

Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik Innenstadt
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. W. Mutschler

**Die Osteotomie nach *Austin* –
klinische und radiologische
Ergebnisse nach Operation**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Philipp Schwarz

aus
Marburg a.d. Lahn

2004

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Sigurd Keßler

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. A. Billing

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Christian Kinast

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h. c. K. Peter

Tag der mündlichen Prüfung: 01.07.2004

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
1.1. Anatomie des Fußes	3
1.1.1. Osteologie	3
1.1.2. Muskulatur	7
1.1.3. Gefäß-Nerven-Versorgung	12
1.1.4. Anatomische Besonderheiten am Großzehengrundgelenk	20
1.2. Die Hallux-valgus-Deformität	23
1.2.1. Definitionen	23
1.2.2. Ätiologie und Häufigkeit des Hallux valgus	28
1.2.3. Pathogenese des Hallux valgus	35
1.3. Therapie des Hallux valgus	40
1.3.1. Konservative Verfahren zur Therapie des Hallux valgus	40
1.3.2. Überblick häufiger operativer Verfahren zur Therapie des Hallux valgus	42
1.3.2.1. Distaler Weichteileingriff am Metatarsophalangealgelenk nach <i>Mc Bride</i>	42
1.3.2.2. Resektionsarthroplastik nach <i>Keller-Brandes</i>	43
1.3.2.3. Diaphysäre z-förmige Schrägosteotomie des Metatarsale nach <i>Meyer-Scarf</i> (Scarfosteotomie)	45
1.3.2.4. Retrokapitale (subkapitale) Osteotomie des Metatarsale I nach <i>Kramer</i>	47

	Seite
1.3.3. Die distale v-förmige Osteotomie des Metatarsale I nach <i>Austin</i> (Chevron-Osteotomie)	50
1.3.3.1. Historischer Überblick	50
1.3.3.2. Indikation	51
1.3.3.3. Operationstechnik nach <i>Austin</i> aus Originalarbeit	51
1.3.3.4. Nachbehandlung nach <i>Austin</i> aus Originalarbeit	55
1.3.3.5. Modifikationen der Chevron-Osteotomie	56
2. MATERIAL UND METHODE	60
2.1. Operationsmethode nach <i>Austin</i>	62
2.2. Nachbehandlung	66
2.3. Klinische Untersuchung und Auswertung	67
2.4. Datenerfassung und statistische Auswertung	70
2.5. Radiologische Untersuchung und Auswertung	71
2.5.1. Intermetatarsaler Winkel	74
2.5.2. Hallux-valgus-Winkel	76
2.5.3. Proximaler Gelenkflächenwinkel	77
2.5.4. Vorfußadduktionswinkel	78
2.5.5. Tibiale Sesambeinklassifikation nach <i>Hardy & Clapham</i>	80
2.5.6. Laterale und mediale Sesambeinklassifikation nach <i>Appel</i>	81
2.5.7. Kongruenz des Metatarsophalangealgelenkes	82
2.5.8. Laterale und mediale Inkongruenz im Metatarsophalangealgelenk	83

	Seite
2.5.9. Metatarsalindex	84
2.5.10. Distanz zwischen Metarsale I und Metatarsale II	86
2.5.11. Metatarsaler Auftrittswinkel	87
2.5.12. Seitlicher intermetatarsaler Winkel I/II (Metatarsale-I-Elevationswinkel)	87
2.5.13. Hallux-rigidus-Stadium (Arthrose im Großzehengrundgelenk)	89
3. ERGEBNISSE	90
3.1. Klinische Ergebnisse	90
3.1.1. Schmerzen	90
3.1.2. Belastungsfähigkeit	90
3.1.3. Schuhwerk	91
3.1.4. Beweglichkeit	91
3.1.5. Stellung der Großzehe	91
3.1.6. Gesamtergebnis im 100-Punkte-Score der <i>A.O.F.A.S.</i>	92
3.1.7. Kosmetik	92
3.2. Radiologische Ergebnisse	94
3.2.1. Intermetatarsalwinkel	94
3.2.2. Hallux-valgus-Winkel	97
3.2.3. Proximaler Gelenkflächenwinkel	100
3.2.4. Vorfußadduktionswinkel	101
3.2.5. Tibiale Sesambeinklassifikation nach <i>Hardy & Clapham</i>	105
3.2.6. Laterale und mediale Sesambeinklassifikation nach <i>Appel</i>	106
3.2.7. Kongruenz des Metatarsophalangealgelenkes	107

	Seite
3.2.8. Laterale und mediale Inkongruenz im Metatarsophalangealgelenk	107
3.2.9. Metatarsalindex	114
3.2.10. Distanz zwischen Metatarsale I und II	116
3.2.11. Metatarsaler Auftrittswinkel	117
3.2.12. Seitlicher intermetatarsaler Winkel I/II (Metatarsale-I-Elevationswinkel)	118
3.2.13. Hallux-rigidus-Stadium	119
3.3. Statistische Ergebnisse	120
3.4. Gesamtergebnisse	124
4. DISKUSSION	127
5. ZUSAMMENFASSUNG	150
6. LITERATURVERZEICHNIS	153

1. EINLEITUNG

Die am häufigsten vorkommende Deformität im Bereich des Vorfußes ist die Abweichung der Großzehe im Grundgelenk nach lateral. Diese als „Hallux valgus“ bezeichnete Fehlstellung gehört somit zu den orthopädischen Krankheitsbildern, denen der Arzt im Rahmen seiner Untersuchung sehr oft begegnet.

