Zehe) (11) ist die Wirkung von zu engem Schuhwerk von nachhaltigem Charakter. Ein Übermaß an Aktivität der extrinsischen Muskelgruppen, z. B. bei neuromuskulären Erkrankungen (zerebrale Spastik, Friedreich-Ataxie, Charcot-Marie-Tooth-Erkrankung u.a.), Multipler Sklerose (11), generalisierten Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes mellitus sowie Rückfußkrankungen, verformen ebenfalls die Kleinzehen, da die natürlichen Antagonisten (im Einzelnen die intrinsische Muskulatur und plantare Platte) dekompensieren (61, 62). Das Kompartmentsyndrom, z. B. nach Unterschenkelverletzungen, kann ebenfalls Zehendeformitäten verursachen. Die Destruktion der plantaren Platte am Grundgelenk bei chronischer Polyarthritits führt sekundärarthritisch zu Zehendeformitäten. Kleinzehendeformitäten treten gehäuft familiär auf. Als Ursache wird eine schwächere Bindegewebsstruktur diskutiert (1).

2.5 Konservative Therapieverfahren

In den ersten beiden Stadien der Hammer- und Krallenzeh-Deformitäten nach Dhukaram wird von den Patienten selber, deren Podologen und auch Ärzten eine konservative Therapie angestrebt. Besonders das unsachgemäße Schuhwerk bedarf einer Verbesserung. Hier kommen weiche Oberleder und die Verbreiterung des Schuhwerks sowie die Verwendung von flachen Absätzen zum Einsatz (1, 4, 5, 57, 61).

Da die Kleinzehendeformitäten sehr oft in Kombination mit anderen Vor-, Rück- und Gesamtfußkrankungen einhergehen, müssen diese zusätzlichen Erkrankungen primär therapiert werden, denn sie bedeuten ebenfalls einen Auslöser für diese Deformitäten. Darunter subsumieren sich Hallux valgus, Ballenhohlfuß, Valgus- und Varus-Deformitäten im gesamten Fußskelett (57, 58, 60).

Die Schuheinlagenversorgung bildet dementsprechend den hauptsächlichen Therapieansatz, speziell für die kombinierten Erkrankungen. Patientengerechte

Lösungen bilden die Fußweichbettung, die Fußgewölbeaufrichtung durch Pelotteneinarbeitung und eine feste Fersenkappe (4, 5).

Die Kleinzehen können durch verschiedenste Redressionsbandagen passiv in Streckstellung gebracht werden. Diese Hilfsmittel werden konfektionell hergestellt und finden großen Patientenzuspruch, z. B. als Pflasterzügelung. Der schmerzhafte Clavus über dem dorsalen Mittelgelenk und/oder der Endgliedspitze wird in regelmäßigen Abständen abgetragen. Die Plantarflexionsstellung im Mittelgelenk kann alternativ durch Lochpolster vor zu großem Druck durch externe Einflüsse (zu enge Schuhe oder zu hohe Absätze) geschützt und dadurch gemildert werden. Solche Polsterungen werden auch interdigital vorgenommen, da die einzelnen Zehen sich oft überschlagen (5, 52, 58, 60, 62).

2.6 Operative Therapie

2.6.1 Gelenkerhaltendes operatives Verfahren (Beugesehnen-transfer)

Beim Beugesehnentransfer wird die Sehne des M. flexor digitorum longus nach dorsal auf das Grundglied verlegt und hier fixiert (55). Zu diesem Zweck wird zunächst eine quere, alternativ auch eine z-förmige (24) Hautinzision plantar über dem Mittelgelenk bzw. Mittelglied durchgeführt. Die Flexorensehnen Scheide wird dargestellt und eine Längseinkerbung vorgenommen. Die zwischen den beiden Sehnen des M. flexor digitorum brevis verlaufende Sehne des M. flexor digitorum longus muss dargestellt und angeschlungen werden. Durch eine plantarseitige Stichinzision über der Basis des Endglieds kann nun die Sehne des M. flexor digitorum longus distal abgelöst und aus der ersten Inzision heraus luxiert werden, um sie dann in zwei möglichst gleich große Anteile längs zu inzidieren. Über dem Grundglied wird dann dorsalseitig eine Längsinzision durchgeführt. Der Grundgliedschaft muss dargestellt werden und die beiden Sehnenbäuche des M. flexor digitorum longus werden, im Sinne einer

Umschlingung medial und lateral, um den Schaft unter Schonung der Gefäßner-venstränge herumgeführt und an die Extensorsehnen genäht. Wenn notwendig kann die Sehne des M. extensor digitorum longus zusätzlich durch eine z-förmige Plastik verlängert werden. Alternativ kann die M. flexor digitorum longus Sehne ungeteilt durch einen zwei bis drei Millimeter dicken, senkrecht verlaufenden, transossären Bohrkanal an der Basis des Grundgliedes nach dorsal gezogen und mit der Extensorsehne verknüpft werden (27). Die M. flexorum digitorum longus Sehnenenden sollen in einer 20°-Beugstellung im Grundgelenk sowie einer Neutralstellung im Sprunggelenk unter leichter Spannung vernäht werden. Ggf. muss dieser Eingriff auch mit einem Weichteileingriff am Grundgelenk (s.o.) kombiniert werden (62, Abbildung 7).

Für zwei Wochen wird eine temporäre, alle Zehengelenke übergreifende Kirschner-Draht-Fixation vorgenommen. Alle Wunden werden im Anschluss mit Einzelknopfnähten verschlossen. Eine normale Gehbelastung im Verbands- oder Vorfußentlastungsschuh ist erlaubt.

Dieses operative Verfahren kommt bei den Zehdeformitäten Typ I und II nach Dhukaram, also bei flexiblen Zehen zur Anwendung (1, 46, 54, 55, 61).

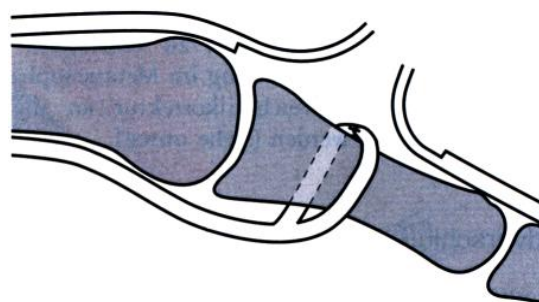


Abbildung 7: Beugesehnentransfer unter Fesselung des Grundgliedes (kopiert aus Operationsatlas, Fuß und Sprunggelenk, N.Wülker, S.89)

2.6.2 Gelenkresezierende operative Verfahren

2.6.2.1 *Condylusresektion des Grundgliedes*

Synonym: Condylusresektion nach Hohmann (Hoffa 1905, Hohmann 1922, Du-Vries 1959) (1, 20, 21, 61, 62).

Ein quer verlaufender Hautschnitt direkt über dem Mittelgelenk wird bei isolierter Condylusresektion gewählt. Wenn zusätzliche Weichteil- oder Sehneneingriffe vorgenommen werden müssen, ist meist ein s-förmiger Längsschnitt über dem Zehenrücken sinnvoller (27, 30). Die Extensorsehne wird je nach Zugang in gleicher Schnittführung über dem Mittelgelenk durchtrennt. Die Gelenkkapsel des Mittelgelenks muss sauber dargestellt und quer eingeschnitten werden, um anschließend die Seitenbänder zu durchtrennen (42). Nach der Dorsalluxation der Condyli des Grundgliedes kann nun auch die plantarseitige Kapsel abgeschoben oder scharf abgetrennt werden, ehe die Grundgliedcondyli unter Schonung der Flexorsehnen senkrecht zum Grundgliedschaft reseziert werden können. Dieses geschieht retrokapital mit der oszillierenden Säge oder einem anderen geeigneten scharfen Resektionsinstrumentarium. Nach der erneuten klinischen Kontrolle und vorheriger Zehenstreckung wird kontrolliert, ob die Resektionsgrenzen ausreichen oder ob nachreseziert werden muss bzw. ob Weichteileingriffe, beispielsweise am Grundgelenk, nötig sind. Die Breite des Resektionsspalt sollte als Orientierungshilfe ca. 5 mm betragen und muss ggf. angepasst werden. Vor dem Einzelknopfhautnahtverschluss muss ein Kirschner-Draht in distaler Richtung zehenübergreifend bis in das Mittelfußköpfchen vorgetrieben werden, ohne dass eine additive Interposition von Gewebe in den Resektionsspalt notwendig ist. Die Implantatentfernung wird abhängig vom Schweregrad der Zehdeformität zwischen dem fünften und 14. postoperativen Tag terminiert (Abbildung 8). Je kontrakter der Zeh prae operationem gewesen ist, desto länger verbleibt der K-Draht konsequenterweise post operationem. Eine normale Gehbelastung im Verbands- oder Vorfußentlastungsschuh ist erlaubt. Nach Entfernen der Fixation sollen die Patienten für einige Wochen Re-

dressionsübungen in Form einer Plantarflexion im Grundgelenk und Dorsalex-tension im resezierten Mittelgelenk durchführen (27, 59).

Alternativ führen einige Autoren bei ausgeprägten Deformitäten zusätzlich einen Beugesehnentransfer (s. Kap. 2.6.1) durch (37, 62).

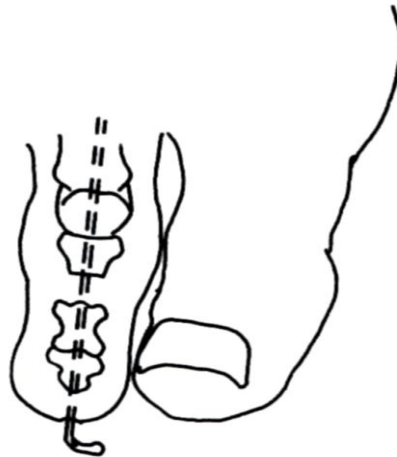


Abbildung 8: Temporäre Kirschner-Draht-Fixation nach Hohmann-Operation (kopiert aus Foot and Ankle Surgery, Volume 1, Third Edition 2001)

2.6.2.2 Arthroplastik des Grundgelenks

Dieser Eingriff wird immer in Kombination mit einem Weichteileingriff am Grundgelenk (s. Kap. 3.4.5.1) durchgeführt. Er kommt dann zur Anwendung, wenn als Ausgangsbefund ein degenerativ verändertes Gelenk vorliegt. Nach der Darstellung des Gelenkes wird die Grundgelenkfläche debridiert, am Mittelfußköpfchen werden ca. 3 mm reseziert und sphärisch modelliert, sodass eine spannungsfreie Auflagefläche für die Grundgliedbasis verbleibt. Die Abstützfunktion des Mittelfußköpfchens nach plantar darf dabei keinesfalls verloren gehen. Eine Plombierung des Resektionsspaltens mit Interpositionsgewebe ist bei diesem Vorgang entbehrlich. Der Hautverschluss erfolgt durch Einzelknopfnähte. Eine

zweiwöchige temporäre Kirschner-Draht-Fixation wird vorgenommen. Die normale Gehbelastung im Verbands- oder Vorfußentlastungsschuh ist erlaubt. Nur wenige Autoren führen diesen Eingriff an (1, 44, 61).

2.6.2.3 Mittelgelenkresektionsarthrodese

Dieses operative Verfahren wird, da es sich um den Hauptanteil der Studie handelt, im Teil „Patienten und Methoden“ (s. Kap. 3.4) abgehandelt bzw. die spezielle Abänderung der Methode wird dargestellt.

3 Patienten und Methoden

3.1 Patienten

In dieser Studie wurden 41 Patienten operativ versorgt, hiervon waren 39 weiblich und zwei männlich. Eine Frau wurde bilateral in gleichartiger Weise versorgt. Nach eingehender klinischer und radiologischer Untersuchung wurden die Teilnehmer randomisiert und den einzelnen Gruppen zugeordnet. Die Patienten des Dhukaram Typ 3 wurden aus operationstechnischen Gründen mit einer Kirschner-Draht-Osteosynthese versorgt.

Das Durchschnittsalter aller Patienten zum Operationszeitpunkt lag bei 58,78 Jahren, das Durchschnittsalter in der K-Draht-Gruppe betrug 62,36 Jahre und das in der Ethipin-Gruppe 54,63 Jahre. Die beiden Männer waren 21 bzw. 60 Jahre alt und wurden der K-Draht-Gruppe zugeordnet.

Jüngster Patient in der mit einem K-Draht versorgten Gruppe war der 21-jährige Mann, in der mit Ethipin versorgten Gruppe ein 14-jähriges Mädchen. Ältester Patient in der K-Draht-Gruppe war eine 81-jährige und in der Ethipin-Gruppe eine 66-jährige Frau (Tabelle 2).

	K-Draht	Ethipin	Gesamt
Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation (Jahre)	62,4 (SD 12,7)	54,6 (SD 14,0)	58,8 (SD 13,7)
Jüngste(-r) Patient(-in) (Jahre)	21 (männlich)	14 (weiblich)	
Älteste(-r) Patient(-in) (Jahre)	81 (weiblich)	66 (weiblich)	

Tabelle 2: Demographische Patientendaten zum Operationszeitpunkt

Die Patienten wurden aus Gründen der Vergleichbarkeit sowohl prä- als auch postoperativ durch den gleichen Untersucher untersucht und entsprechend der Studienkriterien eingeteilt. Drei Operateure, wovon ein einzelner auch mindestens als Assistent fungierte, führten den Eingriff durch.

Bei den Patienten, die mit einem K-Draht versorgt wurden, wurde elfmal die zweite Zehe am rechten und einmal am linken Fuß operiert. Die zweite und dritte Zehe wurden zweimal rechts und einmal links versorgt. Zweimal rechts sowie einmal links wurden zweite, dritte und vierte Zehe behandelt. Zweimal wurden die Zehen drei und vier zusammen und einmal die Zehen zwei und vier sowie einmal die vierte allein am linken Fuß operiert (Tabelle 4).

In der Ethipin-Gruppe wurde sechsmal die zweite Zehe am rechten und sechsmal am linken Fuß operiert, einmal wurden zweite und dritte Zehe rechts und einmal dritte und vierte Zehe links versorgt, dreimal wurde nur die dritte Zehe rechts sowie einmal die vierte Zehe links behandelt.

In der K-Draht-Gruppe wurden folgende zusätzliche Eingriffe an anderen Zehen durchgeführt:

Fünfmal wurde zusätzlich eine subcapitale Chevron-Osteotomie an den Mittelfußköpfchen der Großzehe, neunmal wurde eine Basisanschwenk-Osteotomie am Mittelfußknochen der Großzehe durchgeführt, dreimal kam eine Akin-Osteotomie an der Großzehe zum Einsatz. Fünfmal wurden gleichzeitig eine Weil-Osteotomie und viermal eine Strecksehnenverlängerung an der Zehe mit der Mittelfußgelenkresektionsarthrodese durchgeführt. Einmal war eine Endgelenkarthrodese D I notwendig. Dreimal war kein Zusatzeingriff erforderlich (Tabelle 3).

Bei den Patienten die mit einem Ethipin versorgt wurden, wurden die nachfolgenden Eingriffe zusätzlich durchgeführt:

Eine Chevron-Osteotomie, acht Basisanschwenk-Osteotomien sowie eine Akin-Osteotomie an der Großzehe waren notwendig. Grundgelenkreversionen wurden je einmal an der Großzehe, Digitus II, III und IV vorgenommen. Eine Chevron-

Osteotomie an Digitus V und sechs Weil-Osteotomien an den Digiti II bis IV. Eine Strecksehnenverlängerung an der operierten Zehe Digitus II wurde vorgenommen und einmal musste ein Morton-Neurinom entfernt werden (Tabelle 3).

Zusätzliche Eingriffe	K-Draht	Ethipin
Chevron-Osteotomie D I	5	1
Basis-Osteotomie D I	9	8
Chevron-Osteotomie D V	0	1
Weil-Osteotomie	5	6
Strecksehnenverlängerung	4	1
Grundgelenkrevision	6	4
Akin-Osteotomie D I	3	1
Endgelenk-Arthrodese D I	1	0
Morton-Neurinom zw. D III u. D IV	0	1

Tabelle 3: Übersicht der zusätzlichen Eingriffe an den operierten Vorfüßen der untersuchten Gruppen

Die Untersuchungszeitpunkte wurden wie folgt festgelegt:

Direkt präoperativ erfolgte die erste Untersuchung. Postoperativ wurden drei Nachuntersuchungen in Abständen von sechs Wochen, drei Monaten und sechs Monaten zum Operationszeitpunkt durchgeführt.

3.2 Patientenanamnese

Die Patientenuntersuchung wurde orientiert an dem Patientenerfassungsbogen aus Kap. 13 durchgeführt. In der einleitenden Anamnese wurden Schwerpunkte neben den allgemeinen Daten wie Alter, Gewicht und Beruf, vor allem in der Erhebung und Differenzierung der aktuellen Beschwerdesymptomatik (Nacht-, Bewegungs-, Belastungs- oder Ruheschmerz) gesetzt. In einer eingehenden

Berufs- und Freizeitanamnese wurde erörtert, welche Einschränkungen (z. B. Arbeits- oder Sportunfähigkeit) mit dem Auftreten der Erkrankung verbunden waren. Schließlich wurden Art, Dauer und Erfolg der bisher durchgeführten konservativen Behandlung (Einlagenversorgung, Schuhanpassung, Pflasterzügelung usw.) erfragt (1),(s. Kap. 13).

3.3 Diagnostik

3.3.1 Klinische Untersuchung

Zu Beginn der klinischen Untersuchung erfolgte eine allgemeinorthopädische Untersuchung beider Füße im Stand. Insbesondere wurden der Rückfuß, das Fußlängsgewölbe, die Breite des Vorfußes sowie Vorfuß- und Zehenstellung beurteilt. Im Anschluss daran erfolgte die spezielle klinische Diagnostik der Zehen. Das Ausmaß der Fehlstellungen der einzelnen Gelenke wurde im Hinblick auf eine Hammer- oder Krallenzehfehlstellung oder eine verstärkte Anspannung des M. extensor digitorum longus beurteilt. Das Längenverhältnis der Kleinzehen zueinander und auch relativ zur Großzehe floss ebenfalls ein. Evtl. vorhandene Clavi an Mittelgelenk und Zehenspitze wurden auf ihre Größe und Ausprägung sowie etwaige Entzündungszeichen hin beurteilt. Im Anschluss daran erfolgte die Palpation des Vorfußes bzw. der einzelnen Zehen. Hierbei wurde die Beweglichkeit der einzelnen Zehen und ihrer Gelenke überprüft. Ein besonderes Augenmerk wurde auf das Vorliegen einer flexiblen Hammer- oder Krallenzehdeformität gelegt. Bei der kontrakten Hammerzehdeformität wurde das Ausmaß der Kontraktur im Mittelgelenk beurteilt. Bei kontrakter Krallenzehfehlstellung war zusätzlich das Ausmaß der Kontraktur im Grundgelenk entscheidend. Die Stabilität des Grundgelenks wurde durch das Verschieben des Grundglieds zum Mittelfußknochen untersucht. Gleichzeitig konnte dabei eruiert werden, ob eine Subluxation oder Luxation vorlag (1, 19, 61, 62). Mit dem Push-up-Test (Druck von plantar mit dem Daumen gegen das Mittelfußköpfchen der betroffe-

nen Zehe) wurde überprüft, ob sich die Zehndeformität ausgleichen lässt. Entstand eine Plantarflexion der Zehe oder der angrenzenden Zehen im Grundgelenk, war von einer zu hohen Anspannung des M. flexor digitorum longus auszugehen (56, Abbildung 9). Zum Abschluss wurde die Perfusion des Fußes und der Zehen durch Fußpulsertastung und Rekapillarisationstest des Zehnnagels getestet (61). Da Hammer- und Krallenzehe gehäuft mit und durch einen Hallux valgus auftreten, ist besonders darauf zu achten, ob eine isolierte operative Korrektur der Hammer- oder Krallenzehe(-n) ausreicht oder ob das operative Vorhaben auf weitere Operationsverfahren, die den gesamten Vorfuß und im Speziellen die Großzehe betreffen, ausgedehnt werden sollten. Anhand dieser Untersuchung konnte nun die Einteilung in den jeweiligen Typus nach Dhukaram vorgenommen werden (22),(s. Kap. 2.3).

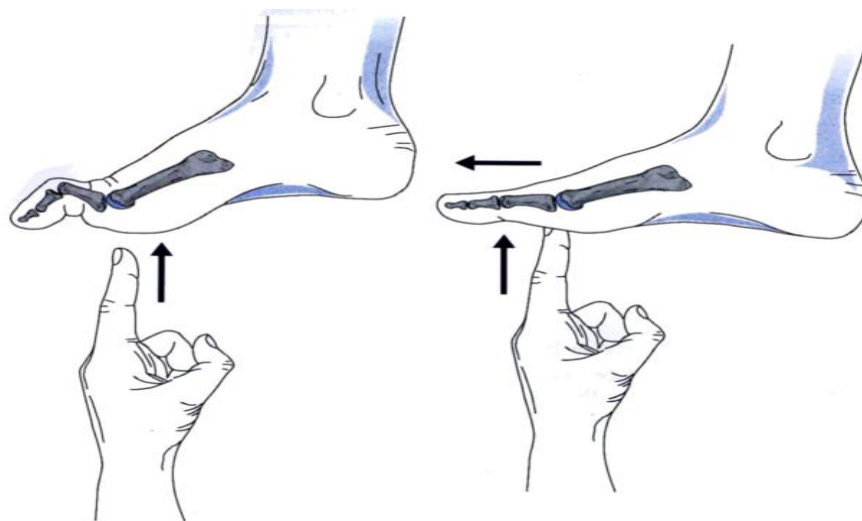


Abbildung 9: Push-up-Test (kopiert aus Wirth, C.J., Orthopädie und orthopädische Chirurgie, Bd. Fuß, 2002)

Im Anschluss daran wurde eine klinische Diagnostik speziell des Fußes und der Zehen durchgeführt. Anhand der Untersuchungsergebnisse der Kleinzehen (Stellung, Bewegungseinschränkungen, Flexibilität, Sehnenverkürzungen, Gelenkluxationen, Röntgenbildbeurteilung) wurden diese nach Dhukaram eingeteilt

(s. Kap. 2.3). Patienten mit Kleinzehe des Typ I und II wurden mit einem Ethipin-Knochenfixationsstift und solche von Typ III Kleinzehe mit einem temporären Kirschner-Draht durch Mittelgelenkresektionsarthrodese operativ versorgt (1), um zusätzliche Deformitäten, besonders einen Hallux valgus, zu erkennen und am Ende mit in die Therapieentscheidung einzubeziehen.

3.3.2 Radiologische Diagnostik

Die präoperative Röntgendiagnostik beinhaltete eine Standaufnahme des gesamten Fußes in zwei Ebenen. Im Anterior-posterior-Bild konnte die Stellung der betroffenen Zehe, besonders im Grundgelenk mit evtl. vorliegenden Achsabweichungen, beurteilt werden (Abbildung 10).