Seit dem Ende des 19. Jahrhunderts ist eine Vielzahl von Behandlungskonzepten für die Therapie der Hallux-valgus-Deformität erstellt worden.

Zahlreiche konservative Verfahren wie Nachtschienen oder Redressionsverbände der Großzehe wurden erprobt, wobei man damals schon bemerkte: „Trotz all dieser orthopädischen Maßnahmen gelingt es nur sehr selten, das Leiden wirklich zu beheben.“ (Payr 1894)

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts mehrten sich die operativen Verfahren in so rasantem Maße, daß bis heute weit über 100 Methoden zur operativen Korrektur des Hallux valgus publiziert worden sind (Magerl 1982, Wülker 1997).

Diese reichen von proximalen und distalen Osteotomien am Metatarsale I, Osteotomien der Großzehengrundphalanx und Weichteileingriffen am Großzehengrundgelenk bishin zu Arthrodesen und Arthroplastiken des ersten Strahles.

Es ist schwierig, verschiedene Patienten mit einer Hallux-valgus-Deformität mit ein und derselben Operationsmethode zu behandeln, da sich Art und Ausprägung der Fehlstellung bei verschiedenen Füßen stark unterscheiden.

Welches Verfahren zur Anwendung kommt, hängt daher von verschiedenen Faktoren ab. Eine wichtige Rolle für die Wahl des richtigen Operationsverfahrens spielen nicht nur die Beschwerden, das Alter des Patienten, der Zustand der Gelenkflächen, das Ausmaß der Fehlstellung, die Gesamtstatik des Fußes und die Erwartungshaltung des einzelnen Patienten, sondern auch die klinischen Erfahrungen und die Ausbildung des operierenden Arztes.

Welche der zahlreichen Operationsarten am besten geeignet ist, muß also vorher in der Anamneseerhebung und der Untersuchung des Patienten sorgfältig geklärt werden.

Das Ziel einer erfolgreichen Behandlung sollte eine möglichst genaue Rekonstruktion der Anatomie und somit eine normale Funktion der Großzehe und

des gesamten Fußes sein, gleich für welche Methode man sich auch entscheidet (Mann 1993).

Eines dieser vielen verschiedenen Verfahren zur Korrektur der Hallux-valgus-Deformität ist die distale v-förmige Osteotomie des Metatarsale I nach *Austin*.

Diese auch als Chevron-Osteotomie bezeichnete Methode, die von *Dale W Austin* erstmals 1962 in den USA angewandt wurde, hat Anfang der 80er Jahre auch in Europa Fuß gefaßt (Diebold 1997). Ihren Namen verdankt diese Operationsmethode wegen der nach proximal geöffneten v-förmigen Osteotomie dem auch als „Chevron“ bezeichneten amerikanischen Militärabzeichen.

Ziel dieser Arbeit war herauszufinden, ob die Operationsmethode nach *Austin* (Chevron-Osteotomie) ein geeignetes operatives Verfahren ist, welches ermöglicht, ein breites Spektrum von Patienten möglichst frei von Komplikationen zu behandeln und ihre Beschwerdesymptomatik zu verbessern.

Die Ergebnisse der Operation nach *Austin* wurden belegt anhand einer retrospektiven Untersuchung. Alle Patienten wurden von einem orthopädischen Chirurgen ambulant und stationär operiert. Die Patienten wurden einbestellt und klinisch und radiologisch untersucht. Unter Zuhilfenahme des Vorfuß-Scores der *American Orthopedic Foot and Ankle Society* (A.O.F.A.S.) nach Kitaoka et al. (1994) wurden alle Patienten im Minimum 2 Jahre postoperativ befragt und untersucht. Auf prä- und postoperativen Röntgenbildern wurden die knöchernen Strukturen ausgewertet (Winkel, Sesambein-Klassifikationen, Anatomie des Großzehengrundgelenkes).

Die klinischen und radiologischen Ergebnisse der Nachuntersuchung wurden auf Nachuntersuchungsbögen dokumentiert und statistisch ausgewertet.

Diese Arbeit zeigt nach einer genauen Darstellung der Anatomie des Fußes und des ersten Strahles sowohl die Ätiologie und Pathogenese der Hallux-valgus-Deformität als auch konservative und aktuelle operative Verfahren zur Korrektur des Hallux valgus. Anschließend wird auf die Chevron-Osteotomie eingegangen und es werden die Ergebnisse der Nachuntersuchung vorgestellt und diskutiert.

1.1. Anatomie des Fußes

Der Fuß besteht insgesamt aus 33 Gelenken, 26 Knochen, 114 Bändern und 20 Muskeln. Die 26 Knochen des Fußes werden gebildet aus 7 Fußwurzelknochen, 5 Mittelfußknochen und 14 Zehenknochen.

1.1.1. Osteologie

Aufbau des Fußskeletts : (Abb.1.1 und Abb.1.2)

A) Fußwurzelknochen (Ossa tarsi) , bestehend aus

- dem Sprungbein (Talus)
- dem Fersenbein (Calcaneus)
- dem Kahnbein (Os naviculare)
- den drei Keilbeinen (Ossa cuneiformia mediale , intermedium et laterale)
- und dem Würfelbein (Os cuboideum)

B) Mittelfußknochen I bis V (Ossa metatarsi)

C) Zehenknochen (Ossa digitorum pedis)

- I : Grund- und Endphalanx (Phalanges proximalis et distalis)
- II bis V : Grund-, Mittel- und Endphalanx (Phalanges proximalis, medialis et distalis)

Am Fuß (Pes) werden drei hintereinander geordnete Abschnitte unterschieden: die Fußwurzel (Tarsus), der Mittelfuß (Metatarsus) und die Zehen (Digiti pedis).