Abbildung 10: Röntgen nativ Vorfuß a.p., präoperativ: Hallux valgus mit Krallenzehdeformität D II – D IV

Weiterhin wurden der Hallux valgus- und der Intermetatarsal-Winkel gemessen. Im seitlichen Bild kommt die Achsfehlstellung in der Horizontalebene mit Luxationen und Subluxationen zur Darstellung. In dieser Ebene ist das Differenzieren der Gelenkstellung durch Überlagerungseffekte erschwert. In beiden Ebenen wurde die Gelenkdegeneration beurteilt (Abbildung 11).



Abbildung 11: Röntgen nativ Vorfuß a.p., postoperativ: Zustand nach Basis-Osteotomie bei Hallux valgus mit Mittelgelenkresektionsarthrodese bei Krallenzehdeformität D II – D IV

3.4 Methoden

3.4.1 Kirschner-Draht

Standardisiert wurde ein 1,4-mm-Kirschner-Draht aus einer Chrom-Nickel-Kobalt-Legierung für die sechswöchige Fixierung der Kleinzeharthrodese verwendet. Bei vorliegender Allergie auf einen der oben angegebenen Stoffe kam alternativ ein gleichartiger Kirschner-Draht aus reinem Titan zum Einsatz.

Der Bruttopreis für einen 1,4-mm-Kirschner-Draht lag bei 0,59 € pro Stück (inklusive 16 % MwSt).

3.4.2 Mittelgelenkresektionsarthrodese mit temporärer Kirschner-Draht-Fixation



Abbildung 12: Hallux valgus und Hammerzehen D II und D III präoperativ

Eine gerade oder auch z-förmige Hautinzision wurde dorsal über dem Mittelgelenk vorgenommen. Die Strecksehne kam so zur Darstellung (Abbildung 13).



Abbildung 13: Gerade Hautinzision über D II bei Zustand nach Chevron-Osteotomie D I

Die Strecksehnen wurden zentral längs gespalten und seitlich vom Grundgliedköpfchen abpräpariert, sodass das Mittelgelenk einzusehen war (Abbildung 14).



Abbildung 14: Längsspaltung der Strecksehne D II

Die Gelenkkapsel wurde quer durchtrennt, sodass die Grundgliedcondyli über das Hautniveau luxiert werden konnten. Plantarseitig wurde die Gelenkkapsel scharf und/oder stumpf vom Grundgliedköpfchen abgelöst (Abbildung 15).



Abbildung 15: Darstellung des Grundgliedköpfchens

Mit dem Liston war es möglich, die Condyli der Grundphalanx spitz zulaufend abzutrennen (Abbildung 16).



Abbildung 16: Condyliresektion am Grundgliedköpfchen D II

Dann wurde die korrespondierende Gelenkfläche der Basis des Mittelgliedes dargestellt und die Knorpelanteile entfernt bis Spongiosa freilag (Abbildung 17).



Abbildung 17: Entknorpelung der Basis des Mittelgliedes D II

Mit kleinen Klemmen, im aufsteigenden Durchmesser, wurde stumpf ein ca. zwei bis drei Millimeter großer Aufnahmekanal in die Basis des Mittelgliedes präpariert (Abbildung 18).



Abbildung 18: Eröffnen des Aufnahmekanals im Mittelglied D II

Ein an der stumpfen Seite angespitzter 1,4 mm dicker Kirschner-Draht wurde von retrograd in den Aufnahmekanal im Mittelglied hineingetrieben. Dieser durchstieß auch das Endglied, um möglichst zentral an der Zehenspitze subungual cutan auszutreten (Abbildung 19, Abbildung 20).



Abbildung 19: Retrogrades Einbringen des 1,4 mm starken Kirschner-Drahtes (I)



Abbildung 20: Retrogrades Einbringen des 1,4 mm starken Kirschner-Drahtes (II)

Der Kirschner-Draht wurde so weit durch das Mittelglied gezogen, bis die eigentliche Kirschner-Draht-Spitze in Höhe der Mittelphalanxbasis zu liegen kam (Abbildung 21).



*Abbildung 21: Aufsetzen von Grund- und Mittelglied
D II*

Die beiden resezierten Mittelgelenkanteile von Grundgliedköpfchen und Mittelgliedbasis wurden bei liegendem Kirschner-Draht anatomiegerecht reponiert. Unter Fixierung der Reposition wurde der Kirschner-Draht in das Grundglied und das Grundgelenk übergreifend bis in das Mittelfußknochenköpfchen vorgerieben (Abbildung 22).

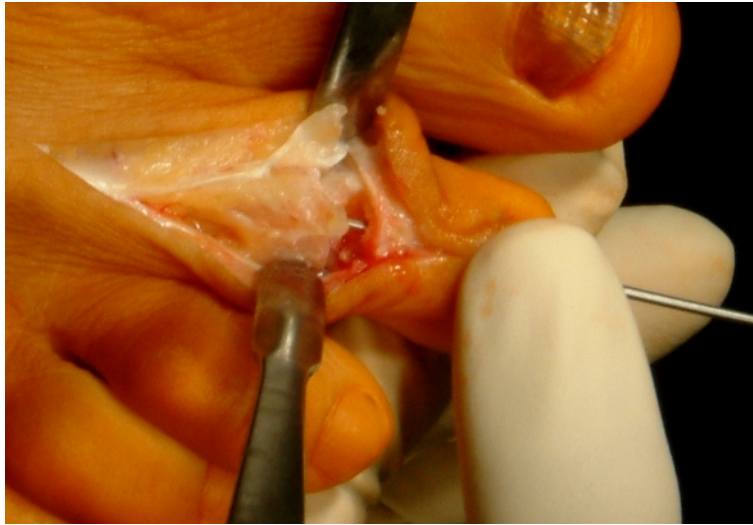


Abbildung 22: Vortreiben des Kirschner-Drahtes und Fixierung der Arthrodesese D II

Das aus der Zehenspitze herausschauende Ende des Kirschner-Drahtes wurde nach dorsal umgebogen und gekürzt (Abbildung 23).



Abbildung 23: Fixierte Kleinzehe nach Umbiegen und Einkürzen des Kirschner-Drahtes D II

Je nach Spannungssituation der Sehne des M. extensor digitorum longus wurde diese zuvor längs gespaltene Sehne mit einem 5-0er-Sehnenfaden wieder spannungsfrei durch Einzelknopfnähte adaptiert (Abbildung 24).



Abbildung 24: Strecksehnenverlängerung mit spannungsfreier Naht

Nach Eröffnen der präoperativ angelegten Blutleere und ggf. Blutstillung wurde die Haut mit Einzelknopfnähten wieder verschlossen (Abbildung 25).



Abbildung 25: Endgültiges Korrekturergebnis D I bis D III

Zusätzliche Weichteileingriffe am Grundgelenk oder am Mittelfußköpfchen konnten problemlos mit einer Hautschnitterweiterung über das Grundgelenk hinaus durchgeführt werden. Eingriffe und Korrekturen an der Großzehe wurden in der Regel vor der Durchführung der Mittelgelenkresektionsarthrodese vorgenommen.

Nach Fotodokumentation und Anlage eines sterilen Wundverbandes wurde der Fuß für zwei bis vier Tage in einer Unterschenkelgipsschale ruhig gestellt. Sobald ein geringer Schwellungszustand erreicht war, kam es zur Anpassung auf einen Vorfußentlastungsschuh (Abbildung 26) mit normaler Gehbelastung.



Abbildung 26: Vorfußentlastungsschuhversorgung nach Mittelgelenkresektionsarthrodese mittels eines Kirschner-Drahtes D II unter Gehbelastung, sechster postoperativer Tag

Zur Nacht legten die Patienten eine angepasste Bay-Cast-Schiene als Schutz an. Diese Situation wurde für insgesamt sechs Wochen belassen. Zum Schutz vor Thromboembolien wurde subkutan eine Anti-Thrombose-Prophylaxe verabreicht. Eine Thrombozytenkontrolle zum Ausschluss einer Heparin-induzierten Thrombozytopenie (HIT) wurde zwischen dem siebten und zwölften Tag durchgeführt. Die Hautfäden konnten nach zehn bis zwölf Tagen entfernt werden. Bei einer ambulanten Wiedervorstellung sechs Wochen postoperativ kam es ohne

weitere anästhesiologische Maßnahmen zur Entfernung des Kirschner-Drahtes. Ab diesem Zeitpunkt konnte wieder auf Konfektionsschuhe umgestellt werden. Zusatzeingriffe veränderten das postoperative Nachbehandlungsschema, so dass die Patienten einer Sohlenversteifung im Alltagsschuh bedurften. Eine normale Alltagsbelastung der operierten Kleinzehe war erlaubt.

3.4.3 Ethipin-Knochenfixationsstift

Der Ethipin-Knochenfixationsstift (Fa. Ethicon, Norderstedt, Deutschland) besteht aus Poly-p-dioxanon - einem aliphatischen Polyester - und wird durch hydrolytische Spaltung über einen definierten Zeitraum abgebaut. Ein standardisierter Durchmesser von 1,3 mm bei einer Länge von 40 mm wurde gewählt; dieser kann je nach Situation sowie Indikation beliebig gekürzt werden. Der Ethipin-Knochenfixationsstift kam bisher bei der Fixierung von kleinen Knochen- oder Knorpelknochenfragmenten zum Einsatz. Da dieser langsam über sechs Monate hydrolysiert und damit resorbiert wird, muss kein Zweiteingriff zur Entfernung des Osteosynthesematerials vorgenommen werden. Der Ethipin weist trotz seiner Flexibilität eine Scherkraft von 235 Newton auf, die sich durch temporäre Resorption über einen definierten Zeitraum reduziert (Tabelle 4).

Tage nach Implantation	Scherkraft in Newton	Scherkraft in %
1	235	100
14	197,4	84
28	176,25	75
42	86,95	37

Tabelle 4: Ethipin-Knochenfixationsstift: Scherkraftabnahme nach Implantation im zeitlichen Verlauf

Bei der Technik der Ehipin-Implantation wurde das Fragment oder der zu fixierende Knochen korrekt anatomisch als Probereposition reponiert. Mit dem 1,3 mm starken Kirschner-Draht wurde alsdann ein Bohrkanal an entsprechender Stelle und in ausreichender Tiefe platziert. Eine Messsonde bestimmte die Bohrkanaltiefe und musste so weit in den Applikator eingeschoben werden, bis das Messgummi die Applikatorspitze erreichte. Das am anderen Applikatorende überschüssige Stück des Ehipin-Fixationsstifts wurde abgetrennt. Der Applikator musste mit dem darin enthaltenen Ehipin-Knochenfixationsstift auf den Bohrkanal aufgesetzt und mit dem Stempel eingeschoben werden. Bei Knochenfragmenten sind mindestens zwei Ehipin-Knochenfixationsstifte in divergierenden Richtungen erforderlich.

Bei der Verwendung des Ehipin-Knochenfixationsstifts für eine Arthrodesse wurde je ein Bohrkanal in die zu arthrodetisierenden Knochen gebohrt. Die beiden Bohrkanäle wurden ausgemessen und die Längen addiert. Entsprechend dieses Ergebnisses kam es zur Einkürzung des Ehipin-Knochenfixationsstifts und zur Platzierung in die Bohrkanäle, woraufhin die zu arthrodetisierenden Knochenenden eine feste Kompression aufweisen mussten, um die Integration zu gewährleisten. Es sollte eine möglichst langstreckige intraossäre Fixierung angestrebt werden.

Der Bruttopreis für ein Ehipin-Set mit drei Ehipin-Knochenfixationsstiften à 40 mm, drei Applikatoren, einer Messsonde, einem Stempel und zwei Kirschner-Drähten à 1,3 mm betrug 56,23 € (inkl. 16 % MwSt), Stand: 12/2005 (15).

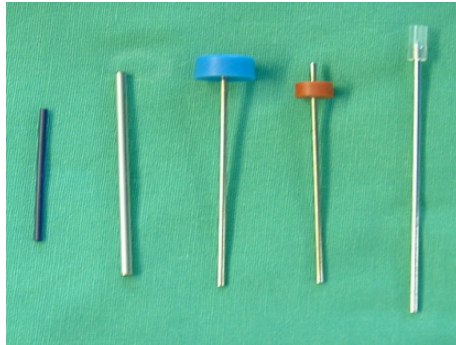


Abbildung 27: Ehipin-Set, Fa. Ethicon, Norderstedt, Deutschland

Enthalten in einem Ehipin-Set waren (v.l.n.r., Abbildung 27):

3 Ehipins (nur einer abgebildet), eine Ehipin-Führungshülse, ein Nachschiebestößel, eine Messlehre, ein Bohrdraht.

3.4.4 Mittelgelenkresektionsarthrodese mit Ehipin-Fixationsstift

Der Hautschnitt bzw. der Zugangsweg sowie die Resektion der Condylä des Grundgliedes und die Entknorpelung der Mittelgliedbasis wurden wie in Kap. 3.4.2 beschrieben durchgeführt.



Abbildung 28: Nicht-kontrakter Hammerzehen D IV mit Hallux valgus

Mit dem 1,3-mm-Kirschner-Draht aus dem Ehipin-Knochenfixations-Set wurden die beiden Bohrkanäle für die Ehipinaufnahme gebohrt, je einer in Grund- und Mittelglied. Diese Bohrkanäle sollten möglichst senkrecht zur Resektionsebene verlaufen und zentral in den Schaft des Knochens hineinführen (Abbildung 29, Abbildung 30).



Abbildung 29: Legen des Ehipin-Bohrkanales im Grundglied D IV



Abbildung 30: Legen des Ehipin-Bohrkanales im Mittelglied nach Präparation des Aufnahmekanales D IV

Nach dem Ausmessen der Bohrkanallängen und Addition dieser beiden Messergebnisse wurde der Ethipin-Knochenfixationsstift auf die ausgemessene Länge gekürzt (Abbildung 31).



Abbildung 31: Einkürzen des Ethipin-Fixationsstifts auf die ausgemessenen Bohrkanallängen

Der eingekürzte Ethipin-Knochenfixationsstift wurde dann in den Bohrkanal des Grundglieds geschoben (Abbildung 32).

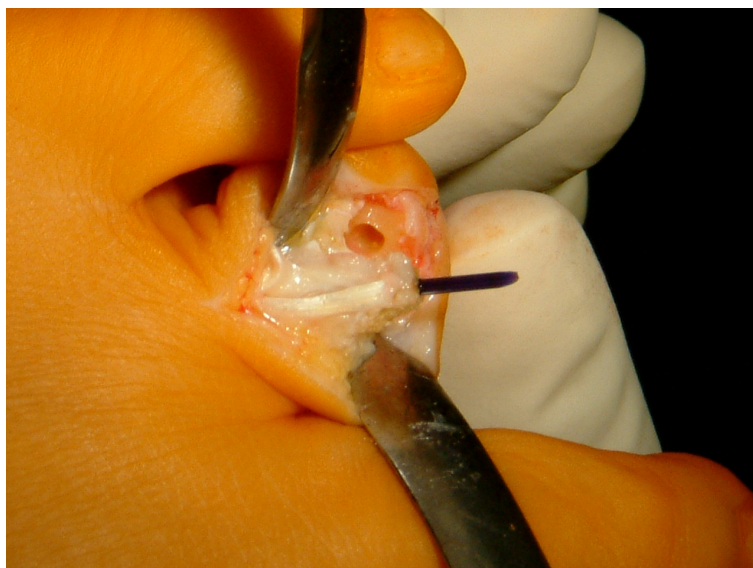


Abbildung 32: Einbringen des Ethipins in das Grundglied D IV

Das aus dem Grundglied herausragende Ende des Ethipin-Fixationsstifts wurde in den Bohrkanal des Mittelgliedes unter Reposition der Mittelphalanx geschoben (Abbildung 33, Abbildung 34).

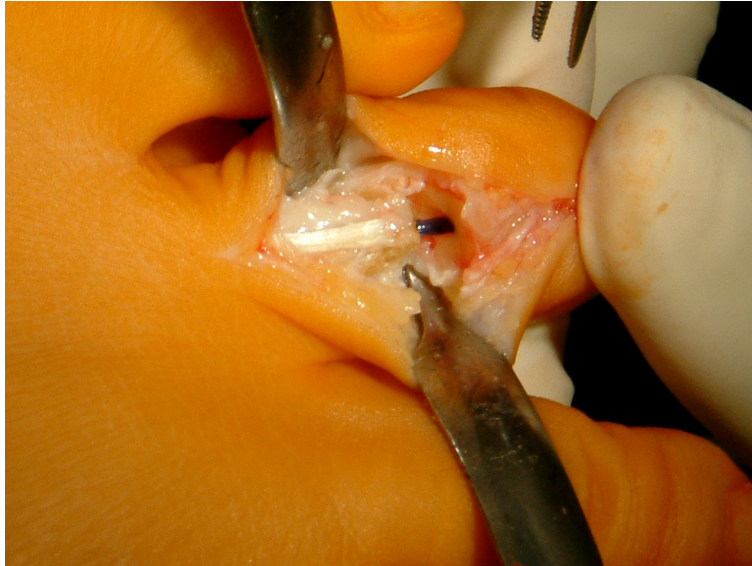


Abbildung 33: Aufsetzen des Mittelgliedes mit Einführung des Grundgliedes in den Aufnahmekanal D IV



Abbildung 34: Vollständige Reposition der Kleinzehe D IV

Mit der Sehne des M. extensor digitorum longus wurde nun genauso verfahren wie bei der Mittelgelenkresektionsarthrodese mit Kirschner-Draht (s. Kap.3.4.2).

Andere zusätzliche Eingriffe an Grundgelenk, Mittelfußknochen und Großzehe sollten ebenfalls vorab durchgeführt werden (Abbildung 35).



Abbildung 35: Postoperatives Ergebnis nach Ethipin-Mittelgelenkresektionsarthrodese D IV und Chevron-Osteotomie D I

Die Nachbehandlung unterscheidet sich von den Patienten die mit einem Kirschner-Draht versorgt wurden nicht. Die Entfernung des Kirschner-Drahtes sechs Wochen postoperativ entfällt bei dieser Operationsmethode (s. Kap. 3.4.2).

3.4.5 Zusatzeingriffe

3.4.5.1 Weichteileingriffe am Grundgelenk

Dieses Verfahren kam in der Regel nur in Kombination mit den anderen oben aufgeführten Verfahren bei schweren Zehendeformitäten zum Einsatz. Alleinig

war es nur bei bei Zehendeformitäten vom Typ I nach Dhukaram zu erwägen, wurde aber von keinem Autor als isolierter Eingriff beschrieben (1, 61, 62).

Der schon für die Mittelgelenkresektionsarthrodese benötigte Hautschnitt wurde über das Grundgelenk hinaus verlängert. So konnten die Strecksehnen dargestellt werden, wobei die lateral gelegene kurze Strecksehne je nach Ausprägungsgrad der Deformität auch vollständig durchtrennt wurde. Die dann durchgeführte Kapsolyse verbesserte die Grundgelenkbeweglichkeit. Stellte sich die Zehe im Grundgelenk weiterhin nicht korrekt ein, ist die Strecksehne z-förmig für eine Sehnenverlängerung durchtrennt worden (24). Lag eine Luxation im Grundgelenk vor, wurden knöcherne Eingriffe durchgeführt (s. Kap. 3.4.5.2). Dies geschah durch eine Weil-Osteotomie zur Verkürzung des Mittelfußknochens im Köpfchenbereich, sodass die Zehe endgültig gut eingestellt werden konnte. Dazu wurde diese über dem Gelenkspalt allumgreifend quer inzidiert. Plantarseitig konnte die Gelenkkapsel stumpf, z. B. mit dem kleinen Raspatorium, nach der Luxation des Mittelfußköpfchens von diesem nach proximal gelöst werden. War die nun reponierte Zehenstellung achsgerecht, wurde sie durch einen von distal, perkutan eingebrachten und alle Zehengelenke übergreifenden Kirschner-Draht bis in das Mittelfußköpfchen vorgetrieben und fixiert. Spannungsfrei konnte dann die Z-Plastik der langen Extensorensehne wieder vernäht werden (24). Im Anschluss wurde die Haut direkt, ggf. nach Blutstillung, mit Einzelknopfnähten verschlossen. Die Grundgelenkkapsel blieb unverschlossen. Der Kirschner-Draht verblieb für insgesamt sechs Wochen und wurde dann ohne anästhesiologische Maßnahmen entfernt. Im Anschluss an die Operation war eine normale Gehbelastung in einem Verbandsschuh erlaubt, oft wurde aber ein Vorfußentlastungsschuh für die Zeit der Kirschner-Draht-Fixation zur Komfortsteigerung des Patienten verordnet. Entscheidend war, dass die Dorsalflexion im Grundgelenk aufgehoben werden konnte.

3.4.5.2 Verkürzungsosteotomien

Sie werden isoliert als Alternative bei Kleinzehdeformitäten und als zusätzliches Operationsverfahren bei multiplen oder zusätzlichen Vorfußkrankungen angewandt. Das pathologische Längenverhältnis zu Metatarsale I (61) und eine ausgeprägte Metatarsalgie sind die häufigsten Indikationen. Durch diese Osteotomien wird das Mittelfußköpfchen auf das unverbrauchte Fettpolster geschoben. Die folgenden Eingriffe wurden eingesetzt:

3.4.5.2.1 Weil-Osteotomie

Nach üblichem Zugang (s. Kap. 3.4.2) bzw. Schnittverlängerung nach distal wurden das Mittelfußköpfchen und der -schaft freigelegt und der Mittelfußknochen mit der oszillierenden Säge langstreckig von dorsal distal nach plantar proximal bei ca. 30° Neigung osteotomiert. Auf dieser Osteotomiefläche konnte das Mittelfußköpfchen Richtung Ferse um ein bis drei Millimeter verschoben werden. Die osteosynthetische Fixierung erfolgte in der Regel mit einer Minifragmentschraube (3, 23, 30, 62).

3.4.5.2.2 Helal-Osteotomie

Nach unverändertem Zugangsweg (s. Kap. 3.4.2) erfolgte die Osteotomie am Mittelfußknochen kurzstreckig subcapital von dorsal proximal nach plantar distal. Entlang der Osteotomie wurde das Mittelfußköpfchen ein bis drei Millimeter Richtung Ferse verschoben. Die Osteotomie wurde temporär durch einen Kirschner-Draht fixiert (11, 18, 62).

3.4.5.2.3 Chevron-Osteotomie D II - IV

Es erfolgte die Darstellung des Mittelfußköpfchens sowie des distalen Mittelfußs. Mit der oszillierenden Säge wurde eine spitz zulaufende, v-förmige

Osteotomie direkt proximal des Mittelfußköpfchens gewählt. Die Schnittebenen verliefen von dorsal nach plantar, wobei die V-Spitze Richtung Mittelfußköpfchen wies und mittig im Mittelfußknochen lag. An dieser Schnittebene wurde das Köpfchen um etwa ein bis zwei Millimeter nach dorsal geschoben, um hier eine entsprechende Entlastung zu erreichen. Temporär fixiert wurde diese Position mit einem von distal, axial eingebrachten, zehengelenkübergreifenden Kirschner-Draht (11, 18, 62).