Das Sprungbein (Talus), das Schienbein (Tibia) und das Wadenbein (Fibula) bilden das obere Sprunggelenk. Die wichtigsten Bänder, die dieses Gelenk stabilisieren, sind lateral die Lig. talofibularia anterius und posterius und das Lig. calcaneofibulare, medial das Lig. deltoideum (Partes tibiotalares anterior und posterior, Pars tibionavicularis und Pars tibiocalcanea).

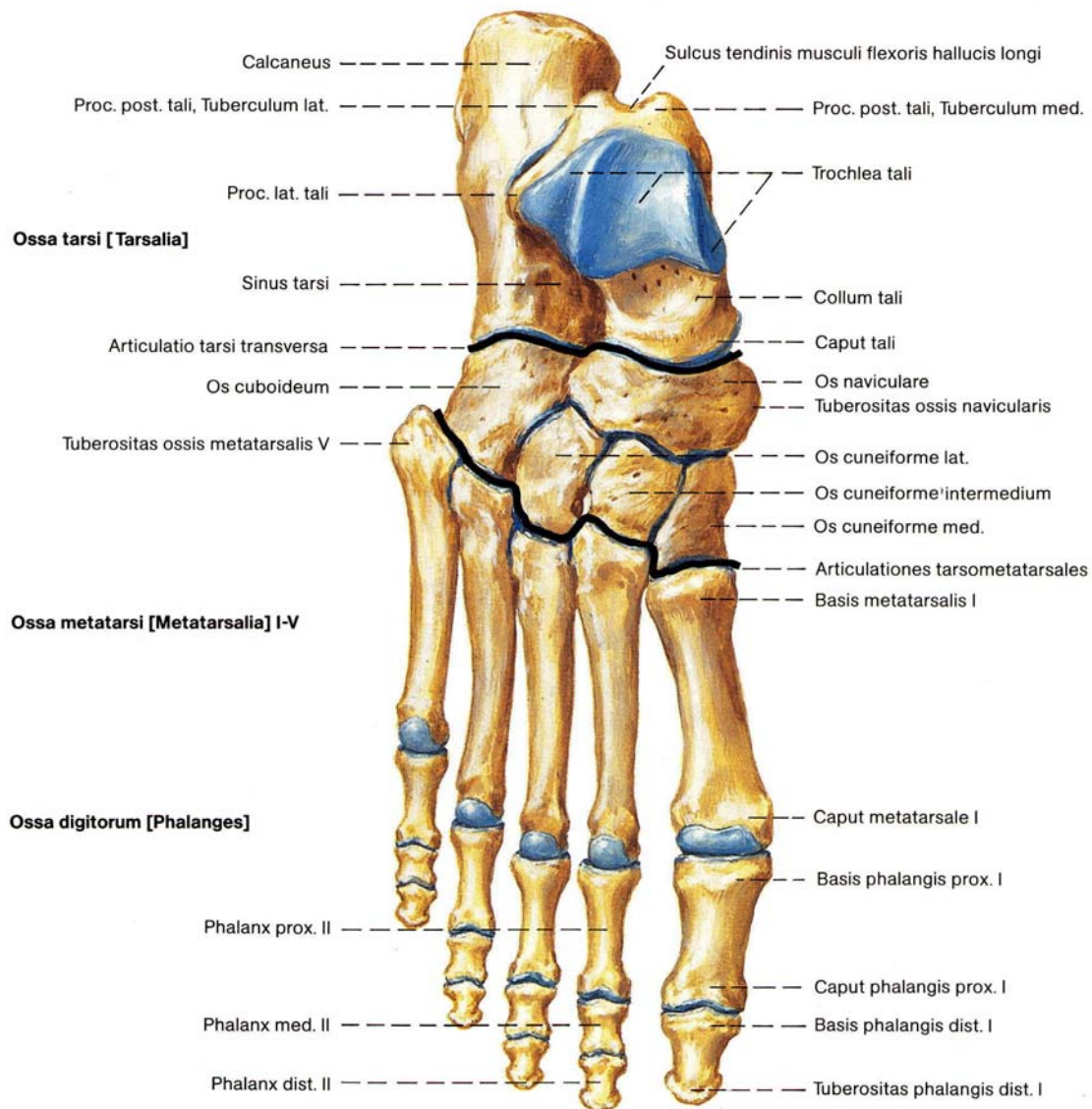
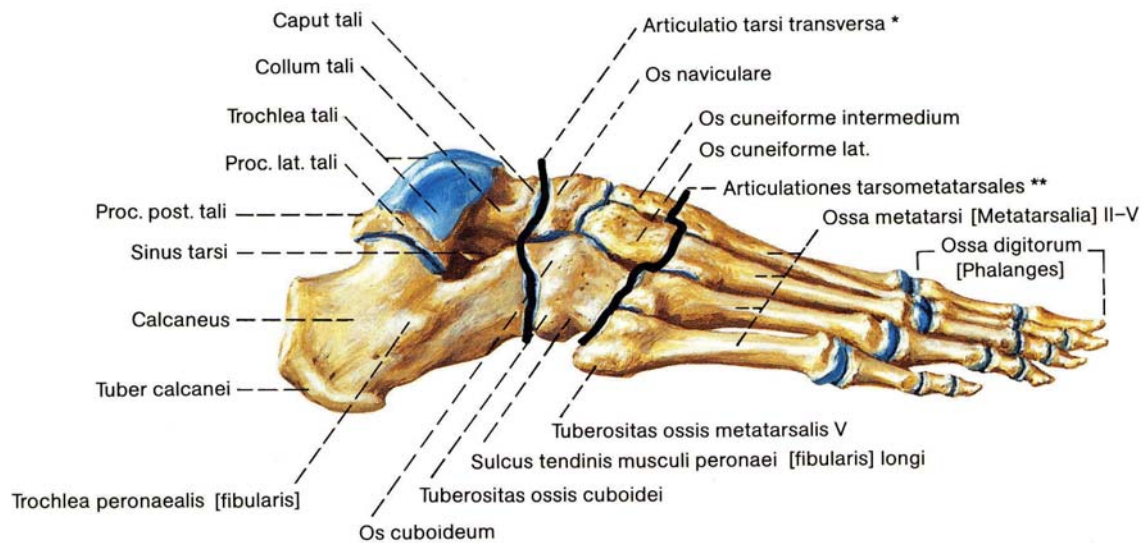