3.4.5.3 Z-förmige Sehnenverlängerung

Die dargestellte Sehne, z. B. des M. extensor digitorum longus, wurde auf eine 1,5 bis 2 cm Länge längsgespalten. An den Schnittenden dieser Längsspaltung wurde die Sehne einerseits nach medial und andererseits nach lateral vollständig durchtrennt, sodass zwei gleich lange – aber im Querdurchmesser um die Hälfte reduzierte – Sehnenanteile entstanden. Diese konnten spannungsfrei wieder aneinandergelegt und mit Einzelknopfsehnenfäden readaptiert werden. Hierdurch entstand eine verjüngte, aber spannungsfreie und verlängerte Sehne (22, 24).

3.5 Erfassungsbögen

Anhand eigener Erfahrungen wurde die subjektive Einschätzung verschiedener Parameter wie der Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis, des aktuellen Schmerzempfindens, der Einschränkung in der Berufsausübung sowie der Sportfähigkeit und der Alltagsaktivität mit visuellen Analogskalen erfasst.

Zur Beurteilung und vergleichenden Analyse der in Anamnese und Untersuchung erlangten Ergebnisse kam der internationale AOFAS-Untersuchungs-Score zur Anwendung. Der Score der Amerikanischen Orthopädischen Gesellschaft für Fuß und Sprunggelenk folgt dem Prinzip der Punktevergabe, um eine standardisierte Einordnung von subjektiven und objektiven Faktoren in Nummernskalen vornehmen zu können. Hohe Punktwerte entsprechen hierbei einem guten subjektiven und objektiven Zustand, niedrige Werte einem schlechteren Zustand. Der Vergleich von prä- und postoperativ erreichten Punktwerten lässt einen objektiven Rückschluss auf das Operationsergebnis zu (26).

Die visuellen Analogskalen und der AOFAS-Score wurden präoperativ sowie sechs Wochen, drei Monate und sechs Monate postoperativ ermittelt.

Schließlich wurde unter Hinzunahme der deutschen Ausgabe des „SF-36-Health-Survey“ eine mögliche Beeinträchtigung des psychosozialen Hintergrundes durch die Erkrankung und ihre Folgen hinterfragt. Erfasst wurde der „SF-36-Health-Survey“ präoperativ sowie sechs Monate postoperativ (8).

3.5.1 Visuelle Analogskalen

3.5.1.1 Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis

Am Ende der jeweiligen Untersuchung wurde in einer visuellen Analogskala die Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis erfragt. Hier konnten die Patienten einen Wert auf einer Linie von 0 (gar nicht) bis 10 (sehr) angeben.

3.5.1.2 Subjektiver Schmerzstatus

Der subjektive Schmerzstatus wurde auf einer analogen Skala mit den Werten 0 für Schmerzfreiheit und 10 für sehr starke Schmerzen dokumentiert.

3.5.1.3 Subjektive Beeinträchtigung der Alltagsaktivität

Auf einer Skala von 0 (keine Beeinträchtigung) bis 10 (sehr starke Beeinträchtigung) konnten die Patienten ihre aktuelle Selbsteinschätzung der alltäglichen Beeinträchtigung beziffern.

3.5.1.4 Einschränkung in Berufs- oder Sportausübung

Zur Ermittlung der Einschränkung in der Berufs- bzw. Sportausübung diente jeweils eine visuelle Analogskala mit den Werten 0 für „nein“ und 10 für „sehr stark“.

3.5.1.5 AOFAS-Untersuchungs-Score

3.5.1.6 Kleinzeigen- und Mittelfußzehen-Skala

Der Score der American Orthopaedic Foot and Ankle Society (22, 26) erfasst sämtliche Pathologien und Therapieergebnisse des Fußes. In diesem Fall wurde die Vorfuß-Skala (Kleinzeigen-Metatarsal-Zehen-Zwischenzehen-Skala) gewählt. Diese dient zur Standardisierung von unterschiedlichen Zehenerkrankungen der Zehen II bis V, im Speziellen Hammer-, Krallen- und Malletzehen. Es können maximal 100 Punkte erzielt werden. Je höher die Punktzahl, desto besser ist das objektive Ergebnis bzw. die Zufriedenheit des Patienten, wobei die einzelnen Erfassungsmerkmale auch noch in ihrer Wertigkeit mit der Punktzahlhöhe berücksichtigt werden. Der Unterpunkt der PIP-Beweglichkeit wurde, da er

die Bewertung bei gewollter Versteifung verfälschen würde, mathematisch aus der Untersuchung entfernt und um eine Vergleichbarkeit zu erhalten auf 100 Punkte normiert. In der AOFAS-Skala bedeutet eine schlechte Beweglichkeit im PIP-Gelenk eine Verschlechterung des Gesamtergebnisses. In unserer Untersuchung wird die Nichtbeweglichkeit als positiv bewertet. Eine Wertung wurde durch eine vierstufige Einteilung mit „mangelhaft“ (0 bis 24 Punkte), „befriedigend“ (25 bis 49 Punkte), „gut“ (50 bis 74 Punkte) und „sehr gut“ (75 bis 100 Punkte) vorgenommen.

3.5.1.7 Schmerzen

Keine: 40 Punkte, wenig: 30 Punkte, moderat und täglich: 20 Punkte sowie immer: 0 Punkte.

3.5.1.8 Aktivitätseinschränkung

Keine: 10 Punkte, Einschränkung bei anstrengenden Aktivitäten: 7 Punkte, Einschränkung der täglichen sowie anstrengenden Aktivitäten: 4 Punkte, schwerste Einschränkung der täglichen und anstrengenden Aktivitäten: 0 Punkte.

3.5.1.9 Schuhwerk

Konfektionsschuhe: 10 Punkte, Komfortschuhe oder Schuh-Einlagen: 5 Punkte, Schuhzurichtungen oder Orthesen: 0 Punkte.

3.5.1.10 Beweglichkeit im Zehen-Grundgelenk

75° oder mehr: 10 Punkte, 30° - 74°: 5 Punkte, unter 30°: 0 Punkte.

3.5.1.11 Grundgelenkstabilität (alle Ebenen)

Stabil: 5 Punkte, instabil oder disloziert: 0 Punkte.

3.5.1.12 Callus in Relation zur Grund- und Mittelphalanx

Kein Callus oder asymptomatischer Callus: 5 Punkte, Callus oder Symptomatik: 0 Punkte.

3.5.1.13 Ausrichtung der Zehen

Gut: 15 Punkte, Mittelmäßig, aber ohne Symptome: 8 Punkte, schlechte Ausrichtung oder Symptome: 0 Punkte.

3.5.2 Der SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung)

Zusätzlich wurde mittels eines zweiten Scores, der deutschen Ausgabe des SF-36-Health-Survey, evaluiert, ob und wenn ja, welche Veränderungen des psychosozialen Hintergrundes der Patienten durch die körperlichen und seelischen Beeinträchtigungen der Erkrankung aufgetreten sind. Es handelt sich hierbei um elf Fragenblöcke in der Reihenfolge: Gesundheitszustand allgemein (von 1 = ausgezeichnet bis 5 = schlecht), Vergleich zum vergangenen Jahr (von 1 = viel besser bis 5 = viel schlechter), einer Skala der täglichen Tätigkeiten (anstrengende Tätigkeit, mittelschwere Tätigkeit, Einkaufstaschen heben, mehrere Treppenabsätze steigen, einen Treppenabsatz steigen, sich beugen oder bücken, mehr als einen Kilometer zu Fuß gehen, mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen, eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen, sich baden oder anziehen) mit je drei Antwortmöglichkeiten von 1 (stark eingeschränkt), 2 (etwas eingeschränkt) und 3 (nicht eingeschränkt). Des Weiteren gilt es, die Fragen nach Schwierigkeiten bei alltäglichen Tätigkeiten in den letzten vier Wochen (ja/nein) im Vergleich zur sonst üblichen Ausdauer, der Schaffensmenge,

-art und -ausführung, beeinflusst durch zum einen körperliche und zum anderen seelische Probleme. Es schließen sich die Fragen nach der Beeinträchtigung des Kontaktes zu Familie, Freunden oder Bekannten durch den körperlichen oder seelischen Zustand (von 1 = überhaupt nicht bis 5 = sehr stark) an. Stärke der Schmerzen (von 1 = keine Schmerzen bis 6 = sehr starke Schmerzen), Behinderung bei Alltagstätigkeiten durch Schmerzen in den vergangenen vier Wochen (von 1 = überhaupt nicht bis 5 = sehr stark), eine Skala zum allgemeinen Befinden (voller Schwung, sehr nervös, niedergeschlagen, ruhig und gelassen, voller Energie, entmutigt und traurig, erschöpft, glücklich, müde), Beeinträchtigung des Kontaktes zu anderen Menschen in den letzten vier Wochen (von 1 = immer bis 5 = nie) werden ebenfalls erfragt. Schließlich werden die Einschätzung der eigenen Person (von 1 = trifft ganz zu bis 5 = trifft überhaupt nicht zu) zu den folgenden vier Aussagen abgefragt: „Ich scheine etwas leichter krank zu werden als andere“, „Ich bin genauso gesund wie alle anderen“, „Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt“ und „Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit“ (8).

Anhand der 36 Fragen aus den elf genannten Frageblöcken ließen sich schließlich acht Subskalen und zwei Summenskalen ableiten. Die Ergebnisse sind sowohl als Vergleich der beiden Gruppen wie auch als Vergleich im Patientenkollektiv im Ergebnisteil aufgeführt. Die Addition der jeweils ersten vier Subskalen ergibt die körperliche, die der letzten vier Subskalen die psychische Summenskala (Tabelle 5, 8).

Aufgrund bekannter Werte von gesunden, altersgleichen bundesdeutschen Probanden können Abweichungen in der körperlichen und psychischen Summenskala dargestellt werden.

Körperliche Summenskala	1. Körperliche Funktionsfähigkeit	KÖFU
	2. Körperliche Rollenfunktion	KÖRO
	3. Schmerz	SCHM
	4. Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	AGES
Psychische Summenskala	5. Vitalität	VITA
	6. Soziale Funktionsfähigkeit	SOFU
	7. Emotionale Rollenfunktion	EMRO
	8. Psychisches Wohlbefinden	PSYC

Tabelle 5: Summenskalen und Subskalen im SF-36-Health-Survey-Score

3.5.3 Statistische Auswertung

Bei dieser Studie wurde eine deskriptive Statistik benutzt, bei der mit arithmetischen Mittelwerten und Standardabweichungen gearbeitet wurde.

Um eine statistische Signifikanzüberprüfung der Ergebnisse durchführen zu können, wurden die zwei Patientengruppen unter Zuhilfenahme zweier nichtparametrischer Tests (die folglich keine Normalverteilung voraussetzen) untersucht.

3.5.3.1 Wilcoxon-Test

Zum einen kam der Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben zum Einsatz um, ein- und dieselbe Patientengruppe prä- bzw. postoperativ miteinander vergleichen zu können.

3.5.3.2 Mann-Whitney-Test

Zum anderen wurde der Mann-Whitney-Test für zwei nicht-verbundene Stichproben benutzt, um die beiden Gruppen zusammen prä- bzw. postoperativ miteinander in Beziehung zu setzen: Überprüft wurde, ob sich der Befund sechs Monate postoperativ signifikant vom präoperativen Befund unterscheidet.

Das Signifikanzniveau für beide Tests wurde dabei auf $p < 0,05$ festgelegt.

4 Ergebnisse

4.1 Visuelle Analogskala

4.1.1 Subjektive Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis

Auf einer visuellen Skala von 0 (gar nicht) bis 10 (sehr gut) wurde im gesamten Patientenkollektiv zu den Nachuntersuchungsterminen nach sechs Wochen, drei und sechs Monaten die Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis ermittelt. Insgesamt war bereits sechs Wochen postoperativ eine hohe Patientenzufriedenheit in der K-Draht-Gruppe mit 8,64 (SD 1,22) und in der Ethipin-Gruppe mit 8,42 (SD 1,50) zu erkennen. Sowohl nach drei Monaten mit 8,95 (SD 1,36) für die K-Draht-Gruppe und 9,00 (SD 1,41) für die Ethipin-Gruppe als auch nach sechs Monaten verbesserte sich die postoperative Zufriedenheit in beiden Gruppen leicht mit 9,36 (SD 0,73) für die K-Draht-Gruppe und 9,53 (SD 0,70) für die Ethipin-Gruppe (Abbildung 36).

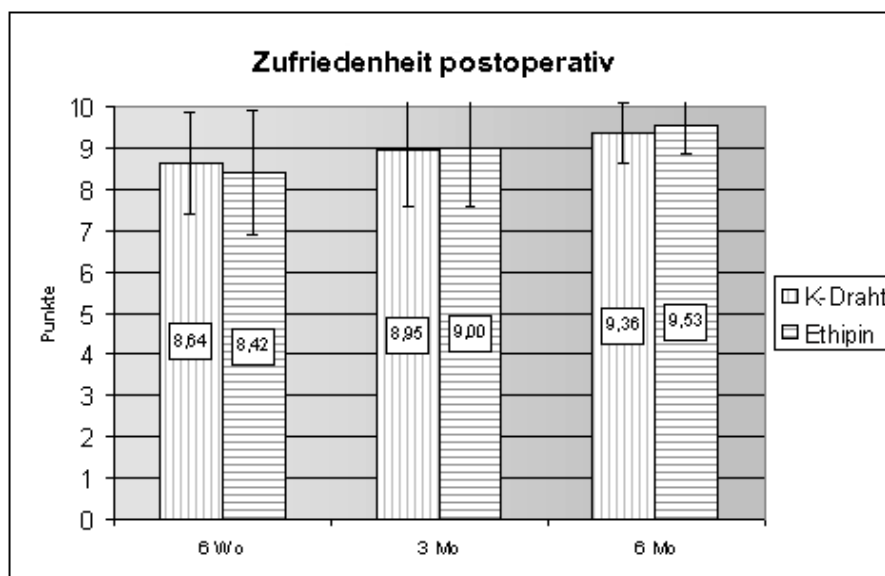


Abbildung 36: Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis beider Untersuchungsgruppen sechs Wochen, drei Monate und sechs Monate postoperativ

Eine Unterteilung der absoluten Werte in die fünf Kategorien „sehr gut“ (Werte: 9-10), „gut“ (Werte: 7-8), „befriedigend“ (Werte: 5-6), „ausreichend“ (Werte: 3-4) und „schlecht“ (Werte 0-2) ergab folgende Resultate:

Sechs Wochen postoperativ wurden für die Gruppe der mit K-Draht versorgten Patienten 59,09 % (13 Patienten) im „sehr guten“ Bereich, 31,82 % (7 Patienten) im „guten“ Bereich sowie 9,09 % (2 Patienten) im „befriedigenden“ Bereich ermittelt. In der mit Ethipin versorgten Gruppe lagen 52,63 % (10 Patienten) im „sehr guten“, 36,84 % (7 Patienten) im „guten“ und 10,53 % (2 Patienten) im „befriedigenden“ Bereich (Tabelle 6).

Sechs Wochen postoperativ	K-Draht	Ethipin
sehr gut	13	10
gut	7	7
befriedigend	2	2
ausreichend	0	0
schlecht	0	0

Tabelle 6: Patientenzufriedenheit mit dem Operationsergebnis sechs Wochen postoperativ

In der Gruppe der mit K-Draht versorgten Patienten wurden drei Monate postoperativ 72,73 % (16 Patienten) im „sehr guten“ Bereich, 18,18 % (4 Patienten) im „guten“ und 9,09 % (2 Patienten) im „befriedigenden“ Bereich gezählt. Die Werte der mit Ethipin versorgten Gruppe betragen 78,94 % (15 Patienten) im Bereich „sehr gut“ sowie 10,53 % (2 Patienten) im „guten“ und 10,53 % (2 Patienten) im „befriedigenden“ Bereich (Tabelle 7).

Drei Monate postoperativ	K-Draht	Ethipin
sehr gut	16	15
gut	4	2
befriedigend	2	2
ausreichend	0	0
schlecht	0	0

Tabelle 7: Patientenzufriedenheit mit dem Operationsergebnis drei Monate postoperativ

Sechs Monate postoperativ wurden in der K-Draht-Gruppe 86,36 % (19 Patienten) im „sehr guten“ und 13,64 % (3 Patienten) im „guten“ Bereich gemessen. Die Ethipin-Gruppe zeigt 89,47 % (17 Patienten) im „sehr guten“ Bereich und 10,53 % (2 Patienten) im „guten“ Bereich (Tabelle 8).

Sechs Monate postoperativ	K-Draht	Ethipin
sehr gut	19	17
gut	3	2
befriedigend	0	0
ausreichend	0	0
schlecht	0	0

Tabelle 8: Patientenzufriedenheit mit dem Operationsergebnis sechs Monate postoperativ

In allen Nachuntersuchungen beider Gruppen befanden sich keine Patienten in den Bereichen „ausreichend“ und „schlecht“. In der Kontrolluntersuchung nach sechs Monaten befand sich auch kein Patient mehr in dem „befriedigenden“ Bereich. Der Mann-Whitney-Test mit einem p-Wert von 0,427 schließt einen signifikanten Unterschied aus.

4.1.2 Subjektive Einschränkung der Berufsausübung

Auf die Frage, ob die Patienten vor und nach der Operation an den Kleinzehen in ihrer Berufsausübung eingeschränkt seien, ließen sich in der visuellen Analogskala mit den Werten 0 (nein) und 10 (sehr stark) im Folgenden dargestellten durchschnittlichen Werte ermitteln. Diagramm 37 zeigt, dass sechs Wochen postoperativ die mittels K-Draht versorgten Patienten eine Verschlechterung mit 4,05 (SD 2,03) im Vergleich zu präoperativ von 2,86 (SD 2,71) angaben. Die Vergleichsgruppe, die mit einem Ethipin arthrodetisiert wurde, zeigte Werte von 3,89 (SD 1,94) zu präoperativ von 3,21 (SD 2,12). Bereits drei Monate postoperativ konnte ein eindeutig besserer Wert mit 1,64 (SD 1,09) für die K-Draht-Gruppe und 1,11 (SD 0,32) für die Ethipin-Gruppe als präoperativ ermittelt werden. Diese Entwicklung einer deutlichen Verbesserung vollzog sich weiterhin in dem Zeitraum vom dritten zum sechsten postoperativen Monat mit Werten von 1,32 (SD 0,72) für die mittels K-Draht versorgten Patienten sowie von 1,00 (SD 0,00) für die mittels Ethipin versorgten Patienten. Im Verlauf war zu erkennen, dass sich in beiden Gruppen die Einschränkung der Berufsausübung verminderte. Dieses ist mit p-Werten von 0,000 sechs Monate postoperativ im Wilcoxon-Test in beiden Untersuchungsgruppen signifikant.

Im Verhältnis zueinander verbesserten sich die Durchschnittswerte der mit Ethipin versorgten Gruppe leicht zu denen der mit K-Draht versorgten Gruppe, im Mann-Whitney-Test ist dieses mit einem p-Wert von 0,029 signifikant (Abbildung 37).

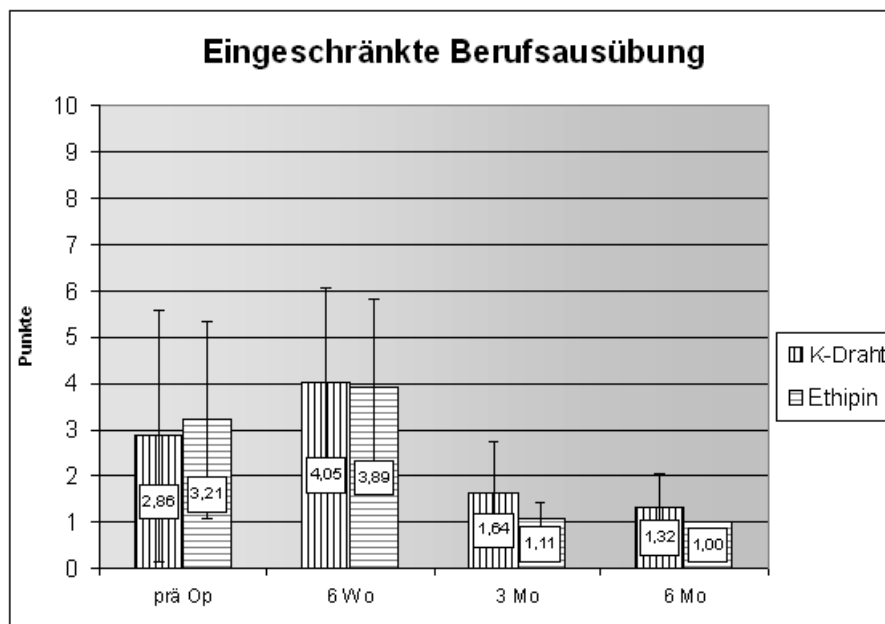


Abbildung 37: Eingeschränkte Berufsausübung beider Untersuchungsgruppen im zeitlichen Verlauf

4.1.3 Subjektive Einschränkung der Sportfähigkeit

Bezüglich der Einschränkung der Sportfähigkeit vor und nach der Operation an den Kleinzehen profitierten die Patienten von dem operativen Eingriff. Dieses spiegelt sich in der visuellen Analogskala mit den Werten 0 (nein) und 10 (sehr stark) wider.

Die K-Draht-Gruppe zeigte präoperativ eine durchschnittliche Einschränkung von 3,41 (SD 3,11), sechs Wochen postoperativ von 7,41 (SD 3,30), drei Monate postoperativ von 1,82 (SD 1,22) und sechs Monate postoperativ von 1,36 (SD 0,58). Die Ethipin-Gruppe gab durchschnittlich präoperative Werte von 4,05 (SD 2,08), sechs Wochen postoperativ von 7,21 (SD 2,62), drei Monate postoperativ von 1,68 (SD 2,08) und sechs Monate postoperativ von 1,63 (SD 1,34) an. Im Vergleich der beiden Gruppen im Mann-Whitney-Test zeigte sich mit einem p-Wert von 0,935 keine Signifikanz. Der Wilcoxon-Test ist aber für beide

Untersuchungsgruppen entsprechend einem p-Wert von 0,000 signifikant (Abbildung 38).