Abb.1.1

Knochen des Fußes, Ansicht vom Fußrücken

(Netter 1997)

Das obere Sprunggelenk ist ein Scharniergelenk, dessen quere Drehachse durch die Mitte der Sprungbeinrolle (Trochlea tali) geht, an der Fibula die Spitze des Außenknöchels (Malleolus lateralis) trifft und auf der Tibialseite distal des Innenknöchels (Malleolus medialis) verläuft. Das obere Sprunggelenk erlaubt die Plantarflexion (Senkung der Fußspitze) und die Dorsalextension (Hebung der Fußspitze).



* auch als CHOPARTSche Amputationslinie bezeichnet
 ** auch als LISFRANCsche Amputationslinie bezeichnet

Abb.1.2
 Knochen des Fußes, Ansicht von lateral
 (Netter 1997)

Das Fersenbein (Calcaneus), das Sprungbein (Talus) und das Kahnbein (Os naviculare) bilden das untere Sprunggelenk. Es besteht aus einer vorderen Kammer (Articulatio talocalcaneonavicularis) und einer hinteren Kammer (Articulatio subtalaris), die funktionell eine Einheit bilden. Das untere Sprunggelenk erlaubt die Inversion (Ausschlag des Rückfußes nach medial, d.h. Ausschlag des Calcaneus nach medial bei fixiertem Talus und Unterschenkel) und die Eversion des Fußes (Ausschlag des Rückfußes nach lateral, d.h. Ausschlag des Calcaneus nach lateral bei fixiertem Talus und Unterschenkel). Bei der Beweglichkeitsprüfung ist darauf zu achten, daß der Vorfuß gegenüber dem Rückfuß nicht verdreht wird.

Neben den Dorsal- und Plantarbewegungen im oberen Sprunggelenk und den Inversions- und Eversionsbewegungen im unteren Sprunggelenk gibt es die Pro- und Supination des Fußes. Diese Bewegungen beschreiben die Verdrehung des Vorfußes gegenüber dem Rückfuß nach außen (Pronation) und nach innen (Supination)(Debrunner & Hepp 1994).

Als queres Fußwurzelgelenk (*Articulatio tarsi transversa*) bezeichnet man die vordere Kammer des unteren Sprunggelenkes und die *Articulatio calcaneocuboidea* (*Chopartsche* Amputationslinie).

Die *Ossa tarsi* stehen untereinander durch sog. Amphiarthrosen (*Ligamenta tarsi dorsalia*) in Verbindung, die nur kleinste Bewegungen zulassen und dienen mit ihrer federnden Wirkung der Statik des Fußes.

Aus der Normalstellung des Fußes, wobei die Längsachse (durch das Metatarsale II und dem Calcaneus) senkrecht zur Traglinie des Beines steht, kann der Fuß beim Erwachsenen eine Plantarflexion von ca. 60°, eine Dorsalextension von ca. 45° und eine Adduktion bzw. Abduktion von ca. 30° erreichen (Debrunner & Hepp 1994).

Die *Articulationes tarsometatarsales* (*Lisfrancsche* Amputationslinie) bilden den Übergang von Mittelfuß zu Vorfuß. Das Metatarsale I bildet mit dem *Os cuneiforme mediale* eines der *Articulationes tarsometatarsales*, nämlich das erste Tarsometatarsalgelenk. Zwischen dem ersten und dem zweiten Tarsometatarsalgelenk ist als anatomische Struktur das *Lisfranc-Ligament* zu nennen, welches vom *Os cuneiforme mediale* zur Basis des Metatarsale II zieht, weil dieses Band eine wichtige Rolle in Bezug auf die Stabilität des Mittelfußes spielt (Potter et al. 1998).

Nach distal folgen die Grundgelenke (*Articulationes metatarsophalangeales* I bis V). Sie erlauben eine aktive Beweglichkeit von ca. 70° Dorsalextension und ca. 40° Plantarflexion (Marcinko 1994), wobei hier eine große individuelle Variabilität besteht (Wülker 1997). Willkürliches Spreizen der Zehen ist nur in Streck- oder Überstreckstellung individuell möglich. Aktive Rotationsbewegungen lassen sich in den Zehengrundgelenken nicht durchführen. Beim unbelasteten Fuß sind die Metatarsophalangealgelenke leicht dorsalextendiert, in den Mittel- und Endgelenken der Zehen (*Articulationes interphalangeales pedis*) besteht eine geringgradige Plantarflexion (Debrunner & Hepp 1994).

Unphysiologische Veränderungen der Füße (z.B. Spreiz-, Knick-, Senk- und Plattfuß) sind oftmals Auslöser für eine Vielzahl von Beschwerden, die sich an den proximal gelegenen Skelett- und Gelenkabschnitten manifestieren. Fußdeformitäten können den gesamten Haltungsaufbau stören und weitere Haltungsschäden verursachen (Jerosch & Mamsch 1998). Auf das Risiko, mit

einer vorliegenden Fußdeformität einen Hallux valgus zu erwerben, wird im Kapitel 1.2.2. (Ätiologie und Pathogenese des Hallux valgus) genauer eingegangen.

1.1.2. Muskulatur

A) Extensorengruppe (Abb.1.3)

Vordere Muskelgruppe (Innervation N. peroneus profundus)

- M. tibialis anterior
- M. extensor digitorum longus
- M. extensor hallucis longus
- M. peroneus tertius

Laterale Muskelgruppe (Innervation N. peroneus superficialis)

- M. peroneus longus
- M. peroneus brevis

Das Band der Extensormuskeln (Retinaculum musculorum extensorum) dient als Führung der Extensorsehnen und liegt quer auf dem Fußrücken.

B) Flexorengruppe (Abb.1.4)

Oberflächliche Schicht (Innervation N. tibialis)

- M. triceps surae, bestehend aus Mm. gastrocnemius et soleus, die die Achillessehne (Tendo calcaneus) bilden
- M. plantaris (fehlt bei 5–10 % der Menschheit)

Tiefe Schicht (Innervation N. tibialis)

- M. tibialis posterior
- M. flexor hallucis longus
- M. flexor digitorum longus
- M. popliteus

Unterschenkelmuskulatur: (Abb.1.3 und Abb.1.4)

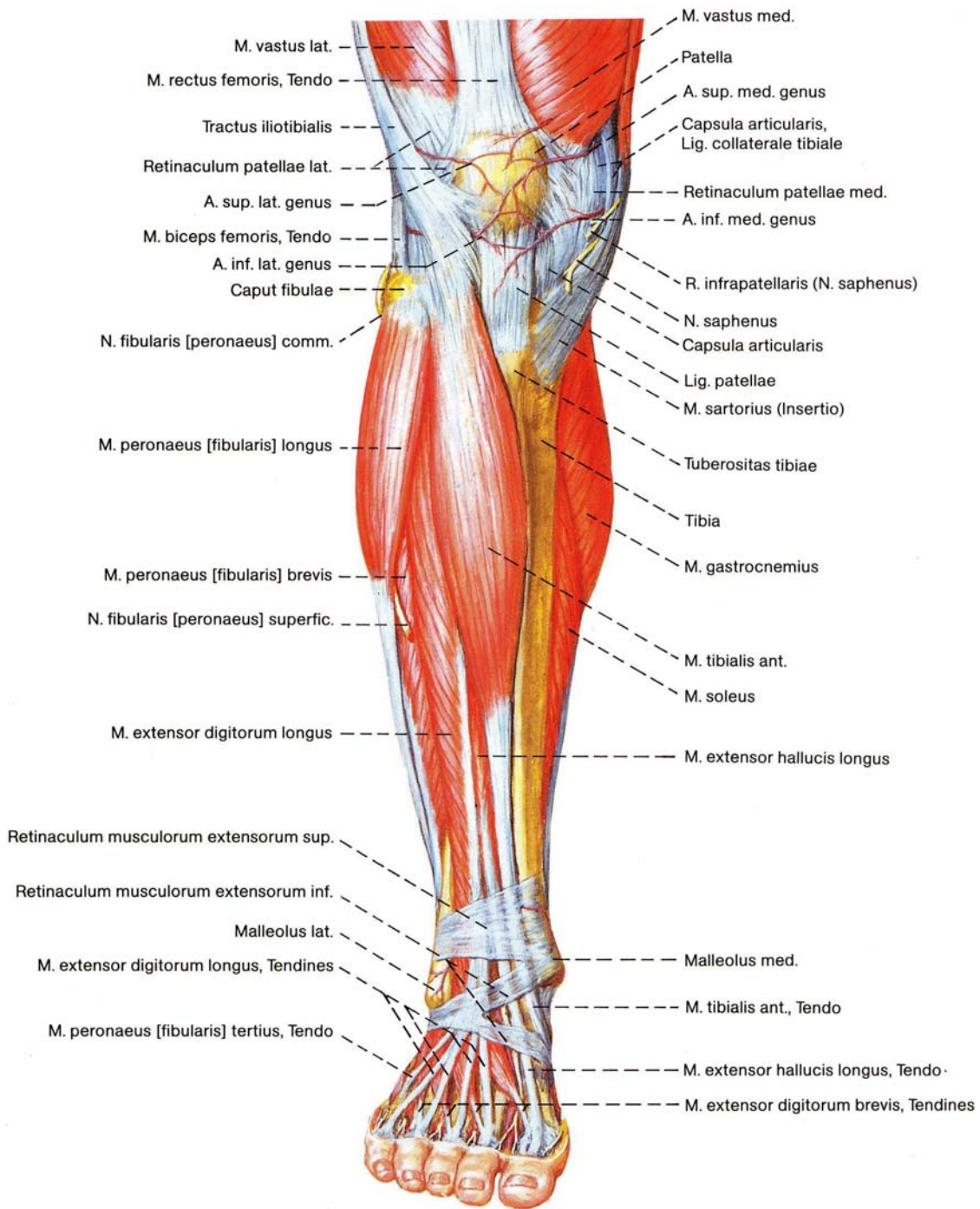


Abb.1.3

Muskeln, Arterien und Nerven des Unterschenkels,
Ansicht von ventral
(Netter 1997)