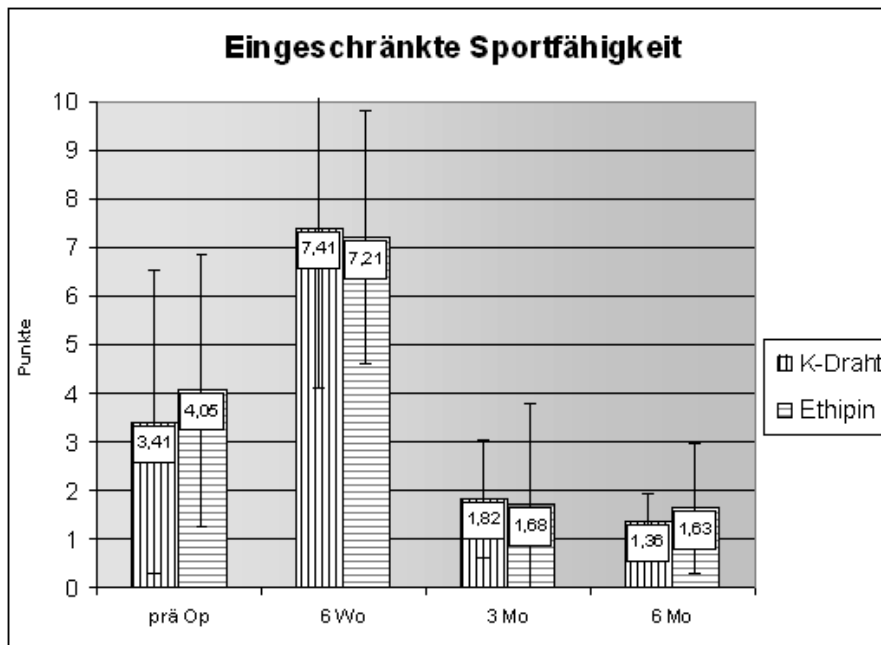


Abbildung 38: Eingeschränkte Sportfähigkeit beider Untersuchungsgruppen im zeitlichen Verlauf

4.1.4 Subjektiver Schmerzstatus

Der subjektive Schmerzstatus wurde gleichermaßen auf einer analogen Skala vor und nach der Operation an den Kleinzehen in Werten 0 (für Schmerzfreiheit) und 10 (für sehr starke Schmerzen) anhand von Durchschnittswerten dokumentiert. Die K-Draht-Gruppe zeigte präoperativ einen durchschnittlichen Wert von 4,82 (SD 2,63), sechs Wochen postoperativ von 2,55 (SD 1,47), drei Monate postoperativ von 1,59 (SD 0,96) und sechs Monate postoperativ von 1,36 (SD 0,66). Die Ethipin-Gruppe gab durchschnittlich präoperative Werte von 5,32 (SD 2,56), sechs Wochen postoperativ von 1,79 (SD 1,08), drei Monate postoperativ von 1,47 (SD 1,02) und sechs Monate postoperativ von 1,11 (SD 0,32) an. Die Werte zeigten sehr deutlich, dass im Verlauf nach der Operation stetig eine Schmerzreduktion im Vergleich zu dem präoperativen Wert eintrat,

mit einer Signifikanz des p-Wertes von unter 0,05 für beide Gruppen im Wilcoxon-Test und ohne eine Signifikanz im Mann-Whitney-Test mit einem p-Wert von 0,161 (Abbildung 39).

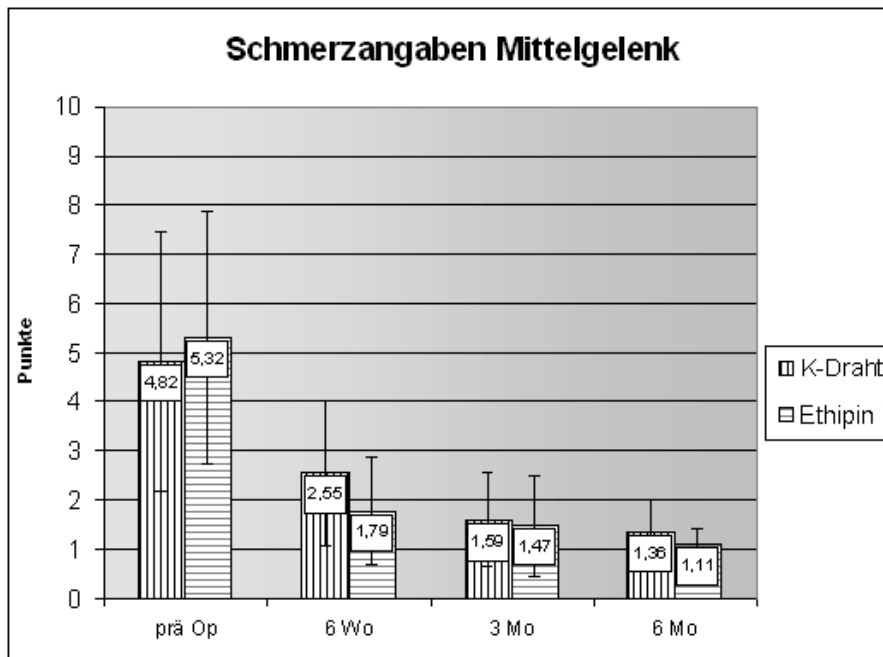


Abbildung 39: Schmerzangaben im Mittelgelenk beider Untersuchungsgruppen im zeitlichen Verlauf

4.1.5 Subjektive Einschränkung der Alltagsaktivität

Auch bei der Frage nach der aktuellen Einschränkung der Alltagsaktivität konnte auf einer subjektiven analogen Skala vor und nach der Operation an den Kleinzehen in Werten 0 (für keine Einschränkung) und 10 (für eine sehr starke Einschränkung) anhand von Durchschnittswerten eine Verbesserung festgestellt werden. Sechs Wochen postoperativ gaben die Patienten der K-Draht-Gruppe eine Verschlechterung mit 4,18 (SD 2,11) zu präoperativ von 2,95 (SD 1,94) an. Bei den mit einem Ethipin versorgten Patienten wurden sechs Wochen postoperativ Werte von 4,26 (SD 2,05) zu präoperativ von 3,68 (SD 2,24) ermittelt. Bereits drei Monate postoperativ konnte ein besserer Wert mit 1,64

(SD 0,85) für die K-Draht-Gruppe und 1,42 (SD 1,39) für die Ethipin-Gruppe erfasst werden. Eine weitere Verbesserung zeigte sich in beiden Gruppen nach sechs Monaten mit 1,27 (SD 0,55) für die K-Draht-Gruppe und 1,21 (SD 0,32) für die Ethipin-Gruppe. In beiden statistischen Tests zeigen sich keine Signifikanzen (Abbildung 40).

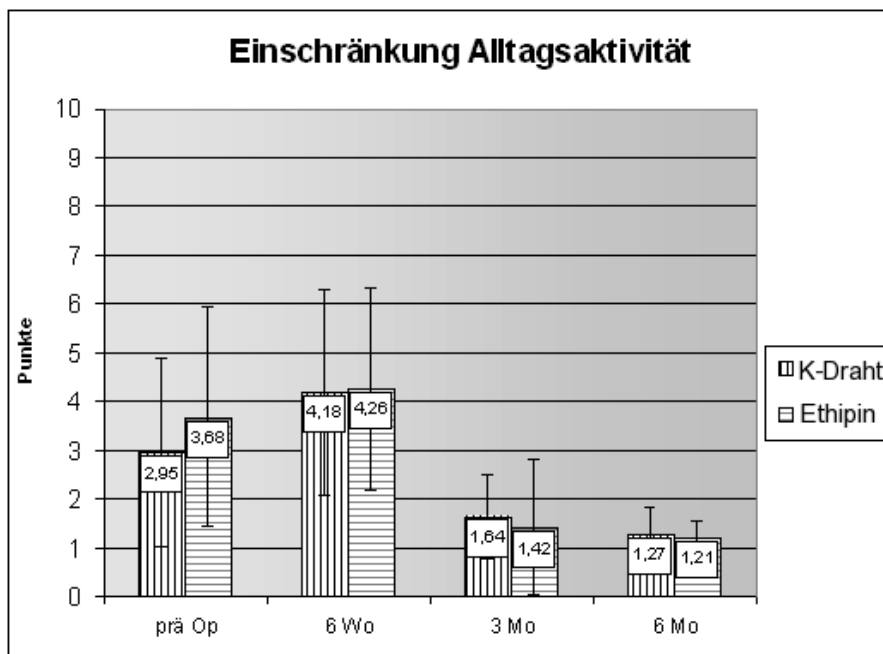


Abbildung 40: Einschränkung der Alltagsaktivität beider Untersuchungsgruppen im zeitlichen Verlauf

4.2 AOFAS-Score

Bei der Ermittlung des American Orthopaedic Foot and Ankle Society Score wurden die Befragungen aller Patienten direkt präoperativ und sechs Monate postoperativ durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Befragungen ließ sich kein Patient der jeweiligen Gruppen der Kategorie „poor“ zuordnen. Die K-Draht-Gruppe zeigte eine Bewertung präoperativ von sechs Patienten mit dem Ergebnis „fair“, 14 Patienten mit „good“ und zwei Patienten mit „excellent“. Sechs Monate spä-

ter änderte sich der AOFAS-Score auf eine Patientin mit „good“ und 21 Patienten mit „excellent“ (Tabelle 9).

K-Draht	präoperativ	postoperativ (sechs Monate)
poor	0	0
fair	6	0
good	14	1
excellent	2	21

Tabelle 9: *Entwicklung des AOFAS-Score der mit K-Draht versorgten Patienten (n = 22) im Zeitverlauf*

In der Ethipin-Gruppe wurden präoperativ acht Patienten als „fair“, elf als „good“ und keiner als „excellent“ eingestuft. Nach sechs Monaten zeigten alle 19 Patienten die Bewertung „excellent“ (Tabelle 10).

Ethipin	präoperativ	postoperativ (sechs Monate)
poor	0	0
fair	8	0
good	11	0
excellent	0	19

Tabelle 10: *Entwicklung des AOFAS-Score der mit Ethipin versorgten Patienten (n = 19) im Zeitverlauf*

Im Vergleich beider Gruppen durch Ermittlung der Mittelwerte mit dem AOFAS-Score zeigten diese eine signifikante Verbesserung der Werte von präoperativ 55,55 (SD 14,04) auf postoperativ 92,11 (SD 7,71) für die K-Draht-Gruppe sowie präoperativ 53,24 (SD13,39) auf postoperativ 94,13 (SD 6,16) für die Ethipin-Gruppe. Die Ethipin-Gruppe hat sich sogar im Vergleich gegenüber der K-

Draht-Gruppe verbessert. Im Mann-Whitney-Test zeigte sich in allen Untersuchungskriterien keine Signifikanz (Abbildung 41).

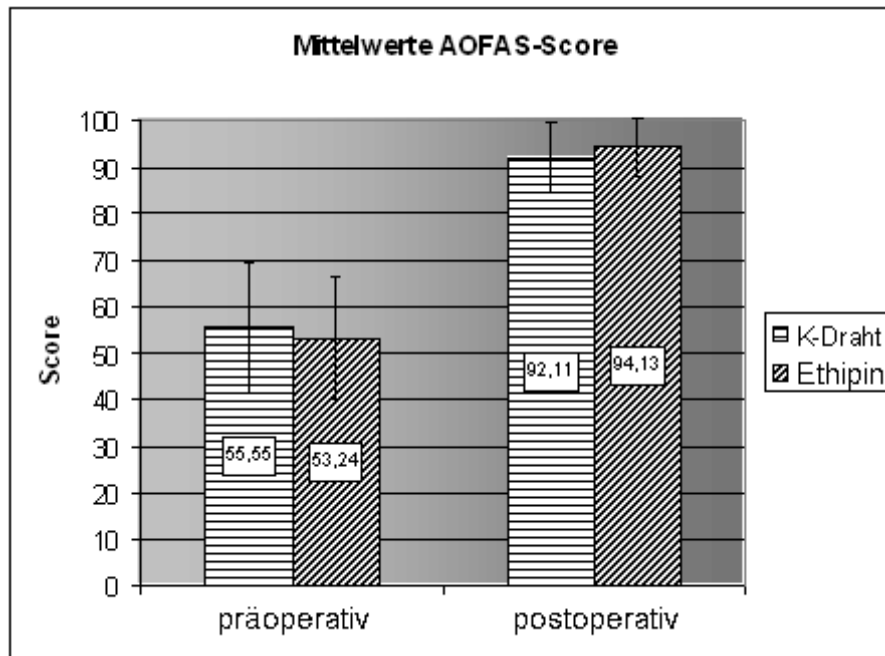


Abbildung 41: Mittelwerte AOFAS-Score beider Patientengruppen im zeitlichen Verlauf (präoperativ gegenüber sechs Monaten postoperativ)

Um die ausgeprägte Veränderung von prä- nach postoperativ zu veranschaulichen, wurden die ermittelten absoluten Punktwerte in einer Punktwertskala dargestellt. Auf der Y-Achse werden die Punktwerte von 0 – 100 projiziert, auf der X-Achse die der einzelnen Patienten. Dieser Vergleich wurde für beide Gruppen getrennt voneinander vorgenommen. Bei den 22 mit K-Draht versorgten Patienten zeigte sich präoperativ eine breite Streuung der einzelnen Werte mit einem Maximalwert von 78,9 und einem Minimalwert von 25,3 (Abbildung 42).

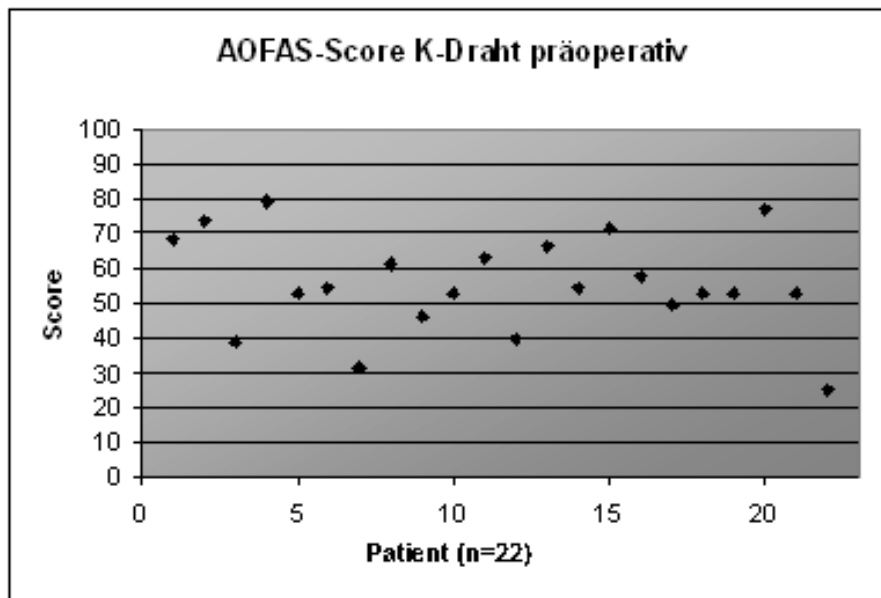


Abbildung 42: Verteilung/Streuung des AOFAS-Score der mit K-Draht versorgten Patienten ($n = 22$) präoperativ

Nach sechs Monaten verbesserte sich die Punktzahl auf einen Maximalwert von 100 und einen Minimalwert von 72,6. Die Punktstreuung ist im Vergleich deutlich geringer (Abbildung 43).

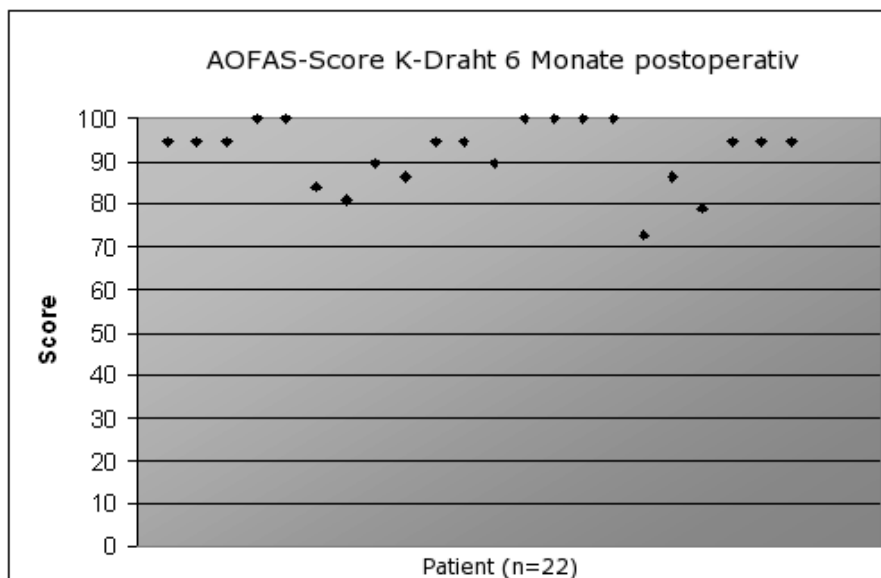


Abbildung 43: Verteilung/Streuung des AOFAS-Score der mit K-Draht versorgten Patienten ($n = 22$) sechs Monate postoperativ

Ein ähnliches Verteilungsmuster ist für die Ethipin-Gruppe zu verzeichnen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich sowohl der Maximal- (73,7) als auch der Minimalwert (25,3) präoperativ niedriger als bei der K-Draht-Gruppe ansiedelt (Abbildung 44).

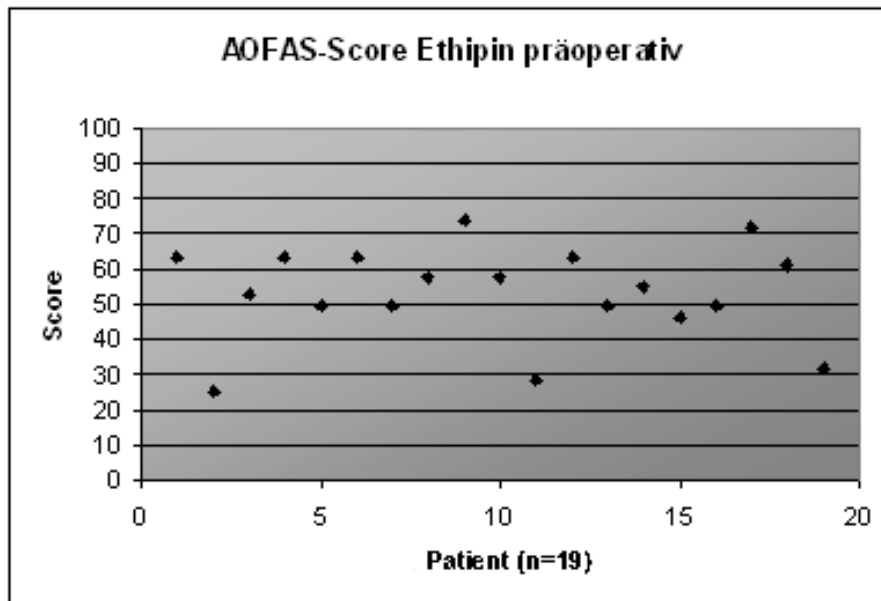


Abbildung 44: Verteilung/Streuung des AOFAS-Score der mit Ethipin versorgten Patienten ($n = 19$) präoperativ

Sechs Monate postoperativ waren bei gleichem Maximalwert von 100 die Minimalwerte mit 78,9 höher als die der K-Draht-Gruppe (Abbildung 45).

Die Absolutwerte sowie die Standardabweichungen sind tabellarisch im Anhang wiedergegeben. Im Vergleich von prä- nach postoperativ im Wilcoxon-Test zeigten beide Untersuchungsgruppen, außer bei der Gelenkstabilität, in allen Untersuchungsparametern Signifikanz (d.h. p-Wert unter 0,05).

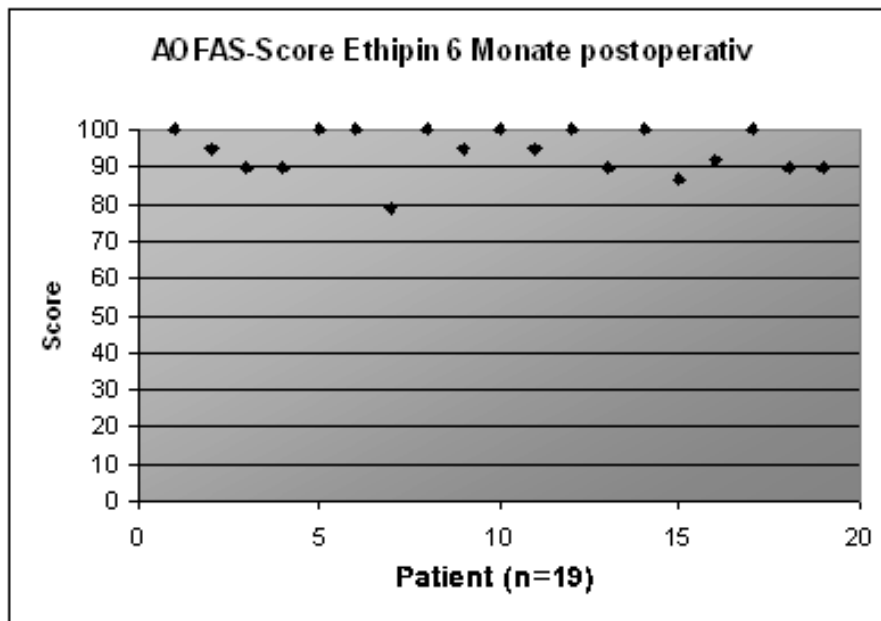


Abbildung 45: Verteilung/Streuung des AOFAS-Score der mit Ethipin versorgten Patienten ($n = 19$) sechs Monate postoperativ

4.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung)

Die Ergebnisse der beiden Untersuchungsgruppen zeigten für den SF-36-Score abweichende Resultate im Vergleich zu einer Referenzgruppe aus der deutschen Normalbevölkerung mit entsprechendem Durchschnittsalter (8).

So waren die Werte der „Körperlichen Summenskala“ präoperativ in den untersuchten Gruppen in den vier körperlichen Subskalen „Körperliche Funktionsfähigkeit“ (KÖFU), „Körperliche Rollenfunktion“ (KÖRO), „Schmerz“ (SCHM) und „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ (AGES) im Vergleich zur Referenzgruppe stets deutlich niedriger. Im Vergleich der beiden Gruppen miteinander lagen diese fast immer auf gleicher Höhe. Nur in der Subskala „Körperliche Rollenfunktion“ zeigte die Ethipin-Gruppe einen größeren Wert mit 63,2 gegenüber 55,7 in der K-Draht-Gruppe (Abbildung 46).