Die Sehnen der tiefen Flexoren ziehen durch den Sulcus malleolaris zu ihren Ansatzstellen und werden durch das Retinaculum musculorum flexorum am Knochen entlang geleitet.

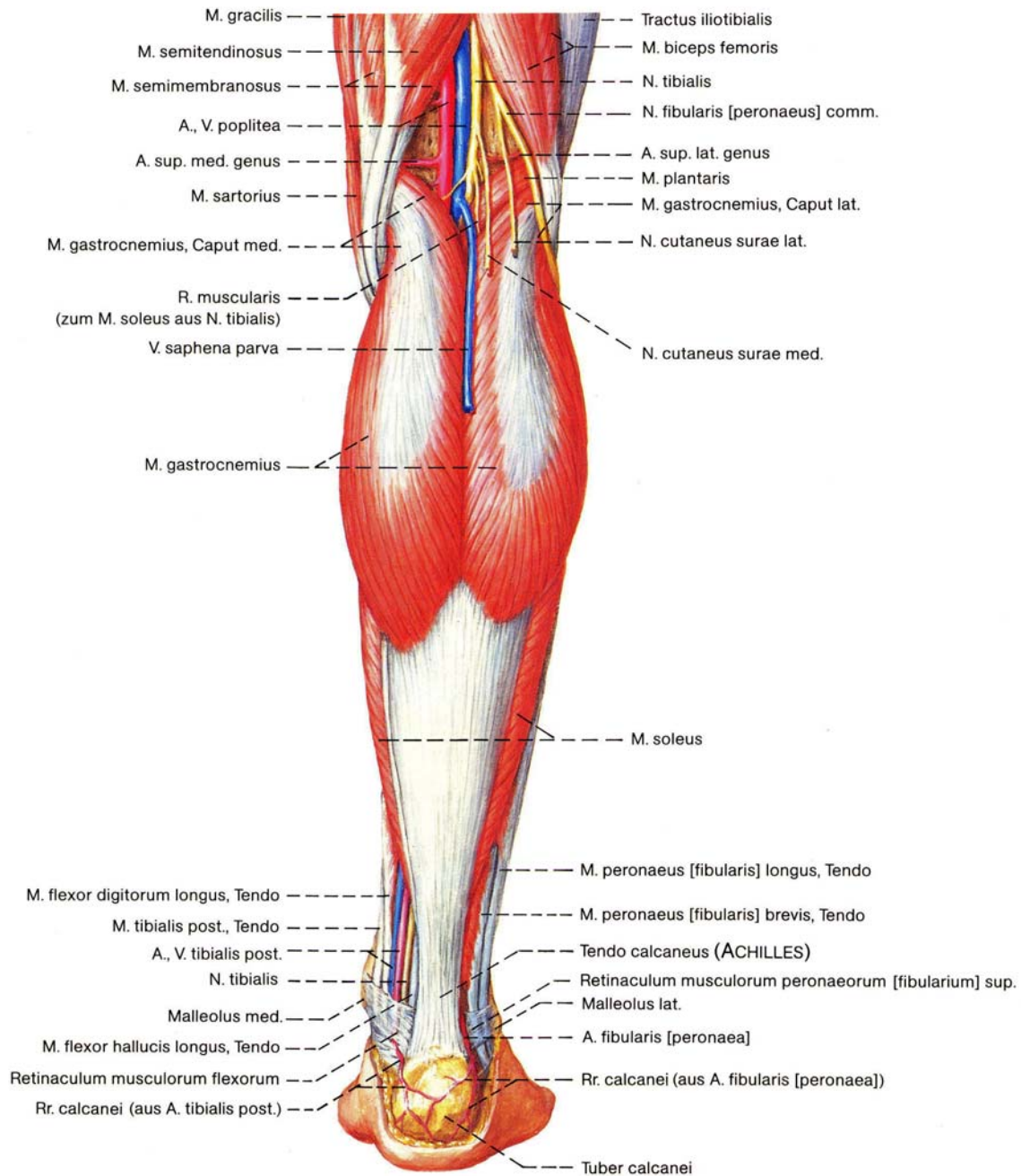


Abb.1.4

Muskeln, Arterien und Nerven des Unterschenkels,
Ansicht von dorsal
(Netter 1997)

Kurze Fußmuskeln (Abb.1.5 und Abb.1.8):

A) Fußrückenmuskeln (Innervation N. peroneus profundus)

- M. extensor hallucis brevis
- M. extensor digitorum brevis

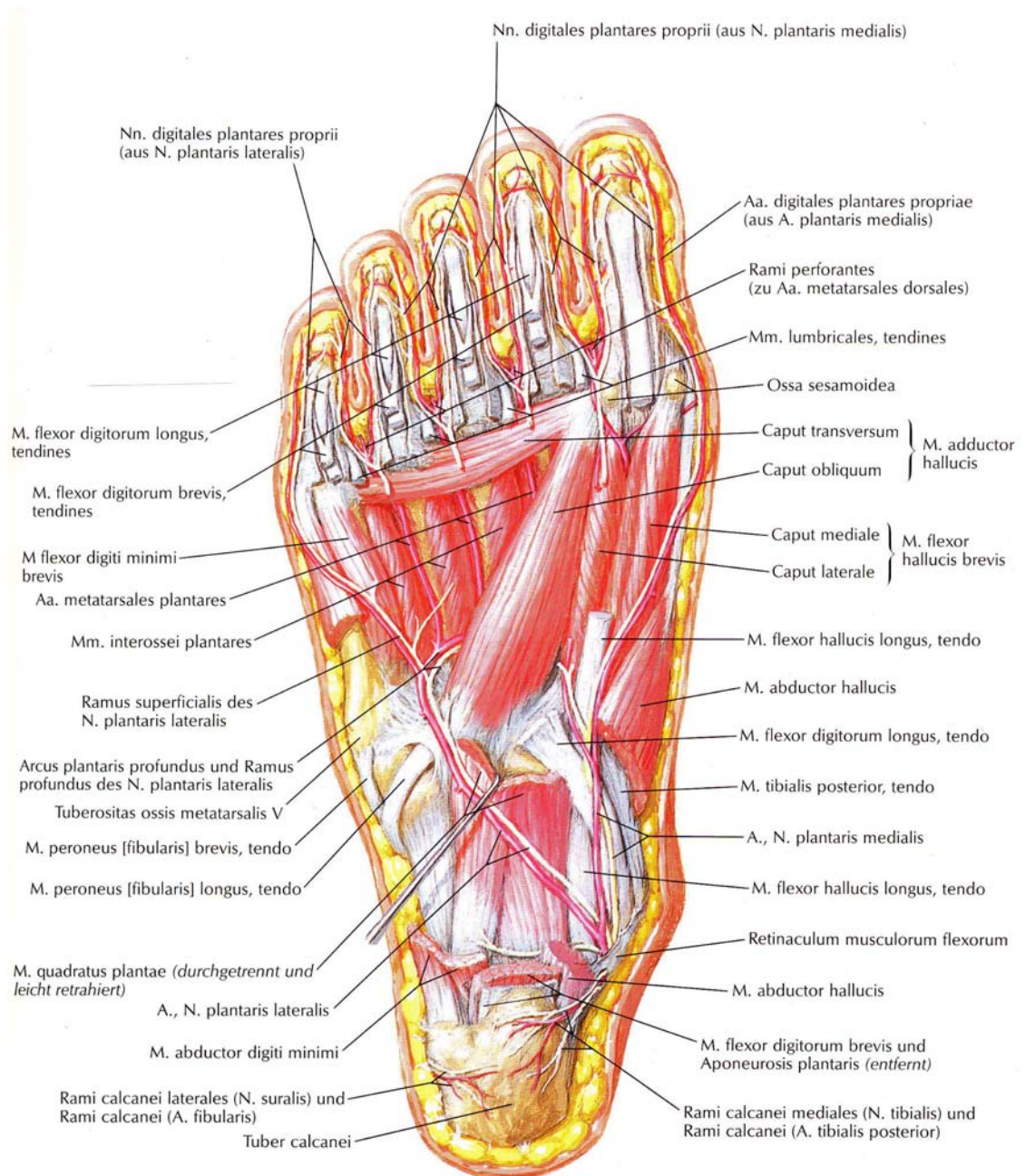


Abb.1.5

Muskeln des Fußes, Ansicht von plantar

(Netter 1997)

B) Fußsohlenmuskeln (Abb.1.5)

Muskeln der Großzehe

- M. abductor hallucis (Innervation N. plantaris medialis)
- M. flexor hallucis brevis (Innervation Nn. plantares medialis et lateralis)
- M. adductor hallucis (Innervation N. plantaris lateralis)

Muskeln der Sohlenmitte (Innervation Nn. plantares medialis et lateralis)

- M. flexor digitorum brevis
- M. quadratus plantae
- Mm. lumbricales et interossei

Muskeln der Kleinzehe (Innervation N. plantaris lateralis)

- M. abductor digiti minimi
- Mm. flexor digiti minimi brevis et opponens digiti minimi

Die sog. Plantaraponeurose (Aponeurosis plantaris), eine derbe sehnige Platte, reicht vom Tuber calcanei bis zu den Zehenmittelphalangen.

Sie bildet zusammen mit den Septen der plantaren Fußmuskeln, Fettgewebe und Fußskelett eine funktionelle Einheit und hat neben der Bildung des Fußsohlenlängsgewölbes eine Schutzfunktion für die Gefäße und Nerven gegenüber Druckeinwirkungen (Platzer 1991).

1.1.3. Gefäß- Nerven- Versorgung

A) Dorsales Gefäß- Nerven- Bündel

- A. dorsalis pedis, die am Fußrücken lateral der Sehne des M. extensor hallucis longus zu tasten ist
- Vv. dorsales pedis
- N. peroneus profundus

Das dorsale Gefäß- Nerven- Bündel verläuft auf dem Fußrücken (Abb.1.8).