4.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung)

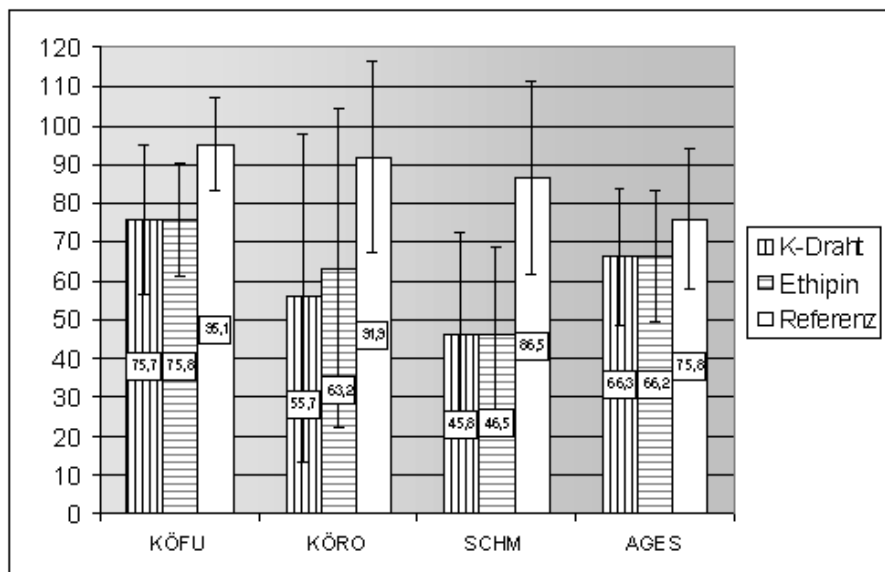


Abbildung 46: Ergebnisse der körperlichen Subskalen des SF-36-Score präoperativ im Vergleich zur Referenzgruppe der deutschen Normalbevölkerung

Sechs Monate postoperativ zeigte die Ethipin-Gruppe eine deutliche Erhöhung der Werte in allen körperlichen Subskalen, insbesondere war diese Entwicklung in der Subskala „Schmerz“ zu erkennen. Die Werte der Ethipin-Gruppe lagen auch in allen anderen Subskalen höher als die der K-Draht-Gruppe, wobei die K-Draht-Gruppe in den Subskalen „Körperliche Rollenfunktion“ und „Schmerz“ ebenfalls eine Verbesserung erzielte. In der Subskala „Körperliche Funktionsfähigkeit“ finden sich Werte von 75,0 (SD 21,9) postoperativ fast unverändert zu 75,7 (SD 19,5) präoperativ. In der Subskala „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ zeigte die K-Draht-Gruppe aber eine Verschlechterung um 1,9 auf 62,4 (SD 18,8). Das Niveau der Referenzgruppe erreichten beide Gruppen aber nicht (Abbildung 47).

4.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung)

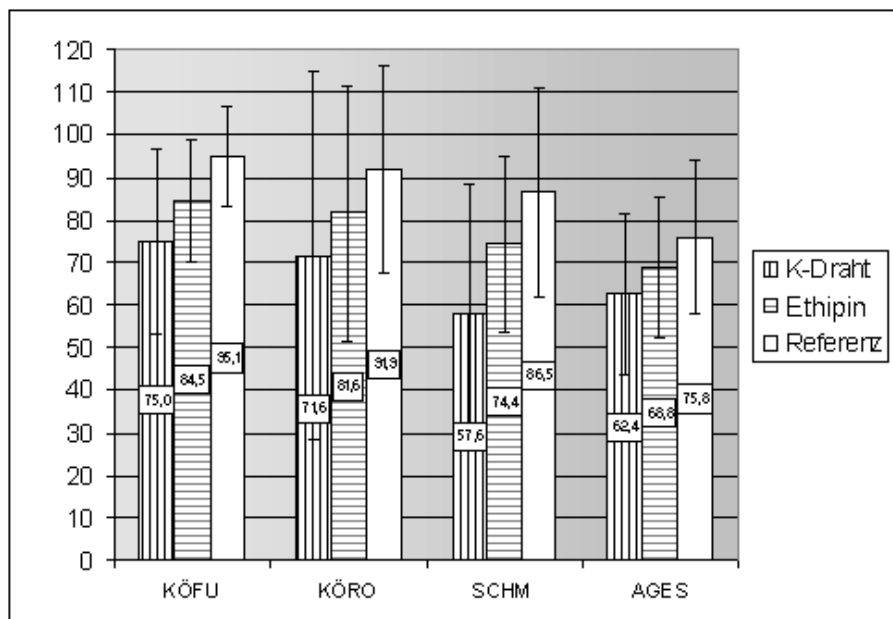


Abbildung 47: Ergebnisse der körperlichen Subskalen des SF-36-Score sechs Monate postoperativ im Vergleich zur Referenzgruppe der deutschen Normalbevölkerung

Die präoperativen Werte der beiden Untersuchungsgruppen für die psychische Summenskala zeigten, dass die Werte der mit K-Draht versorgten Gruppe in den vier psychischen Subskalen „Vitalität“ (VITA), „Soziale Funktionsfähigkeit“ (SOFU), „Emotionale Rollenfunktion“ (EMRO) und „Psychisches Wohlbefinden“ (PSYC) marginal höher oder unverändert im Vergleich zur Referenzgruppe sind. Die Ergebnisse der mit Ethipin versorgten Gruppe waren minimal niedriger, jedoch waren sie in der Subskala „Soziale Rollenfunktion“ etwas höher als der entsprechende Wert der Referenzgruppe (Abbildung 48).

4.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung)

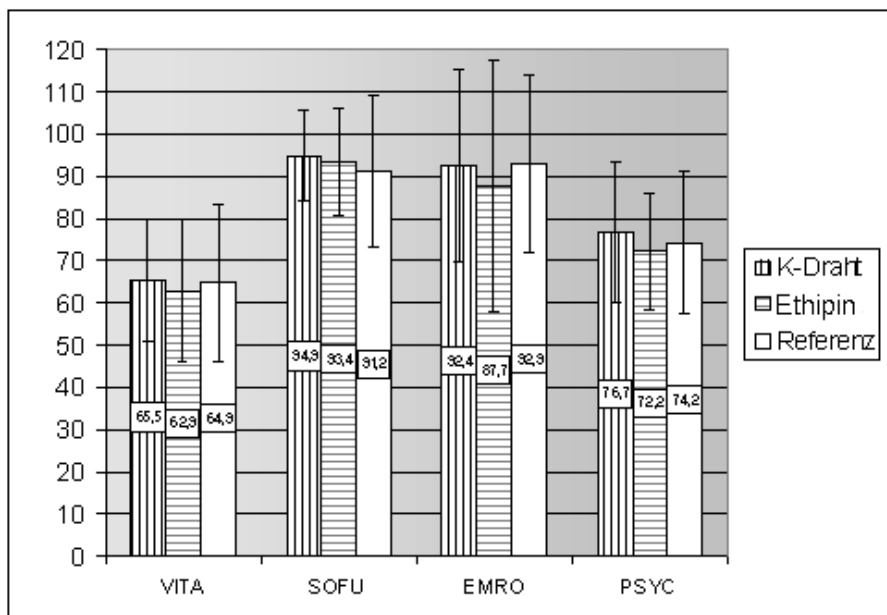


Abbildung 48: Ergebnisse der psychischen Subskalen des SF-36-Score präoperativ im Vergleich zur Referenzgruppe der deutschen Normalbevölkerung

Sechs Monate postoperativ ließ die K-Draht-Gruppe insgesamt keine wesentlichen Veränderungen in allen psychischen Subskalen im Vergleich zur Referenzgruppe erkennen. Im Gegensatz dazu wies die Ethipin-Gruppe in allen psychischen Subskalen nun erhöhte Werte auf, nur in der Subskala „Psychisches Wohlbefinden“ lag der Wert marginal unter dem der Referenzgruppe (Abbildung 49).

4.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung)

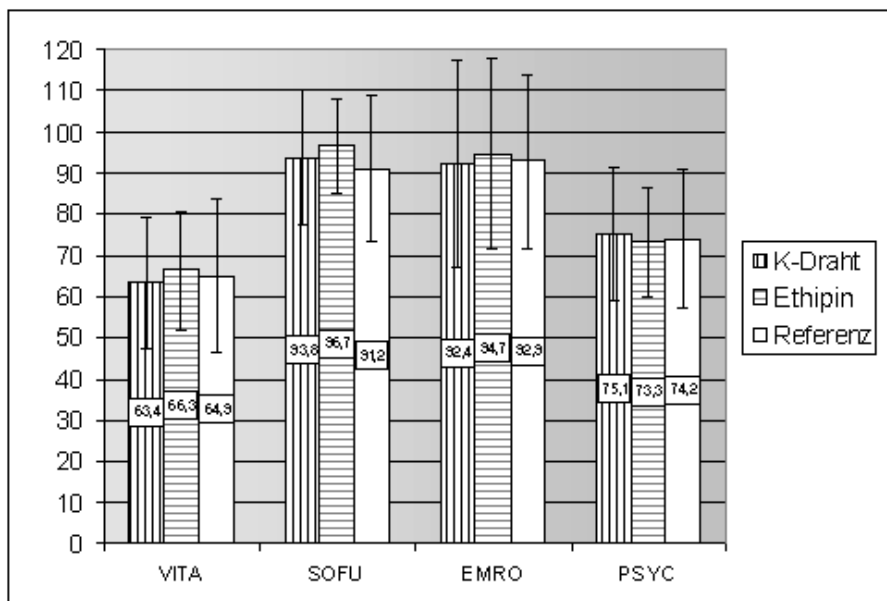


Abbildung 49: Die Werte der psychischen Subskalen beider Untersuchungsgruppen sechs Monate postoperativ im Vergleich zur Referenzgruppe der deutschen Normalbevölkerung

Bei einer Gegenüberstellung beider Patientengruppen in einer Abbildung, in der man die Normalbevölkerung in 100 % auf der Y-Achse abbildet, lassen sich die unterschiedlichen Entwicklungen der Gruppen im SF-36-Score von präoperativ nach postoperativ sehr gut veranschaulichen. Diese Darstellungsweise verdeutlichte die Frage nach dem Signifikanzniveau und somit die eigentliche Aussage dieser Untersuchung.

In den präoperativen körperlichen Subskalen zeigten beide Gruppen fast identische Werte, mit p-Werten im Mann-Whitney-Test zwischen 0,503 und 0,927. Mit 60,6 % in der K-Draht-Gruppe zu 68,7 % in der Ethipin-Gruppe war nur in der „Körperlichen Rollenfunktion“ ein leichter Unterschied zu erkennen, allerdings ohne Signifikanz bei einem p-Wert von 0,503 (Abbildung 50).

4.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung)

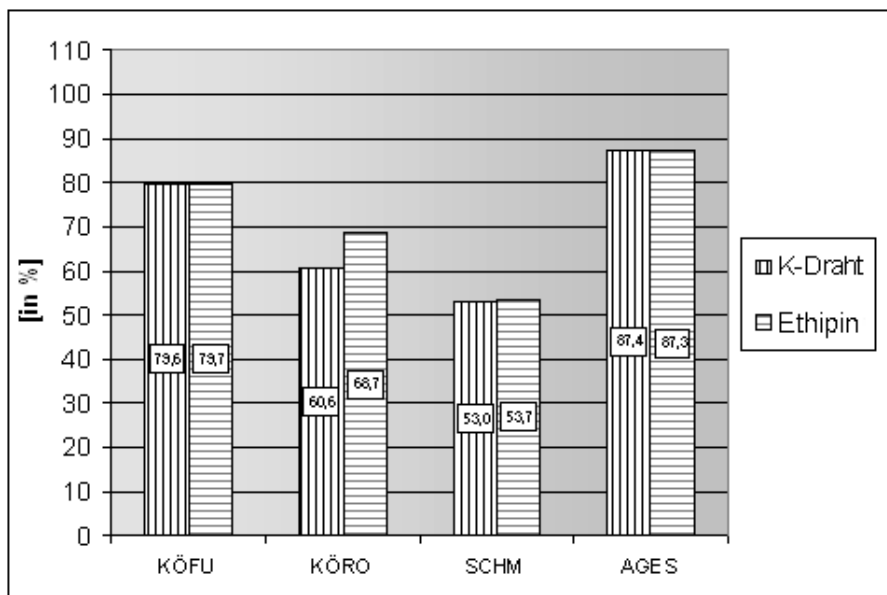


Abbildung 50: Vergleich der Werte der körperlichen Subskalen beider Gruppen als Prozentsatz der als 100 % gesetzten Normalpopulation präoperativ

Sechs Monate postoperativ zeigte die Ethipin-Gruppe in allen Subskalen eine prozentuale Verbesserung, die K-Draht-Gruppe nur in den Subskalen „Schmerz“ und „Körperliche Rollenfunktion“. In „Körperliche Rollenfunktion“ und „Allgemeines Gesundheitsempfinden“ wurden in der mit K-Draht versorgten Gruppe leicht niedrigere Werte ermittelt.

Der Vergleich der beiden Gruppen miteinander zeigte nun in allen Bereichen eine prozentuale Verbesserung der Ethipin- zur K-Draht-Gruppe. In den statistischen Berechnungen durch den Mann-Whitney-Test ließen sich weiterhin keine Signifikanzen (p-Werte zwischen 0,075 und 0,715) ermitteln.

Eine deutliche Verbesserung beider Gruppen in der Subskala „Schmerz“ war zu erkennen, wobei nur die postoperative, prozentuale Steigerung in der Ethipin-Gruppe von präoperativ 53,7 % auf 86,0 % sechs Monate postoperativ mit einem p-Wert von 0,003 in Wilcoxon-Test Signifikanzniveau besaß. Eine weitere signifikante Verbesserung von prä- nach postoperativ zeigte die Ethipin-Gruppe

4.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung)

in der Subskala „Körperliche Funktionsfähigkeit“ mit einem p-Wert von 0,016. Die Patienten der mit K-Draht versorgten Gruppe zeigten im Wilcoxon-Test mit p-Werten zwischen 0,638 und 0,831 keine Signifikanzen (Abbildung 51).

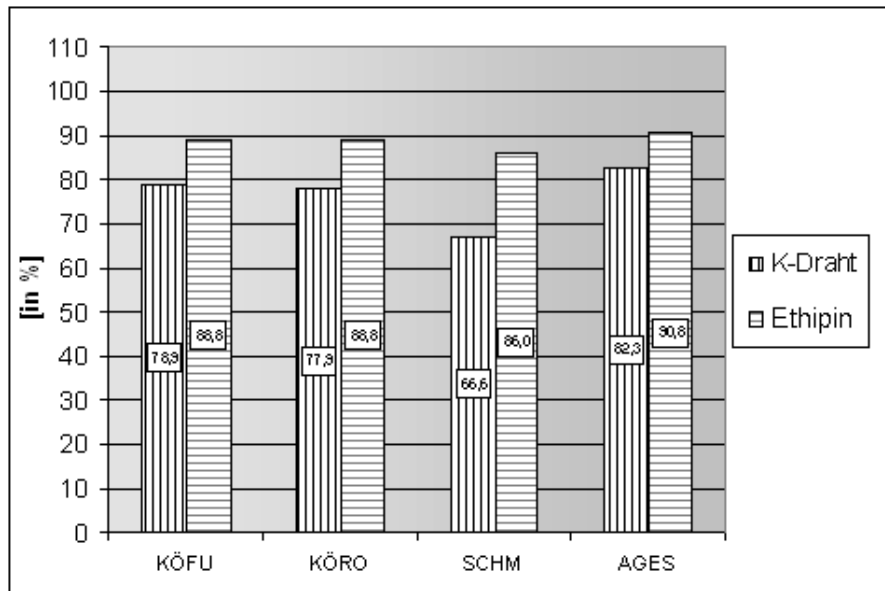


Abbildung 51: Vergleich der Werte der körperlichen Subskalen beider Gruppen als Prozentsatz der als 100 % gesetzten Normalpopulation in den Subskalen sechs Monate postoperativ

Die psychischen Subskalen zeigten präoperativ in allen Bereichen einen leicht erhöhten Prozentwert zugunsten der K-Draht-Gruppe. Die p-Werte im Mann-Whitney-Test lagen präoperativ zwischen 0,222 und 0,833 und zeigten damit keine Signifikanz (Abbildung 52).

4.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung)

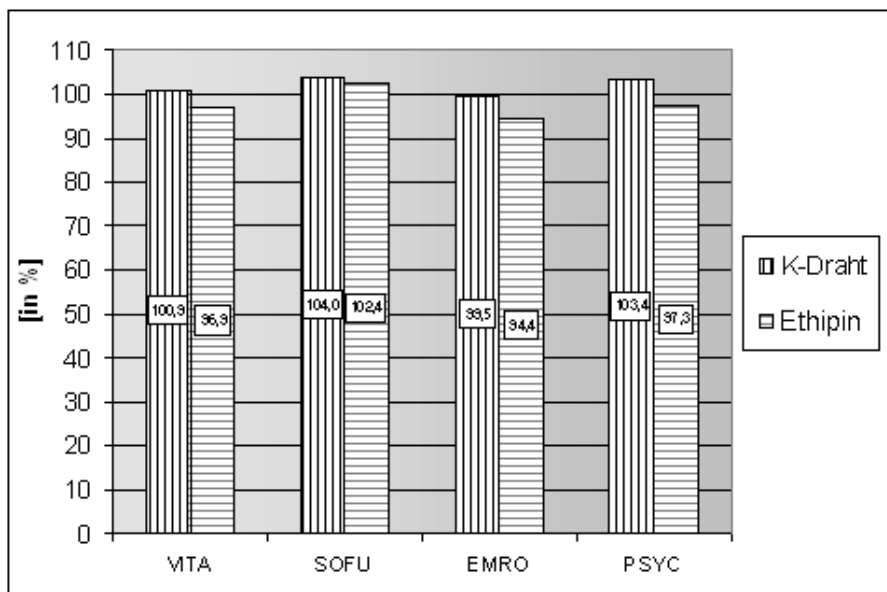


Abbildung 52: Vergleich der Werte der psychischen Subskalen beider Gruppen als Prozentsatz der als 100 % gesetzten Normalpopulation in den Subskalen präoperativ

Bei den psychischen Subskalen verbesserte sich der Prozentwert in der Ethipin-Gruppe auch in allen Bereichen von prä- nach postoperativ. In der K-Draht-Gruppe kam es dagegen zu einer leichten Reduktion der Werte, nur in der Subskala „Emotionale Rollenfunktion“ war keine Veränderung festzustellen. Im Wilcoxon-Test ließen sich für beide Untersuchungsgruppen weiterhin keine Signifikanzen ermitteln.

Der Vergleich der Mittelwerte miteinander ergab für die psychische Subskala „Psychisches Wohlbefinden“ weiterhin einen leicht besseren Wert für die K-Draht-Gruppe. In den anderen Subskalen zeigte die Ethipin-Gruppe nun höhere Werte.

Im Mann-Whitney-Test konnte in den psychischen Subskalen (p-Werte zwischen 0,405 und 0,730) keine Signifikanz ermittelt werden (Abbildung 53).

4.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung)

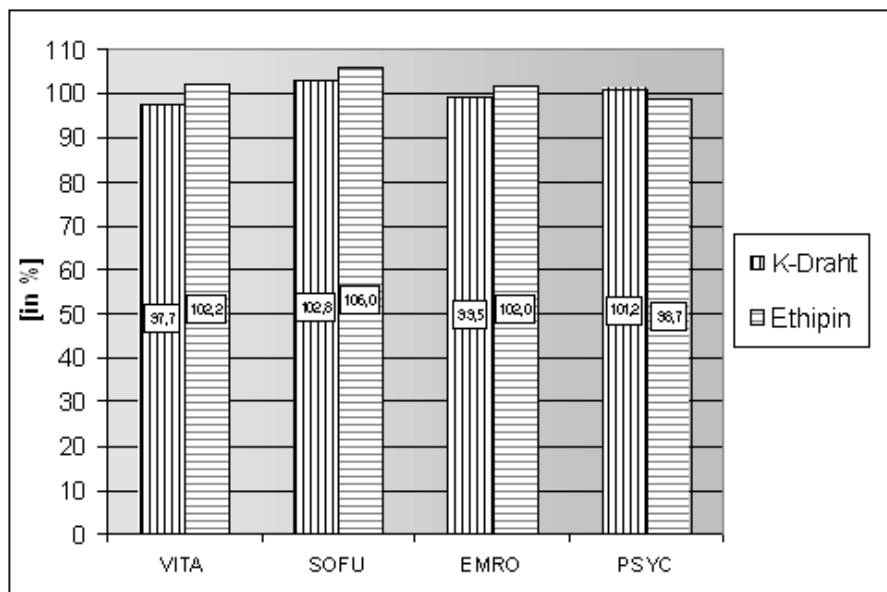


Abbildung 53: Vergleich der Werte der psychischen Subskalen beider Gruppen als Prozentsatz der als 100 % gesetzten Normalpopulation in den Subskalen sechs Monate postoperativ

Die statistische Auswertung der beiden Summenskalen für beide Untersuchungsgruppen zeigte für den Mann-Whitney-Test von prä- nach postoperativ mit p-Werten zwischen 0,123 und 0,548 keine Signifikanzen.

Die Berechnung des p-Wertes im Mann-Whitney-Test als Differenz der Ausgangs- und Eingangsuntersuchung beider Untersuchungsgruppen ergab nur im delta-SF-36 der „Körperlichen Funktionsfähigkeit“ eine Signifikanz mit $p = 0,029$.

Im Wilcoxon-Test ließ sich nur in der körperlichen Summenskala mit einem p-Wert von 0,008 ein signifikanter Wert für die mit Ethipin versorgten Patienten ermitteln.

Alle Ergebnisse und Absolutwerte sind im Anhang (s. Kap. 13) aufgeführt.

5 Diskussion

5.1 Einleitung

Im Folgenden wird die zur Zeit durchgeführte Therapie anhand von Literaturdaten diskutiert, um in einem separaten Punkt die in dieser Studie erzielten Ergebnisse zu durchleuchten sowie die vorab beschriebenen Fragestellungen abzuhandeln. Die vorab genannten Veränderungen an den Kleinzehen werden in der Literatur zwar dargestellt (13, 28, 48, 49, 59, 61, 62), eine prospektive Studie über Korrekturoperationen ist aber bis dato nicht bekannt und ließ sich auch nach Recherche in den gängigen Datenbanken (Pubmed, Cochrane Library o.ä.) nicht reproduzieren. Retrospektive Studien über Korrekturosteotomien und gelenkerhaltende Operationen gibt es dagegen mehrere. Diese wurden 1996 von Harmonson in einem Literatur-Review dargestellt (17). Aufgrund dieser Tatsache wurde beschlossen, bei einer hohen Inzidenz dieser Kleinzeherkrankungen an unserer Klinik, diese kurz- und mittelfristige Verlaufsstudie durchzuführen.

5.2 Konservative Verfahren

Baumgartner et al. (1995) stellten in "Die orthopädiotechnische Versorgung des Fußes" (4, 5, 52, 58, 60) ausführlich die konservative Therapie der oben beschriebenen Kleinzehveränderungen dar. Jede konservative Therapie bedarf zunächst der Kontrolle des vorhandenen, im Alltag gebrauchten und oft unzweckmäßigen und sogar grob fehlerhaften Schuhwerks, um dieses zu optimieren. Konsequenterweise empfahl er eine Einlagenversorgung und/oder Zehenversorgung mit separaten Hilfsmitteln. Mit entscheidend war die zusätzliche Pathologie des Fußes, z. B. der Hallux valgus, bzw. deren Mitbehandlung. Als Grundlage jedes Behandlungsalgorithmus' sollten danach die Weichbettung und Abrollhilfe bis hin zur orthopädiotechnischen Schuhversorgung mit Einbau

einer weichen Sohle mit Ballenrolle, des Weiteren die Sohlenversteifung und Platzverweiterung für die deformierten Zehen stehen. Als separate Hilfsmittel wurden z. B. Zehenzügler und Zehenringpolster aus Formschaum (52), die auf bzw. um den Clavus der Kleinzehe geklebt wurden, um die Zehe gegen den Schuhdruck abzupolstern, aufgeführt. Die Behandlung des Clavus in Form von Abtragungen und Aufweichungen führten für die Arbeitsgruppe auch zu einer kurz- bzw. mittelfristigen Verbesserung der Symptomatik, welche zudem oft einen großen Einfluss auf die mentale Patientenakzeptanz der entsprechenden Korrektur und der daraus resultierenden Entlastung haben sollte (4, 52). Türk (1995) empfahl die Korrekturorthese in Silikontechnik für Kleinzehen nach Abdruck und Formung eines Zehennegativ, wobei die Zehe "noch einigermaßen beweglich" sein musste (58). Nach seinen "Erfahrungen ist der Therapieerfolg gewährleistet, wenn erstens die Orthese mit dem richtigen Platzhalter gefertigt wurde, sodass sich die Zehe innerhalb der Orthese bewegen kann und zweitens die Größe der Orthese und die notwendige Stärke beachtet werden" (58). Genaue Angaben über Erfolge bzw. Patientenzahlen wurden nicht genannt oder aufgeführt.

Es lässt sich kein endgültiges Urteil über die konservative Therapie fällen, da sich das gesamte Patientenkollektiv zwar heterogen hinsichtlich dieser Hilfsmittel verhielt, jedoch kein Proband die Silikonorthese angewandt hat. Ebenfalls musste bedacht werden, dass separate Zehenkorrekturhilfsmittel in Drogerien und Apotheken frei, das heißt ohne ärztliche Kontrolle, vertrieben und somit von einer hohen Benutzerdunkelziffer in Anspruch genommen werden und damit der therapeutischen Bewertung entgehen. Da der Absatz der Zehenkorrekturhilfsmittel finanziell lukrativ erscheint, darf von einer entsprechenden therapeutischen Wirkung ausgegangen werden, nimmt man die hohe Inzidenz der Zehenkrankungen in der deutschen Bevölkerung als Grundlage dieser Betrachtung.

5.3 Mittelgelenkresektionsarthrodese

Die für dieser Studie benutzte Operationstechnik wurde vorab ausführlich beschrieben. Andere Autoren stellten das operative Vorgehen in sehr ähnlicher bzw. nur leicht abgewandelter Form vor (12, 13, 28, 32, 48, 49, 54, 59, 61, 62). Miller et al. (2002) beschrieben die Mittelgelenkresektionsarthrodese unter Zuhilfenahme eines allograft corticalen Knochenspanns als intramedulläre Fixiermöglichkeit (32). Beobachtet wurde ein Kollektiv von 18 Patienten mit 26 Kleinzehenversorgungen, wobei bei 15 Kleinzehen gleichzeitig die Arthrodese durch einen Transfer der Sehne des M. flexor digitorum longus ergänzt wurde. Es wurden nur „flexible“ oder „semiflexible“ Zehen versorgt. Der Altersdurchschnitt lag bei 66 Jahren, von den 18 Patienten waren 15 Frauen und drei Männer. Das Follow up in dieser Studie beträgt im Mittel 15 Monate, mit einer Streuung von einem bis zu 34 Monaten. Zwei Zehen entwickelten eine Flexionskontraktur im distalen Interphalangealgelenk und drei zeigten eine Hyperextension im Metatarsophalangealgelenk, bei denen auch durch einen Flexor Digitorum Longus Sehnentransfer keine Verbesserung erzielt wurde. Zwei Zehen mussten operativ revidiert werden und zeigten radiologisch keine Arthrodese, wobei einer dieser Patienten den Fuß zu früh belastet hatte. Außer bei den beiden revidierten Kleinzehen fusionierten bei subjektiver Zufriedenheit der Patienten alle Arthrodese der operierten Kleinzehen. Nach sechs bis acht Monaten war der Knochenspan vollständig resorbiert und verbunden. Reste des Knochenspanns waren ohne klinische Relevanz mehr als zwölf Monate radiologisch darstellbar, im Gegensatz zu dem in dieser Studie verwendeten Ethipin.

Die von Miller publizierte Studie bzw. Nachuntersuchung zeigt methodische Schwächen. Speziell der präoperative, klinische Zehenzustand blieb unbefriedigend berücksichtigt. Weiterhin wurde die postoperative Nachbehandlung nicht schlüssig und detailliert genug dargestellt. Aus der sehr breiten Streuung des gewählten Follow up von einem bis zu 34 Monaten lässt sich bei der untersuchten Fallzahl keine ausreichende Signifikanz, geschweige denn eine praktische

Konsequenz, herleiten. Statistische Auswertungen dazu werden ebenfalls nicht aufgeführt.

1990 hat Patton als Pionier auf diesem Gebiet eine Nachuntersuchung von 19 Patienten mit 58 Interphalangealarthrodese mit einem 1,3-mm-Poly-p-dioxanon (PDS) veröffentlicht. Es wurde gezeigt, dass der PDS-Pin nach sechs Monaten, ohne klinisch negative Reaktionen durch Hydrolyse, komplett biodegradierbar ist. Es wurde eine schmerzärmere postoperative Verlaufsphase im Vergleich zu der „traditionellen“ Kirschner-Draht-Methode angeführt, jedoch ohne diese genauer zu verifizieren. Im gesamten postoperativen Verlauf traten keine klinischen Reaktionen oder Komplikationen auf. Alle 58 durchgeführten Arthrodese waren, bei völliger Zufriedenheit aller Patienten, konsolidiert (38).

Die PDS-Pins sind in der Fußchirurgie ein sehr gering reaktives Material, die aber eine hohe effektive Knochenstabilität erzeugen (6, 32, 35).

Bei der Mittelgelenkresektionsarthrodese mit dem Ethipin wurden weder das Zehengrundgelenk verletzt noch wurden die Knorpelflächen der Zehengrundgelenkpartner in ihrer Integrität gestört. Der Verbleib der korrekten Zehenstellung muss somit von einer spontanen, korrekten Grundgelenkstellung abhängig sein. Die Technik der Ethipin-Versorgung beinhaltet für den Anwender immer eine operative Lernkurve, da das Ausmessen und Aufsetzen des Implantats ein diffiziles Arbeiten voraussetzt. Die zusätzlich erschwerende und zum Teil sehr kontrakte Zehengrundgelenksituation erlaubte es im Rahmen dieser Studie aus ethischen Gesichtspunkten nicht, Zehen des Stadiums III nach Dhukaram mit einem Ethipin zu versorgen, da zwangsläufig mit einer erneuten Kontraktur und Zehenfehlstellung zu rechnen war. Die Nachbehandlung unterschied sich zudem nur geringfügig zu der bisher praktizierten, sodass kein Unterschied im Outcome zu erwarten war.

Coughlin veröffentlichte 1995 eine retrospektive Studie über eine mit Kirschner-Draht versorgte Patientengruppe von 60 Patienten mit 86 operierten Zehen und

einem Durchschnittsalter von 51,3 Jahren. Hierbei handelte es sich um 42 Frauen und acht Männer bei einem Follow up von 55 Monaten. Das Outcome lag bei 59 „sehr gut“, sieben „gut“, fünf „befriedigend“ und einem „ausreichend“. Die fünf „befriedigend“-Patienten zeigten eine Instabilität in der Arthrodese, und der eine „ausreichend“-Patient beklagte eine Nageldeformität mit Abweichung der Zehenstellung. Die klinische Bewertung präoperativ bzw. die sich darüber hinaus ergebenden Zusatzeingriffe wurden nicht gesondert aufgeführt (10). Die Mittelgelenkresektionsarthrodese mittels Kirschner-Draht verletzte dagegen das Zehengrundgelenk und fixierte dafür die Zehe in einer vom Operateur definierten passiven korrekten Stellung.

Dalton et al. beschrieben 2000 beide in dieser Studie angewandten Operationsmethoden, ebenfalls mit der Einschränkung, keine grundgelenkkontrakten Zehen mit dem Ethipin zu versorgen. Sie stellten eine Variante der Kirschner-Draht-Versorgung dar, bei der dieser nicht bis in das Mittelfußköpfchen vorgerieben wurde. Untersuchungsergebnisse wurden nicht aufgeführt (1).

Regelhaft wurde ein Vorfußentlastungsschuh verordnet, welcher unter Gehbelastung getragen werden konnte (7, 14, 17, 38). Die Tragzeit erstreckte sich je nach Osteosynthese auf drei bis maximal sechs Wochen (7, 14, 17, 38). Bei Verwendung des Ethipins oder eines anderen vollständig intramedullär eingebrachten Arthrodesestiftes, wie polyglycolic-acid (PGA) oder kortikalem Knochenstift, wurde alternativ ein Verbandsschuh getragen (12, 32, 38).

5.4 Condylusresektion des Grundgliedes nach Hohmann

Die Condylusresektion nach Hohmann (Hoffa 1905, Hohmann 1922, DuVries 1959) wurde im Jahre 1905 erstmalig, allerdings nicht durch den späteren Namensgeber, beschrieben (1, 20, 21, 61, 62). Nachuntersuchungen an einem Patientengut (61 Patienten) von Michele und Krüger und einem unbekanntem Follow up wurden erst 1948 vorgenommen und resultieren in einer „Zufrieden-

5.4 Condylusresektion des Grundgliedes nach Hohmann

heit aller Patienten“ (31). Wee und Tucker veröffentlichten 1970 eine Untersuchung von 20 Patienten mit der postoperativen Bewertung „sehr gut“, ohne dass postoperative Komplikationen bekannt wurden (17). Cahill und Connor präsentierten erstmals 1972 ein retrospektives Studiendesign mit 21 Patienten und einem Durchschnittsalter von 54,8 Jahren bei einem Follow up von 6,2 Jahren. 13 Patienten wurden als „gut“ eingestuft. Als Komplikationen wurden Fehlposition der operierten Zehe, Metatarsalgie und periostale Callusreaktion an der Resektionsgrenze angeführt, jedoch ohne eine genaue Auflistung von absoluten Zahlen (9, 17). McConnell beschrieb 1975 eine Zahl von 466 Condylusresektionen bei 93 % gutem Ergebnis, wies jedoch auf die hohe Rezidivquote hin (17, 29). 1979 veröffentlichten Newman und Fitton eine Studie von 22 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 46 Jahren und einem Follow up von 2,63 Jahren. 77 % der Probanden wurden nach einem eigenen Bewertungsschema als „sehr gut“, 5 % als „befriedigend“ und 18 % als „ausreichend“ eingestuft. 23 % wiesen Komplikationen in Form von Zehenverkürzungen und Kraftversagen auf (34). Der Vorteil dieses Verfahrens lag nach Auffassung der Autoren in der operativ mühelosen Durchführ- und Reproduzierbarkeit und der praktikablen Nachbehandlung. Auch seien sterile intramedulläre Kraftträger entbehrlich. Allerdings beschrieben die Autoren eine Kraftinsuffizienz der operierten Zehe, die zum Teil als sehr störend empfunden wurde (34).

Die meisten Autoren führten postoperativ eine drei- bis fünftägige Kirschner-Draht-Fixation an, zum Teil mit Vortreiben des Kirschner-Drahtes bis in das Mittelfußköpfchen hinein (1, 22, 40, 49, 61, 62). Ein deutlicher Nachteil der Operationsmethode besteht in der postoperativen Instabilität der Zehe. So wird nicht selten bei Fortschritt der Grunderkrankung, z.B. rheumatoider Arthritis, eine erneute Deformierung der Zehe beobachtet (17, 34). Ebenfalls stellt die Längenverkürzung einen für den Patienten nicht unerheblichen ästhetischen Nachteil dar, wobei es speziell beim Barfußlaufen zu Verformungen bzw. Instabilitäten der Zehe kommen könnte (17, 34).

5.5 *Beugesehnentransfer als gelenkerhaltendes operatives Verfahren*

Taylor präsentierte 1951 eine Studie über 112 Eingriffe eines Transfers der Flexor- in eine Extensorensehne bei Krallenzehen. Das Patientenalter reichte von acht bis zu 54 Jahren, wobei es sich um 38 Frauen und 30 Männer bei einem Follow up von einem bis zu zwölf Jahren handelte. Nach einem eigenen Beobachtungsschema wurden im Outcome 50 „gut“, zehn „befriedigend“, sechs „ausreichend“ und zwei „schlecht“ benannt. Metatarsalgie und Restdeformität traten im postoperativen Verlauf auf (17, 53).

1958 veröffentlichte Pyper eine Studie über 45 operierte Beugesehnentransfers an Kleinzehen. Die Patienten waren im Alter zwischen 13 und 35 Jahren, davon 13 männliche und 13 weibliche. Ein definiertes Follow up ließ sich nicht eruieren. 11 % der Patienten wurden als „sehr gut“, 40 % als „gut“, 18 % als „befriedigend“, 22 % als „ausreichend“ und 9 % als „schlecht“ eingestuft. Als Komplikationen wurden Metatarsalgie, Callus im Operationsgebiet sowie Bewegungseinschränkungen im PIP-Gelenk und Wiedereintritt der Deformität angegeben (41).

Newman und Fitton veröffentlichten 1979 eine Studie von 56 Fällen über den Beugesehnentransfer mit einem Follow up von 2,63 Jahren. Hierbei waren 34 % „sehr gut“, 50 % „befriedigend“ und 16 % „ausreichend“, wobei als Komplikation Hyperextension im Metatarsophalangealgelenk und eine Streckkontraktur angegeben wurden (17, 34).

In diesen Studien fanden sich gegenüber dieser Studie deutlich größere Prozentzahlen an „ausreichend“- oder „schlecht“-Ergebnissen (17, 36, 41, 53). Die klinische Ausgangssituation der Patienten, speziell im Hinblick auf die Grundgelenksituation und zusätzliche Erkrankungen des Vorfußes und der Großzehe, waren nicht ermittelbar.

5.5 Beugesehnentransfer als gelenkerhaltendes operatives Verfahren

Diese Operationsmethode bedurfte zudem einer erheblichen Spezialisierung des Operateurs sowie einer subtileren Operationsweise. Die Korrekturstellung ist von der Kraft der transferierten Sehne abhängig und birgt damit eigenes Komplikationspotenzial. Der Erhalt des Zehenmittelgelenks war insoweit von Vorteil als dass es zu keinen Zehenverkürzungen mit entsprechenden kosmetischen Nachteilen kam (17). Weiterhin erzielte diese Operationsmethode bei nicht zu kontrakten Zehen gute Ergebnisse (53) und wird auch in Zukunft ein etabliertes Verfahren bleiben.

McGlamry et al. beschrieben 2001 die Kombination der Hohmann-Condylusresektion (s. Kap. 2.6.2.1) mit dem Flexor digitorum longus Transfer bei sehr kontrakten Kleinzehen (1). Zwei Veröffentlichungen über diese Kombination lagen vor. 1984 beschrieben Barbari und Brevig 39 Operationen mit einem Altersdurchschnitt von 57,5 Jahren und einem Follow up von 38 Monaten bei 26 zufriedenen Patienten (2). Turan berichtete 1990 von sechs Patienten, wovon 50 % zufrieden waren (17). Als Komplikationen wurden Metatarsalgie und eine Restdeformität herausgehoben (2, 17).

5.6 Weichteileingriffe des Grundgelenks

Eine Studie über isolierte Grundgelenkeingriffe ließ sich nicht recherchieren, was bei der Komplexität und Heterogenität der Vorfußkrankungen nicht weiter verwunderlich ist. Im Speziellen wurde dieser Eingriff von den meisten Autoren adjuvant bei kontrakten Zehndeformitäten verwandt (1, 2, 17, 34, 39, 50, 61, 62). Insgesamt muss der hauptsächliche Stellenwert dieser Operationsmethode daher in Fällen einer kontrakten Hyperflexion im Grundgelenk gesehen werden, um die angestrebte Zehenstellung zu erlangen bzw. ein Frührezidiv der Deformität zu verhindern.

5.7 Einfluss der Begleiterkrankungen

Die meisten Autoren geben als eine der häufigsten Ursachen für die Krallen- und Hammerzehndeformität eine Hallux valgus-Deformität an (1, 2, 17, 34, 39,

50, 61, 62). Es werden diverse Operationsverfahren, wie z. B. die Chevron-Osteotomie, Basis-Osteotomie oder mediale Kapselraffung, aufgeführt. Die jeweils durchgeführte Methode ist vom subjektiven Empfinden und der klinischen Erfahrung des einzelnen Autors abhängig (1, 2, 17, 34, 39, 50, 61, 62). Es hat absolut essentiellen Charakter, dass die korrekte Versorgung der Begleiterkrankungen, wie z. B. des Hallux valgus, einer gleichzeitigen korrekten operativen Versorgung bedarf und somit die Grunderkrankung vor der Versorgung der Sekundärdeformität behoben werden muss.

6 Diskussion der Ergebnisse

Diese Studie vergleicht das etablierte Operationsverfahren der Mittelgelenkresektionsarthrodese mittels temporärem Kirschner-Draht und die noch relativ neue intraossäre Fixierung durch einen sich auflösenden Ethipin. Das Follow up von sechs Monaten und die Nachbehandlung sind aus Gründen der Vergleichbarkeit identisch. Vergleicht man die postoperative Zufriedenheit der beiden in dieser Studie untersuchten Operationsmethoden, so zeigt sich schon nach sechs postoperativen Wochen in beiden Versorgungsgruppen ein vergleichbares subjektives Wohlbefinden. Objektiv fassbar wird dieser Zustand in der Auswertung der visuellen Analogskala. Die Patientenzufriedenheit steigerte sich innerhalb von sechs Monaten noch weiter, sodass alle Patienten beider Untersuchungsgruppen in der subjektiven Einschätzung bei „sehr gut“ oder „gut“ rangierten. Die Analyse beider Untersuchungsgruppen in der subjektiven visuellen Analogskala „Einschränkung der Berufsausübung“ ließ für dieses Kollektiv eine signifikante Verbesserung ($p < 0,05$) erkennen. Die Ethipin-Gruppe zeigte darüber hinaus noch eine Verbesserung im Vergleich zu der mit einem Kirschner-Draht versorgten Gruppe, was objektivierbar war.

Die Ergebnisse der subjektiven „Einschränkung der Sportfähigkeit“ sowie eine Reduktion der „Schmerzen“ zeigten ebenfalls eine signifikante Verbesserung ($p < 0,05$) beider Untersuchungsgruppen von prä- zu sechs Monaten postoperativ. Der direkte Vergleich beider Operationsmethoden ergab keinen entscheidenden Unterschied. Die untersuchte visuelle Analogskala „Einschränkung der Alltagsaktivität“ war jedoch im zeitlichen Verlauf von prä- zu sechs Monaten postoperativ für beide Untersuchungsgruppen ohne signifikante Verbesserung ($p > 0,05$).

Die Ergebnisse des AOFAS-Scores stellten im gegenseitigen Vergleich der beiden Untersuchungsgruppen keine Signifikanzen dar. Der zeitliche Verlauf zeigte aber für die mittels Ethipin versorgte Gruppe und auch für die mit einem K-Draht

versorgte Gruppe eine signifikante Verbesserung der präoperativen zur postoperativen Situation. Die Veränderung der Grundgelenkstabilität im zeitlichen Verlauf blieb mit einem p-Wert $> 0,05$ ohne signifikante Verbesserung.

In der Beurteilung der Ergebnisse im SF-36-Score zeigen beide Untersuchungsgruppen in allen Subskalen der „Körperlichen Summenskala“ deutlich niedrigere Werte als die gleichaltrige Normalbevölkerung. Die Differenz dieser Resultate von prä- nach postoperativ konnte für beide Untersuchungsgruppen reduziert werden, jedoch ohne dass eine der beiden Gruppen das Niveau der Normalbevölkerung erreichen konnte. Die Steigerung der Werte für die Ethipin-Gruppe lag etwas höher als die der K-Draht-Gruppe, ohne jedoch eine Signifikanz zu zeigen. Im zeitlichen Verlauf konnte die Gruppe der mit Ethipin versorgten Patienten in den Subskalen „Schmerz“ (p-Wert = 0,003) und „Körperliche Funktionsfähigkeit“ (p-Wert = 0,016) sogar eine signifikante Verbesserung erzielen.

Die Veränderungen in den Subskalen der „Psychischen Summenskala“ von prä- nach postoperativ waren ohne deutliche Unterschiede, im Einzelnen ohne Signifikanz. Die absoluten Werte lagen sowohl prä- als auch postoperativ immer auf dem Niveau der Normalbevölkerung. Aus diesen doch deutlichen Unterschieden der beiden Summenskalen lässt sich eine körperliche Einschränkung der Zehenerkrankungen herleiten, ohne dass die psychische Verfassung nachhaltig eingeschränkt wurde.

Aus den Ergebnissen der „Körperlichen Summenskala“ des SF-36-Scores lässt sich für die Ethipin-Gruppe durch die Operation eine signifikante Verbesserung des postoperativen Zustandes ableiten. Die K-Draht-Gruppe zeigt ebenfalls verbesserte absolute Werte, ohne dass diese eine statistische Signifikanz aufweisen.

Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, sind alle Patienten dieser Studie einheitlich mit einem Vorfußentlastungsschuh nachbehandelt worden.

Als entscheidender Vorteil der operativen Ethipin-Versorgung muss die vollständige intraossäre Lage des intramedullären Kraftträgers aufgezeigt werden. Die postoperative hygienische Versorgung gestaltete sich deutlich vereinfacht und bedarf weniger Compliance der Patienten, beispielsweise konnten die Probanden nach gut sieben Tagen wieder duschen ohne gesonderte Schutzmaßnahmen vorzunehmen. Bei vollständiger Resorption des Ethipins nach sechs Monaten zeigten sich trotz der mithin größeren Flexibilität zum K-Draht keine Pseudoarthrosen. Diese vorliegenden Ergebnisse werden von Patton bestätigt (38).