B) Mediales Gefäß- Nerven- Bündel

- A. plantaris medialis
- Vv. plantares mediales
- N. plantaris medialis

Das mediale Gefäß- Nerven- Bündel verläuft zum Teil zwischen M. flexor digitorum brevis und M. abductor hallucis brevis (Abb.1.5).

C) Laterales Gefäß- Nerven- Bündel

- A. plantaris lateralis
- Vv. plantares laterales
- N. plantaris lateralis

Das laterale Gefäß- Nerven- Bündel verläuft zum Teil zwischen M. flexor digitorum brevis und M. quadratus plantae (Abb.1.5).

Die arterielle Gefäßversorgung:

Zwischen den Mm. interossei und dem M. adductor hallucis liegt die distal konvexe Fortsetzung der A. plantaris lateralis, der Arcus plantaris.

Hier gehen die Aa. metatarsaliae plantares in die zugehörigen Intermetatarsalräume ab und teilen sich in Höhe der verschiedenen Zehengrundgelenke in jeweils zwei Aa. digitales plantares auf. Gleichzeitig geben sie jeweils einen Ramus perforans anterior pedis zu den dorsalen Metatarsalarterien ab. Das Großzehengrundgelenk bekommt von der A. plantaris medialis zusätzlich noch eine Anastomose (Saraffian 1993).

Das erste Metatarsale und das Metatarsophalangealgelenk erhalten ihre Blutversorgung aus der A. metatarsalis dorsalis, der A. metatarsalis plantaris und dem R. superficialis der A. plantaris medialis (Abb.1.6 und Abb.1.7).

Die A. metatarsalis dorsalis stammt aus der A. dorsalis pedis, verläuft im ersten Intermetatarsalraum und verzweigt sich in die Aa. digitales dorsales hallucis lateralis und digiti secundi medialis (Abb.1.5). Aus der A. metatarsalis plantaris und dem R. superficialis der A. plantaris medialis, die aus der A. plantaris medialis stammen, verzweigen sich die Aa. hallucis plantares medialis und lateralis (Abb.1.8).

Die A. metatarsalis dorsalis, die A. metatarsalis plantaris und der R. superficialis der A. plantaris medialis geben kleine Äste zum Metatarsale I ab, die sich schließlich in kleinste Kapillaren teilen, um das Periost und die Gelenkkapsel mit Blut zu versorgen (Shereff, Yang und Kummer 1987).

Genauer betrachtet gibt die A. metatarsalis dorsalis im Bereich des Metatarsale I zahlreiche Äste zu ansetzenden Muskeln, ein bis zwei Äste zur Basis und zum Schaft des Metatarsale I und ein bis drei Äste zum Metatarsale-I-Köpfchen ab. Diese kleinen Äste verzweigen sich in multiple kleinere Äste, die sich in das Periost und in die Köpfchenregion ausbreiten. Die Äste in der Köpfchenregion geben in die Kapsel des ersten Metatarsophalangealgelenkes wiederum kleinste Äste ab (Abb. 1.6).

Die A. metatarsalis plantaris gibt in ihrem Verlauf einen Ast an die Basis, ein bis zwei Äste an den Schaft und ein bis drei Äste an das Köpfchen des ersten Metatarsale ab. In die Kapsel des ersten Metatarsophalangealgelenkes werden kleine Äste abgegeben.

Der R. superficialis der A. plantaris medialis gibt einen Ast an die Basis, ein bis zwei Äste an den Schaft und ein bis zwei Äste an das Köpfchen des Metatarsale I ab. Die Gefäße im Köpfchenbereich versorgen die medialen Kapselanteile des ersten Metatarsophalangealgelenkes.

Das extraossäre Versorgungssystem (A. metatarsalis dorsalis, die A. metatarsalis plantaris und der R. superficialis der A. plantaris medialis) bildet den Zufluß für das intraossäre Blutversorgungssystem des Metatarsale I, welches aus drei Quellen besteht (Abb. 1.7).

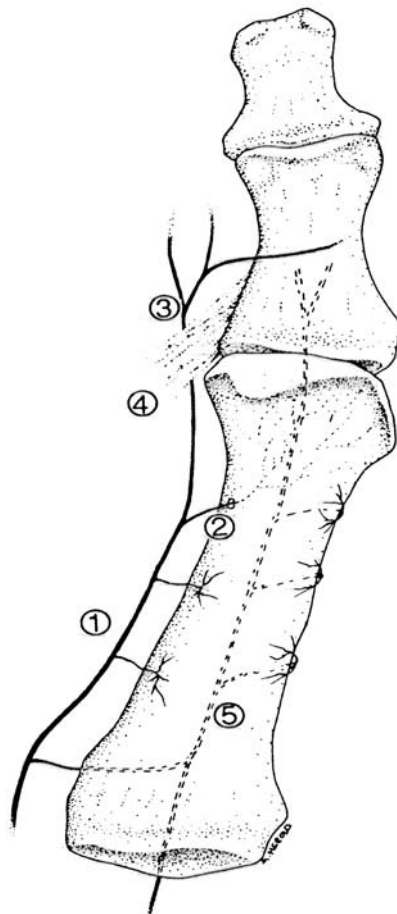


Abb. 1.6

Die arterielle extraossäre Versorgung des ersten Strahles

- (1. A. metatarsalis dorsalis; 2. A. nutritia; 3. A. digitalis plantaris lateralis;
4. M. adductor hallucis; 5. R. superficialis der A. plantaris medialis)

(Resch, Stenström und Gustafson 1992)