Nachteilig ist, dass die Ethipin-Versorgung keinen Einfluss auf die Stellung des Grundgelenkes und damit auf die gesamte Vorfußstellung hat und somit keine Korrektur über das Mittelgelenk hinaus ermöglicht. Die operative Versorgung mit der intraossären Fixation durch den Kirschner-Draht ermöglicht dagegen eine temporäre Fixation der gesamten Zehe und damit auch die Stellung im Verhältnis zum Mittelfuß. Da das distale Ende an der Zehenspitze perkutan ausgeleitet ist, wird eine höhere Compliance von Seiten der Patienten erwartet. Die Zehen und die damit verbundenen potenziellen Eintrittspforten für Keime müssen entsprechend regelmäßig und steril versorgt werden. Diese Maßnahme wurde von den mit einem K-Draht versorgten Patienten als unangenehm in der Nachbehandlung empfunden, teilweise fühlten sie sich überfordert. Ebenfalls stellt die Entfernung des K-Drahtes nach sechs Wochen einen Zweiteingriff dar, ist mit Schmerzen verbunden und verursacht zusätzliche Kosten.

Die Korrekturmöglichkeit durch den das Mittelgelenk überbrückenden Kirschner-Draht ist bei kontrakten Zehen als ein deutliches Plus der Methode zu werten, beinhaltet aber gleichzeitig die Verletzung von zwei zum Teil nicht operationsbedürftigen Gelenkstrukturen der Zehe, da der Draht die Gelenkflächen des End- und Grundgelenkes perforiert und so immer einen Gelenkschaden verursacht.

Berücksichtigt man die vorstehende Problematik, so zeigt sich bei Zehndeformitäten der Typen I und II nach Dhukaram eindeutig ein objektiv besseres Ergebnis in der mit Ethipin versorgten Patientengruppe. Dieses wird subjektiv von den Patienten ebenfalls nachempfunden.

Aus wirtschaftlicher Sicht ist der Kirschner-Draht, der 0,59 € pro Stück kostet, deutlich günstiger als ein Ethipin-Set, das bei 56,00 € liegt. Somit ist kritisch zu hinterfragen, ob sich aus ökonomischen Gesichtspunkten ein teureres Verfahren durchsetzen kann. Die Patientengruppe, welche mit Kirschner-Drähten versorgt wurde, zeigte gleichfalls keine Pseudoarthrosen im Bereich der Mittelgelenkresektionsarthrodese. Infektionen oder allergische Reaktionen blieben aus.

Vergleicht man beide in dieser Studie dargestellten Methoden mit den anderen oben genannten Operationsmethoden, so zeigt sich, dass die Mittelgelenkresektionsarthrodese in beiden Techniken mindestens gleichwertig, eher aber qualitativ höherwertig, einzustufen ist. Speziell trifft dieses für ein subjektiv und objektiv besseres Outcome sowie ein geringeres Auftreten von Komplikationen zu.

7 Schlussfolgerung

Diese prospektive Studie über die operative Versorgung von Hammer- und Krallenzehen mittels Mittelgelenkresektionsarthrodese, temporärer K-Draht-Fixation oder intramedullärer Ethipin-Fixation zeigt, dass die Ethipin-Fixation in direktem Vergleich eine echte Alternative zur K-Draht-Fixation darstellt. Das präoperative Management muss jedoch einem festgelegten Algorithmus folgen.

Die Ethipin-Versorgung ist kein gelenkübergreifendes Verfahren und beeinflusst somit die Zehenstellung im Verhältnis zum Vorfuß nicht. Konsequenterweise ist damit bei klinisch kontrakten Grundgelenksituationen kein zufriedenstellendes Ergebnis zu erwarten. Zusatzeingriffe am Grundgelenk könnten diesen Nachteil ausgleichen. Die nicht notwendige Entfernung des Arthrodesen-Materials bei der Ethipin-Versorgung erhöht den Komfort der Patienten in der postoperativen Nachbehandlung. In beiden Untersuchungsgruppen zeigten sich nach der Arthrodesen-Versorgung keine Pseudoarthrosen.

Unter dem heute üblichen Kostendruck ist es ein nicht zu unterschätzendes ökonomisches Muss, die Wahl des intramedullären Fixationsmaterials von seinem Preis abhängig zu machen (0,59 € je Kirschner-Draht im Vergleich zu 56,00 € für ein Ethipin-Set, mindestens drei Zehen können derart in einer Operation versorgt werden), besonders da mit der Kirschner-Draht-Versorgung eine Alternative zur Verfügung steht.

Auch sind die Ergebnisse beider Varianten der Mittelgelenkresektionsarthrodesen den recherchierten Ergebnissen der anderen Operationsverfahren mindestens gleichwertig, im Bereich der Komplikationen sogar überlegen.

Entscheidend für den Erhalt eines guten postoperativen Ergebnisses ist in jedem Fall eine suffiziente Korrektur von zusätzlichen Vorfußkrankungen, speziell im Bereich der Großzehe, da diese häufig als Ursache für die Kleinzeherkrankungen ausgemacht werden konnten.

8 Literaturverzeichnis

- 1 Banks, A.S.; Downey, M.S.; Martin, D.E., McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot and Ankle Surgery, 3rd Ed., Vol. 1, 2001
- 2 Barbari, S.G.; Roven, K.B., Correction of Clawtoes by the Girdlestone-Taylor flexor-extensor transfer procedure, 1984
- 3 Barouk, L.S., L'osteotomie cervico-capitale de Weil dans les métatarsalgies medianes, Médecine et Chirurgie du Pied, 1994
- 4 Baumgartner, R., Die orthopädische Versorgung des Fußes, Spreizfuß, 1995
- 5 Baumgartner, R.; Rippstein, J., Die orthopädische Versorgung des Fußes, Hallux valgus, Hammer- und Krallenzehen, 1995
- 6 Bos, R.R.M., Rozemia, F.R., Boering, G. et al., Degradation of an tissue reaction to biodegradable poly-L-lactide for use as internal fixation of fractures, 1991
- 7 Brunetti, V.A.; Trepal, M.J., Jules, K.T., Fixation of the Austin Osteotomy with Bioresorbable Pins, The Journal of Foot Surgery, 1991
- 8 Bullinger, M.; Kirchberger, I.; Ware, J., Der deutsche SF-36 Health Survey, 1995
- 9 Cahill, B.R., Connor, D.E., A long-term follow-up on proximal phalangectomy for hammer toes, 1972
- 10 Coughlin, M.J., Mallet toes, hammer toes, claw toes and corns, 1984
- 11 Coughlin, M.J.; Mann, RA, Lesser toe deformities. In: Mann RA, Coughlin, MJ (eds) Surgery of the Foot and Ankle, 6th edn. St. Louis Mosby-Year Book, 1993
- 12 Coughlin, MJ; Dorris, J.; Polk, E., Operative repair of the fixed hammer toe deformity, 2000
- 13 Daubenspeck, K., Korrektur des Klauenhohlfußes durch Fixation der langen Zehenbeuger an der Grundphalange, 1942
- 14 Edwards, W.H.B.; Beischer, A.D., Interphalangeal joint arthrodesis of the lesser toes, Foot and Ankle Clin N Am, 7, 2002

- 15 Ethicon Products, Ethipin Knochen-Fixierstift/Produktbeschreibung, 1998
- 16 Fleischhauer, K.; Staubesand, J.; Zenker, W., Benninghoff: Anatomie, Band 1: Anatomie des Bewegungsapparates, 1985
- 17 Harmonson, Jill K.; Harkless, L.B., Operative Procedures for the correction of hammertoe, claw toe and mallet toe, Digital Surgery, Vol.13, Nr.2, 1996
- 18 Helal, B., Metatarsal osteotomy for metatarsalgia, J. Bone Joint Surg., 1975
- 19 Hoffa, A., Orthopädische Chirurgie, 1905
- 20 Hohmann, G., Der Hallux valgus und die übrigen Zehenverkrümmungen, Erg Chir Orthop, 1925
- 21 Hohmann, G., Zur Technik der Hammerzehenoperation, Arch Orthop Unfall-Chir., 1922
- 22 Hossain, S.; Sampath, J.; Barrie, J.L., Correction of hammer toe with an extended release of the metatarsophalangeal joint, The journal of bone and joint surgery, 2002
- 23 Jaworek, T., Diaphyseal resection a modified approach to contracted digits, J Foot Surg, 1973
- 24 Johnson, KA, Problems of the lesser toes. In: Surgery of the Foot and Ankle, New York, Raven Press, 1989
- 25 Kahle, W.; Leonhardt, H.; Platzer, W., Taschenatlas der Anatomie, Band 1: Bewegungsapparat, 1986
- 26 Kitaoka, H.B.; Alexander, I.J et al., AOFAS Clinical Rating System for lesser toes, Foot and Ankle International, Vol. 15, No. 7, 1994
- 27 Kuwada, GT, Surgery of the lesser digits. In: Butterworth R., Dockery, GL (eds), A Colour Atlas an Text of Forefoot Surgery, London, 1992
- 28 Mann, RA; Coughlin, MJ, Lesser toe deformities. In: Jahss M (ed.) Disorders of the Foot and Ankle. Philadelphia, WB Saunders, 1991
- 29 McConnell, B.E., Hammertoe surgery: Waist resection of the proximal phalanx, a more simplified procedure, 1975

- 30 McGlamry, ED, Lesser ray deformities. In: McGlamry ED, Banks AS, Downey MS (eds) *Comprehensive Textbook of Foot Surgery*, 2nd edn., 1992
- 31 Michele, A.A., Krueger, F.J., *Operative correction for hammer toe*, 1948
- 32 Miller, S.J., Hammer toe correction by arthrodesis of the proximal interphalangeal joint using a cortical bone allograft pin, *Journal of the Am. Podiatric Med. Ass.*, Vol.92, No.10, 2002
- 33 Myerson, M.S.; Fortin, P.; Gurard, P., Use of skin Z-Plasty for management of extension contracture in recurrent claw and hammer toe deformity, *Foot Ankle Int*, 1994
- 34 Newman, R.J., Fitton, J.M., An evaluation of operative procedures in the treatment of hammer toe, 1979
- 35 Parks, R.M., Nelson, G., Complications with the use of bioabsorbable pins in the foot, 1993
- 36 Parrish, T.F., *Dynamic correction of clawtoes*, 1973
- 37 Parrish, TF, *Dynamic correction of claw toes*, *Orthop Clin North Am*, 1973
- 38 Patton, G.W.; Shaffer, M.W.; Kostakos, D.P., Absorbable Pin: A new method of fixation for digital arthrodesis, *The journal of foot surgery*, Vol. 29, No. 2, 1990
- 39 Pisani, G., Küster, H.-H., Thomas, W., *Fußchirurgie*, 1998
- 40 Post, A.C., Hallux valgus, with displacement of the smaller toes. *Med. Rec.*, 1882
- 41 Pyper, B.J., *The Flexor-Extensor Transplant operation for claw toes*, 1958
- 42 Richardson, EG, The foot in adolescents and adults. In: Crenshaw AH (ed.) *Campbell's Operative Orthopaedics*, 7th edn. Mosby-Year Book, 1987
- 43 Ross, ERS; Menelaus, NB, Open flexor tenotomy for hammer toes and curly toes in childhood. *J. Bone Joint Surg.*, 1984
- 44 Sarrafian, SK, Correction of fixed hammer toe deformity with resection of the head of the proximal phalanx and extensor tendon tenodesis, *Foot Ankle*, 1995

- 45 Scheck, M., Etiology of acquired hammer toe deformity. Clin Orthop, 1977
- 46 Schiebler, Th.H.; Schmidt, W., Anatomie, 1991
- 47 Schlefman, B.S.; Fenton, C.F.; McGlamry, E.D., Peg-in-hole arthrodesis. J.A.P.A., 1983
- 48 Seidel, K., Differentialdiagnose und Differentialtherapie bei Krallen- und Hammerzehendeformität, Orthop Praxis, 1976
- 49 Selig, S., Hammer-toe, a new procedure for it's correction. Surg. Gynecol. Obstet., 1941
- 50 Shaw, A.H., Alvarez, G., The use of digital implants for the correction of hammer toe deformity and their potential complications and management, 1992
- 51 Staubesand, J., Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen, 2. Band: untere Extremität, 1988
- 52 Stinus, S., Die orthopädische Versorgung des Fußes, Fußpflege, 1995
- 53 Taylor, R.G., The treatment of clawtoes by multiple transfers of flexor into extensor tendons, 1951
- 54 Taylor, RG, An operative procedure for the treatment of hammer-toe and claw-toe, J. Bone Joint Surg., 1940
- 55 Taylor, RG, The treatment of claw toes by multiple transfers of flexor into extensor tendons. J Bone Joint Surg., 1951
- 56 Thompson, FM; Hamilton, WG, Problems of the second metatarsophalangeal joint. Orthopedics, 1987
- 57 Thompson, GH, Bunions and deformities of the roes in children and adolescents. J. Bone Joint Surg., 1995
- 58 Türk, K., Die orthopädische Versorgung des Fußes, Hammerzehen - Korrekturorthese in Silikontechnik, 1995
- 59 Uhthoff, H.K., Operative Behandlung der nicht kontrakten Hammerzehe, Operat Orthop Traumatol, 1990
- 60 Wilde, B., Die orthopädische Versorgung des Fußes, Physiotherapie des Fußes, 1995

- 61 Wirth, C.J.; Zichner, L.; Wülker, N., Orthopädie und orthopädische Chirurgie, 2002
- 62 Wülker, N.; Stephens, M.; Cracchiolo III, A., Operationsatlas Fuß und Sprunggelenk, 1998

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Plantarseite rechter Fuß: 1=M. flexor hallucis longus (tendo), 2=M. flexor digitorum longus (tendo), 3=Aponeurosis plantaris, 4=Mm. lumbricalis (kopiert aus Sobotta Anatomie Lernkarten, Muskeln)...	3
Abbildung 2: Dorsalseite rechter Fuß: 1=Mm. extensor digitorum brevis, 2=M. extensor digitorum longus (tendines), 3=M. extensor hallucis longus (tendo), 4=M. extensor hallucis brevis (kopiert aus Sobotta Anatomieatlas, Bd. 2, S. 335).....	4
Abbildung 3: Mm. interossei plantares (A) und Mm. interossei dorsalis (B) (kopiert aus Sobotta Anatomieatlas, Bd. 2, S. 346).....	5
Abbildung 4: Hammerzehe (kopiert aus Foot and Ankle Surgery, Volume 1, Third Edition 2001).....	6
Abbildung 5: Krallenzehe (kopiert aus Foot and Ankle Surgery, Volume 1, Third Edition 2001).....	7
Abbildung 6: Malletzehe (kopiert aus Foot and Ankle Surgery, Volume 1, Third Edition 2001).....	7
Abbildung 7: Beugesehnentransfer unter Fesselung des Grundgliedes (kopiert aus Operationsatlas, Fuß und Sprunggelenk, N.Wülker, S.89)....	11
Abbildung 8: Temporäre Kirschner-Draht-Fixation nach Hohmann-Operation (kopiert aus Foot and Ankle Surgery, Volume 1, Third Edition 2001).....	13
Abbildung 9: Push-up-Test (kopiert aus Wirth, C.J., Orthopädie und orthopädische Chirurgie, Bd. Fuß, 2002).....	19
Abbildung 10: Röntgen nativ Vorfuß a.p., präoperativ: Hallux valgus mit Krallenzeheformität D II – D IV.....	20
Abbildung 11: Röntgen nativ Vorfuß a.p., postoperativ: Zustand nach Basis-Osteotomie bei Hallux valgus mit Mittelgelenkresektionsarthrodese bei Krallenzeheformität D II – D IV.....	21
Abbildung 12: Hallux valgus und Hammerzehen D II und D III präoperativ.....	22

Abbildung 13: Gerade Hautinzision über D II bei Zustand nach Chevron-Osteotomie D I.....	23
Abbildung 14: Längsspaltung der Strecksehne D II.....	23
Abbildung 15: Darstellung des Grundgliedköpfchens.....	24
Abbildung 16: Condyliresektion am Grundgliedköpfchen D II.....	24
Abbildung 17: Entknorpelung der Basis des Mittelgliedes D II.....	25
Abbildung 18: Eröffnen des Aufnahmekanals im Mittelglied D II.....	25
Abbildung 19: Retrogrades Einbringen des 1,4 mm starken Kirschner-Drahtes (I).....	26
Abbildung 20: Retrogrades Einbringen des 1,4 mm starken Kirschner-Drahtes (II).....	26
Abbildung 21: Aufsetzen von Grund- und Mittelglied D II.....	27
Abbildung 22: Vortreiben des Kirschner-Drahtes und Fixierung der Arthrodeese D II.....	28
Abbildung 23: Fixierte Kleinzehe nach Umbiegen und Einkürzen des Kirschner-Drahtes D II.....	28
Abbildung 24: Strecksehnenverlängerung mit spannungsfreier Naht.....	29
Abbildung 25: Endgültiges Korrekturergebnis D I bis D III.....	29
Abbildung 26: Vorfußentlastungsschuhversorgung nach Mittelgelenkresektionsarthrodeese mittels eines Kirschner-Drahtes D II unter Gehbelastung, sechster postoperativer Tag.....	30
Abbildung 27: Ethipin-Set, Fa. Ethicon, Norderstedt, Deutschland.....	33
Abbildung 28: Nicht-kontrakter Hammerzeh D IV mit Hallux valgus.....	33
Abbildung 29: Legen des Ethipin-Bohrkanales im Grundglied D IV.....	34
Abbildung 30: Legen des Ethipin-Bohrkanales im Mittelglied nach Präparation des Aufnahmekanals D IV.....	34
Abbildung 31: Einkürzen des Ethipin-Fixationsstifts auf die ausgemessenen Bohrkanallängen.....	35
Abbildung 32: Einbringen des Ethipins in das Grundglied D IV.....	35
Abbildung 33: Aufsetzen des Mittelgliedes mit Einführung des Grundgliedes in den Aufnahmekanal D IV.....	36

Abbildung 34: Vollständige Reposition der Kleinzehe D IV.....	36
Abbildung 35: Postoperatives Ergebnis nach Ethipin-Mittelgelenkresektionsarthrodese D IV und Chevron-Osteotomie D I.....	37
Abbildung 36: Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis beider Untersuchungsgruppen sechs Wochen, drei Monate und sechs Monate postoperativ.....	48
Abbildung 37: Eingeschränkte Berufsausübung beider Untersuchungsgruppen im zeitlichen Verlauf.....	52
Abbildung 38: Eingeschränkte Sportfähigkeit beider Untersuchungsgruppen im zeitlichen Verlauf.....	53
Abbildung 39: Schmerzangaben im Mittelgelenk beider Untersuchungsgruppen im zeitlichen Verlauf.....	54
Abbildung 40: Einschränkung der Alltagsaktivität beider Untersuchungsgruppen im zeitlichen Verlauf.....	55
Abbildung 41: Mittelwerte AOFAS-Score beider Patientengruppen im zeitlichen Verlauf (präoperativ gegenüber sechs Monaten postoperativ)....	57
Abbildung 42: Verteilung/Streuung des AOFAS-Score der mit K-Draht versorgten Patienten (n = 22) präoperativ.....	58
Abbildung 43: Verteilung/Streuung des AOFAS-Score der mit K-Draht versorgten Patienten (n = 22) sechs Monate postoperativ.....	58
Abbildung 44: Verteilung/Streuung des AOFAS-Score der mit Ethipin versorgten Patienten (n = 19) präoperativ.....	59
Abbildung 45: Verteilung/Streuung des AOFAS-Score der mit Ethipin versorgten Patienten (n = 19) sechs Monate postoperativ.....	60
Abbildung 46: Ergebnisse der körperlichen Subskalen des SF-36-Score präoperativ im Vergleich zur Referenzgruppe der deutschen Normalbevölkerung.....	61
Abbildung 47: Ergebnisse der körperlichen Subskalen des SF-36-Score sechs Monate postoperativ im Vergleich zur Referenzgruppe der deutschen Normalbevölkerung.....	62

Abbildung 48: Ergebnisse der psychischen Subskalen des SF-36-Score präoperativ im Vergleich zur Referenzgruppe der deutschen Normalbevölkerung.....	63
Abbildung 49: Die Werte der psychischen Subskalen beider Untersuchungsgruppen sechs Monate postoperativ im Vergleich zur Referenzgruppe der deutschen Normalbevölkerung.....	64
Abbildung 50: Vergleich der Werte der körperlichen Subskalen beider Gruppen als Prozentsatz der als 100 % gesetzten Normalpopulation präoperativ.....	65
Abbildung 51: Vergleich der Werte der körperlichen Subskalen beider Gruppen als Prozentsatz der als 100 % gesetzten Normalpopulation in den Subskalen sechs Monate postoperativ.....	66
Abbildung 52: Vergleich der Werte der psychischen Subskalen beider Gruppen als Prozentsatz der als 100 % gesetzten Normalpopulation in den Subskalen präoperativ.....	67
Abbildung 53: Vergleich der Werte der psychischen Subskalen beider Gruppen als Prozentsatz der als 100 % gesetzten Normalpopulation in den Subskalen sechs Monate postoperativ.....	68

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassifikation von Kleinzehdeformitäten nach Dhukaram.....	8
Tabelle 2: Demographische Patientendaten zum Operationszeitpunkt.....	15
Tabelle 3: Übersicht der zusätzlichen Eingriffe an den operierten Vorfüßen der untersuchten Gruppen.....	17
Tabelle 4: Ethipin-Knochenfixationsstift: Scherkraftabnahme nach Implantation im zeitlichen Verlauf.....	31
Tabelle 5: Summenskalen und Subskalen im SF-36-Health-Survey-Score.....	46
Tabelle 6: Patientenzufriedenheit mit dem Operationsergebnis sechs Wochen postoperativ.....	49
Tabelle 7: Patientenzufriedenheit mit dem Operationsergebnis drei Monate postoperativ.....	50
Tabelle 8: Patientenzufriedenheit mit dem Operationsergebnis sechs Monate postoperativ.....	50
Tabelle 9: Entwicklung des AOFAS-Score der mit K-Draht versorgten Patienten (n = 22) im Zeitverlauf.....	56
Tabelle 10: Entwicklung des AOFAS-Score der mit Ethipin versorgten Patienten (n = 19) im Zeitverlauf	56
Tabelle 11: Differenzen (Delta) in der Ausgangs-Eingangsuntersuchung beim SF-36-Fragebogen (p < 0,05).....	I
Tabelle 12: Auswertung des SF-36 in p-Werten für die Signifikanz prä- und postoperativ in beiden Untersuchungsgruppen.....	II
Tabelle 13: Absolutwerte der SF-36-Auswertung (Mittelwerte und Standardabweichungen) im zeitlichen Verlauf.....	III
Tabelle 14: Signifikanzen als p-Wert (<0,05) im Mann-Whitney-Test im Vergleich von Ethipin- zur K-Draht-Untersuchungsgruppe im zeitlichen Verlauf der Visuellen Analogskalen.....	IV
Tabelle 15: Absolutwerte der visuellen Analogskalen (Mittelwerte und Standardabweichungen) im zeitlichen Verlauf.....	V

Tabelle 16: Signifikanzen als p-Wert (<0,05) im Mann-Whitney-Test im Vergleich von Ehipin- zur K-Draht-Untersuchungsgruppe im zeitlichen Verlauf des AOFAS-Score.....	VI
Tabelle 17: Signifikanzen als p-Wert (<0,05) im Wilcoxon-Test im Vergleich von prä- zu sechs Monaten postoperativ in der Ehipin-Gruppe.....	VII
Tabelle 18: Signifikanzen als p-Wert (<0,05) im Wilcoxon-Test im Vergleich von prä- zu sechs Monaten postoperativ in der K-Draht-Gruppe.....	VIII
Tabelle 19: Absolutwerte AOFAS-Score (Mittelwerte und Standardabweichungen) im zeitlichen Verlauf.....	IX

11 Danksagung

Am Schluss meiner Dissertation möchte ich Herrn Privatdozent Dr. med. Christian Götze, Oberarzt an der Klinik für Orthopädie des Universitätsklinikums Münster, meinen Dank für die Betreuung aussprechen.

Ich danke allen Mitarbeitern des Krankenhauses für Sportverletzte, Hellersen, Lüdenscheid, für die kollegiale und freundliche Unterstützung, sowie die kooperative Zusammenarbeit.

Ein ganz besonders herzlicher Dank gilt meinen guten Freunden Dr. med. Stefan Garmann und Diplom-Mathematiker Thomas Festring, die mir jeder Zeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Der letzte und wichtigste Dank gilt meiner Frau Ulrike, die mich immer unterstützt und motiviert hat. Besonders in den letzten Wochen hat sie mir „den Rücken frei gehalten“ um diesen großen Akt meiner Medizinerlaufbahn vollenden zu können.

12 Lebenslauf

Name: **Harald Schnieders**
Anschrift: 48282 Emsdetten, Franz-Lehár-Straße 20 a
Geburtsdatum/-ort: 23.08.1968 in Rheine
Familienstand: verheiratet, 2 Töchter

Schulausbildung: **1975 – 1979** Annette-Grundschule, Rheine
1979 – 1988 Kopernikus-Gymnasium, Rheine
 Abitur abgelegt am 08.06.1988

Bundeswehr: 01.07.1988 - 30.06.1990

Hochschulausbildung: **1990 - 1996**
 Studium der Humanmedizin an der
 Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster
10/96 - 11/97
 Praktisches Jahr an den
 Städtischen Kliniken in Osnabrück

Ärztliche Prüfungen: Physikum im April 1993
 1. Staatsexamen im April 1994
 2. Staatsexamen im April 1996
 3. Staatsexamen am 17. November 1997
**Facharzt-Prüfung „Orthopädie“ abgelegt am
 20.08.2005**

AiP u. Assistenzarzt: **vom 15.12.1997 bis zum 16.07.2000**
 im Marien-Krankenhaus, Nordhorn,
 in der Chirurgischen Abteilung bei Herrn Dr. med.
 H. Wüllner und Herrn Dr. med. H. Grönefeld

vom 17.07.2000 bis zum 31.12.2005
 Krankenhaus für Sportverletzte, Hellersen,
 Lüdenscheid, in der Orthopädie bei Herrn Dr. med.
 E. Schuchardt / Herrn Dr. med. J. Hagenah

seit dem 01.01.2006
 St. Josef-Stift Sendenhorst in der Rheuma-
 Orthopädie bei Herrn Prof. Dr. med. R. K. Miehleke

Emsdetten, 10. Dezember 2006

.....
 Harald Schnieders

13 Anhang

13.1 Daten der statistischen Auswertungen

Delta-SF-36	p-Wert im Mann-Whitney-Test
Körperliche Funktionsfähigkeit	0,029
Körperliche Rollenfunktion	0,035
Körperliche Schmerzen	0,061
Allgemeiner Gesundheitszustand	0,389
Vitalität	0,294
Soziale Funktionsfähigkeit	0,705
Emotionale Funktionsfähigkeit	0,873
Psychisches Wohlbefinden	0,958
Körperliche Summenskala	0,147
Psychische Summenskala	0,979

Tabelle 11: Differenzen (Delta) in der Ausgangs-Eingangsuntersuchung beim SF-36-Fragebogen ($p < 0,05$)

SF-36-Auswertung	p-Wert im Mann-Whitney-Test	p-Wert im Wilcoxon-Test der Ethipin-Gruppe	p-Wert im Wilcoxon-Test der K-Draht-Gruppe
Körperliche Funktionsfähigkeit präoperativ	0,636		
Körperliche Funktionsfähigkeit postoperativ	0,206	0,016	1,000
Körperliche Rollenfunktion präoperativ	0,503		
Körperliche Rollenfunktion postoperativ	0,715	0,082	0,113
Körperliche Schmerzen präoperativ	0,833		
Körperliche Schmerzen postoperativ	0,075	0,003	0,110
Allgemeiner Gesundheitszustand präoperativ	0,927		
Allgemeiner Gesundheitszustand postoperativ	0,212	0,659	0,189
Vitalität präoperativ	0,833		
Vitalität postoperativ	0,405	0,309	0,638
Soziale Funktionsfähigkeit präoperativ	0,602		
Soziale Funktionsfähigkeit postoperativ	0,730	0,344	0,725
Emotionale Funktionsfähigkeit präoperativ	0,782		
Emotionale Funktionsfähigkeit postoperativ	0,664	0,285	0,705
Psychisches Wohlbefinden präoperativ	0,222		
Psychisches Wohlbefinden postoperativ	0,494	0,861	0,831
Körperliche Summenskala präoperativ	0,548		
Körperliche Summenskala postoperativ	0,123	0,008	0,140
Psychische Summenskala präoperativ	0,229		
Psychische Summenskala postoperativ	0,418	0,157	0,506

Tabelle 12: Auswertung des SF-36 in p-Werten für die Signifikanz prä- und postoperativ in beiden Untersuchungsgruppen

Absolutwerte der SF-36-Auswertung	Mittelwert		Standardabweichung (SD)	
	K-Draht	Ethipin	K-Draht	Ethipin
Körperliche Funktionsfähigkeit präoperativ	75,68	75,79	1,47	14,65
Körperliche Funktionsfähigkeit postoperativ	75,00	84,47	21,88	14,33
Körperliche Rollenfunktion präoperativ	55,68	63,16	42,21	41,14
Körperliche Rollenfunktion postoperativ	71,59	81,58	43,16	29,86
Körperliche Schmerzen präoperativ	45,82	46,47	26,55	22,01
Körperliche Schmerzen postoperativ	57,64	74,37	30,65	20,57
Allgemeiner Gesundheitszustand präoperativ	66,27	66,16	17,42	16,81
Allgemeiner Gesundheitszustand postoperativ	62,41	68,79	18,84	16,57
Vitalität präoperativ	65,45	62,89	14,63	16,94
Vitalität postoperativ	63,41	66,32	15,99	14,13
Soziale Funktionsfähigkeit präoperativ	94,89	93,42	10,68	12,75
Soziale Funktionsfähigkeit postoperativ	93,75	96,71	16,25	11,67
Emotionale Funktionsfähigkeit präoperativ	92,42	87,72	22,84	29,84
Emotionale Funktionsfähigkeit postoperativ	92,42	94,74	25,05	22,94
Psychisches Wohlbefinden präoperativ	76,73	72,21	16,77	13,82
Psychisches Wohlbefinden postoperativ	75,09	73,26	16,33	13,34

Tabelle 13: Absolutwerte der SF-36-Auswertung (Mittelwerte und Standardabweichungen) im zeitlichen Verlauf

Mann-Whitney-Test (Pin / Draht)	p-Werte
Präoperativ Schmerzen	0,692
Präoperativ Berufsausübung	0,256
Präoperativ Sportfähigkeit	0,365
Präoperativ Alltagsaktivität	0,256
Sechs Monate	
Postoperativ Schmerzen	0,161
Postoperativ Berufsausübung	0,029
Postoperativ Sportfähigkeit	0,935
Postoperativ Alltagsaktivität	0,609
Postoperativ Ergebniszufriedenheit	0,427

Tabelle 14: Signifikanzen als p-Wert (<0,05) im Mann-Whitney-Test im Vergleich von Ethipin- zur K-Draht-Untersuchungsgruppe im zeitlichen Verlauf der Visuellen Analogskalen

Absolutwerte der visuellen Analogskalen	Mittelwert		Standardabweichung (SD)	
	K-Draht	Ethipin	K-Draht	Ethipin
Präoperativ Schmerzen	4,82	5,32	2,63	2,56
Präoperativ Berufsausübung	2,86	3,21	2,71	2,12
Präoperativ Sportfähigkeit	3,41	4,05	3,11	2,80
Präoperativ Alltagsaktivität	2,95	3,68	1,94	2,24
Sechs Wochen				
Postoperativ Schmerzen	2,55	1,79	1,47	1,08
Postoperativ Berufsausübung	4,05	3,89	2,03	1,94
Postoperativ Sportfähigkeit	7,41	7,21	3,30	2,62
Postoperativ Alltagsaktivität	4,18	4,26	2,11	2,05
Postoperativ Ergebniszufriedenheit	8,64	8,42	1,22	1,50
Drei Monate				
Postoperativ Schmerzen	1,59	1,47	0,96	1,02
Postoperativ Berufsausübung	1,64	1,11	1,09	0,32
Postoperativ Sportfähigkeit	1,82	1,68	1,22	2,08
Postoperativ Alltagsaktivität	1,64	1,42	0,85	1,39
Postoperativ Ergebniszufriedenheit	8,95	9,00	1,36	1,41
Sechs Monate				
Postoperativ Schmerzen	1,36	1,11	0,66	0,32
Postoperativ Berufsausübung	1,32	1,00	0,72	0,00
Postoperativ Sportfähigkeit	1,36	1,63	0,58	1,34
Postoperativ Alltagsaktivität	1,27	1,21	0,55	0,32
Postoperativ Ergebniszufriedenheit	9,36	9,53	0,73	0,70

Tabelle 15: Absolutwerte der visuellen Analogskalen (Mittelwerte und Standardabweichungen) im zeitlichen Verlauf

Mann-Whitney-Test (Pin / Draht)	p-Werte
Präoperativ Schmerzen	0,302
Präoperativ Aktivitätseinschränkungen	0,485
Präoperativ Schuhwerk	0,088
Präoperativ Grundgelenkbeweglichkeit	0,193
Präoperativ Grundgelenkstabilität	0,360
Präoperativ Clavus	0,213
Präoperativ Zeh-Stellung	0,879
Präoperativ Gesamtpunktzahl	0,609
Sechs Monate	
Postoperativ Schmerzen	0,581
Postoperativ Aktivitätseinschränkungen	0,469
Postoperativ Schuhwerk	0,581
Postoperativ Grundgelenkbeweglichkeit	0,370
Postoperativ Grundgelenkstabilität	0,282
Postoperativ Clavus	1,000
Postoperativ Zeh-Stellung	1,000
Postoperativ Gesamtpunktzahl	0,441
Postoperativ Ergebniszufriedenheit	0,570

Tabelle 16: Signifikanzen als p-Wert (<0,05) im Mann-Whitney-Test im Vergleich von Ethipin- zur K-Draht-Untersuchungsgruppe im zeitlichen Verlauf des AOFAS-Score

Wilcoxon-Test (prä- zu postoperativ Ethipin-Gruppe)	p-Wert
AOFAS	
Schmerzen	0,000
Aktivitätseinschränkung	0,000
Schuhwerk	0,000
Grundgelenkbeweglichkeit	0,000
Grundgelenkstabilität	0,564
Clavus	0,000
Zeh-Stellung	0,000
Gesamtpunktzahl	0,000
Visuelle Analogskala	
Schmerzen	0,000
Eingeschränkte Berufsausübung	0,000
Eingeschränkte Sportfähigkeit	0,011
Eingeschränkte Alltagsaktivität	0,031

Tabelle 17: Signifikanzen als p-Wert (<0,05) im Wilcoxon-Test im Vergleich von prä- zu sechs Monaten postoperativ in der Ethipin-Gruppe

Wilcoxon-Test (prä- zu postoperativ K-Draht-Gruppe)	p-Wert
AOFAS	
Schmerzen	0,000
Aktivitätseinschränkung	0,000
Schuhwerk	0,000
Grundgelenkbeweglichkeit	0,000
Grundgelenkstabilität	0,675
Clavus	0,002
Zeh-Stellung	0,006
Gesamtpunktzahl	0,000
Visuelle Analogskala	
Schmerzen	0,000
Eingeschränkte Berufsausübung	0,001
Eingeschränkte Sportfähigkeit	0,001
Eingeschränkte Alltagsaktivität	0,041

Tabelle 18: Signifikanzen als p-Wert (<0,05) im Wilcoxon-Test im Vergleich von prä- zu sechs Monaten postoperativ in der K-Draht-Gruppe

Absolute Werte des AOFAS-Score	Mittelwert		Standardabweichung (SD)	
	K-Draht	Ethipin	K-Draht	Ethipin
Präoperativ				
Schmerzen	23,18	19,47	10,41	9,70
Aktivitätseinschränkungen	6,41	6,05	2,50	2,01
Schuhwerk	5,23	6,58	2,43	2,39
Grundgelenkbeweglichkeit	5,23	6,05	1,88	2,09
Grundgelenkstabilität	4,55	5,00	1,47	1,67
Clavus	0,91	0,26	1,97	1,15
Zeh-Stellung	7,27	7,16	2,35	2,52
Gesamtpunktzahl	55,55	53,24	14,04	13,39
Sechs Monate postoperativ				
Schmerzen	37,73	38,42	4,29	3,75
Aktivitätseinschränkungen	9,32	9,68	1,59	0,95
Schuhwerk	7,73	8,16	2,55	2,48
Grundgelenkbeweglichkeit	7,73	8,42	2,55	2,39
Grundgelenkstabilität	5,00	4,74	0,00	1,15
Clavus	5,00	5,00	0,00	0,00
Zeh-Stellung	15,00	15,00	0,00	0,00
Gesamtpunktzahl	92,11	94,13	7,71	6,16
Ergebniszufriedenheit	9,14	9,42	1,25	0,84

Tabelle 19: Absolutwerte AOFAS-Score (Mittelwerte und Standardabweichungen) im zeitlichen Verlauf

13.2 Patienten-Fragebogen Visuelle Analogskala

1. Frage: Haben Sie Schmerzen in den Zehen 2 bis 4 (Mittelgelenk)?

Antwort: rechter Fuß 1----2----3----4----5----6----7----8----9----10
linker Fuß 1----2----3----4----5----6----7----8----9----10
keine sehr stark

2. Frage: Sind Sie durch die Zehenerkrankung in Ihrer Berufsausübung eingeschränkt?

Antwort: rechter Fuß 1----2----3----4----5----6----7----8----9----10
linker Fuß 1----2----3----4----5----6----7----8----9----10
nein sehr stark

3. Frage: Sind Sie in Ihrer Sportfähigkeit eingeschränkt?

Antwort: rechter Fuß 1----2----3----4----5----6----7----8----9----10
linker Fuß 1----2----3----4----5----6----7----8----9----10
nein sehr stark

4. Frage: Sind Sie mit dem OP-Ergebnis zufrieden?

Antwort: rechter Fuß 1----2----3----4----5----6----7----8----9----10
linker Fuß 1----2----3----4----5----6----7----8----9----10
gar nicht sehr

5. Frage: Sind Sie in Ihrer Alltagsaktivität eingeschränkt?

Antwort: 1----2----3----4----5----6----7----8----9----10
gar nicht sehr

6. Frage: Welches Schuhwerk tragen Sie?

Antwort: Konfektionsschuhe: Ja Nein
Schuheinlagen: Ja Nein
Komfortschuhe: Ja Nein
Schuhzurichtungen o. mehr: Ja Nein

13.3 SF-36-Health-Survey-Score (deutsche Fassung)

1. Frage:

Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

- | | | | |
|----------|-----------------------|---------------|------------|
| Antwort: | <input type="radio"/> | Ausgezeichnet | (1 Punkt) |
| | <input type="radio"/> | Sehr gut | (2 Punkte) |
| | <input type="radio"/> | Gut | (3 Punkte) |
| | <input type="radio"/> | Weniger gut | (4 Punkte) |
| | <input type="radio"/> | Schlecht | (5 Punkte) |

2. Frage:

Wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand im Vergleich zum vergangenen Jahr beschreiben?

- | | | | |
|----------|-----------------------|-------------------------------------|------------|
| Antwort: | <input type="radio"/> | Viel besser als vor einem Jahr | (1 Punkt) |
| | <input type="radio"/> | Etwas besser als vor einem Jahr | (2 Punkte) |
| | <input type="radio"/> | Etwas ebenso wie vor einem Jahr | (3 Punkte) |
| | <input type="radio"/> | Etwas schlechter als vor einem Jahr | (4 Punkte) |
| | <input type="radio"/> | Viel schlechter als vor einem Jahr | (5 Punkte) |

3. Frage:

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

- 3.1: anstrengende Tätigkeiten (z.B. schnelles Laufen, Heben schwerer Gegenstände, anstrengender Sport)
- 3.2: mittelschwere Tätigkeiten (z.B. einen Tisch verschieben, Staubsaugen, Kegeln, Golf spielen)
- 3.3: Einkaufstaschen heben oder tragen
- 3.4: mehrere Treppenabsätze steigen
- 3.5: einen Treppenabsatz steigen
- 3.6: sich beugen, knien, bücken
- 3.7: mehr als 1 km weit zu Fuß gehen
- 3.8: mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen
- 3.9: eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen
- 3.10: sich baden oder anziehen

- | | | | |
|----------|-----------------------|-------------------------------------|------------|
| Antwort: | <input type="radio"/> | Ja, stark eingeschränkt | (1 Punkt) |
| | <input type="radio"/> | Ja, etwas eingeschränkt | (2 Punkte) |
| | <input type="radio"/> | Nein, überhaupt nicht eingeschränkt | (3 Punkte) |

4. Frage:

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

- 4.1: Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein. Ja Nein
- 4.2: Ich habe weniger geschafft als ich wollte. Ja Nein
- 4.3: Ich konnte nur bestimmte Dinge tun. Ja Nein
- 4.4: Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. Ich musste mich besonders anstrengen). Ja Nein

5. Frage:

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

- 5.1: Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein. Ja Nein
- 5.2: Ich habe weniger geschafft als ich wollte. Ja Nein
- 5.3: Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten. Ja Nein

6. Frage:

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

- Antwort: Überhaupt nicht (1 Punkt)
- Etwas (2 Punkte)
- Mäßig (3 Punkte)
- Ziemlich (4 Punkte)
- Sehr (5 Punkte)

7. Frage:

Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?

- Antwort: Ich hatte keine Schmerzen (1 Punkt)
- Sehr leicht (2 Punkte)
- Leicht (3 Punkte)
- Mäßig (4 Punkte)
- Stark (5 Punkte)
- Sehr stark (6 Punkte)

8. Frage:

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

- Antwort: Überhaupt nicht (1 Punkt)
- Ein bisschen (2 Punkte)
- Mäßig (3 Punkte)
- Ziemlich (4 Punkte)
- Sehr (5 Punkte)

9. Frage:

In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...

- 9.1: ...voller Schwung?
- 9.2: ...sehr nervös?
- 9.3: ...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?
- 9.4: ...ruhig und gelassen?
- 9.5: ...voller Energie?
- 9.6: ...entmutigt und traurig?
- 9.7: ...erschöpft?
- 9.8: ...glücklich?
- 9.9: ...müde?

- Antwort:
- Immer (1 Punkt)
 - Meistens (2 Punkte)
 - Ziemlich oft (3 Punkte)
 - Manchmal (4 Punkte)
 - Selten (5 Punkte)
 - Nie (6 Punkte)

10. Frage:

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

- Antwort:
- Immer (1 Punkt)
 - Meistens (2 Punkte)
 - Manchmal (3 Punkte)
 - Selten (4 Punkte)
 - Nie (5 Punkte)

11. Frage:

Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?

- 11.1: Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden.
- 11.2: Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne.
- 11.3: Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt.
- 11.4: Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit.

- Antwort:
- Trifft ganz zu (1 Punkt)
 - Trifft weitgehend zu (2 Punkte)
 - Weiß nicht (3 Punkte)
 - Trifft weitgehend nicht zu (4 Punkte)
 - Trifft überhaupt nicht zu (5 Punkte)

13.4 AOFAS-Score eingebunden in die Nachuntersuchungszeitpunkte

Untersuchung: prae 6 Wo 3 Mo 6 Mo post-OP

Pat.Etikett	Datum:	Untersucher:
-------------	--------	--------------

Anamnese:

Seite: re <input type="checkbox"/> Zehe: 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	li <input type="checkbox"/> Zehe: 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
---	--

Beschwerdedauer:	Vor-OP(`s):
------------------	-------------

Beruf:	AU:
--------	-----

Schmerzcharakter(z.B. Nachtschmerz,....)

Anamnese: (prae- und post-OP)

Trauma:

Therapie: Schuhversorgung <input type="checkbox"/> Einlagen <input type="checkbox"/>
Sonstiges :

Aktuelle Beschwerden: (z.B. Laufstrecke)

Sportart: h/Woche	Niveau: I II III	Pensum:
-------------------	------------------	---------

Inspektion / Palpation:	Druckschmerz <input type="checkbox"/>	Clavus <input type="checkbox"/>
-------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

Beweglichkeit:	Grundgel.:	> 75°	30 – 75°	< 30°
	Mittelgelenk:	frei	< 10°	
	Endgelenk:	frei	< 10°	

OP-Datum:	Komplikationen:
-----------	-----------------

Andere Fußdeformitäten:	Senkfuß	<input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/>	Spreizfuß	<input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/>
	Hallux valgus	<input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/>	Hallux rigidus	<input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/>
	Metatarsalgie	<input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/>	Knickfuß	<input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/>
	Hammerzehe	<input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/>	Krallenzehe	<input type="checkbox"/> re <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/>
		2----3----4		2----3----4

OP-Ergebnis der anderen Zehen:

Röntgen:	Arthrose/ Gelenk:	I°/____	II°/____	III°/____	keine
		Luxation <input type="checkbox"/>	_____	Subluxation <input type="checkbox"/>	_____
		Arthrodese:	Callus <input type="checkbox"/>	fest <input type="checkbox"/>	beg.Konsolidierung
			kein Callus <input type="checkbox"/>	Pseudoarthrose <input type="checkbox"/>	
		Hallux valgus <input type="checkbox"/>	Intermetatarsalwinkel:	_____°	
			Hallux valgus-Winkel:	_____°	

Sonstige Deformitäten: _____

Ethipin: Lyse: Instabilität

K-Draht: Verletzungen anderer Gelenke: _____

Arthrose Osteolyse

K-Draht-Wanderung: Nein Ja

Grundgelenkstellung gut luxiert subluxiert

OP-Bericht in Kopie: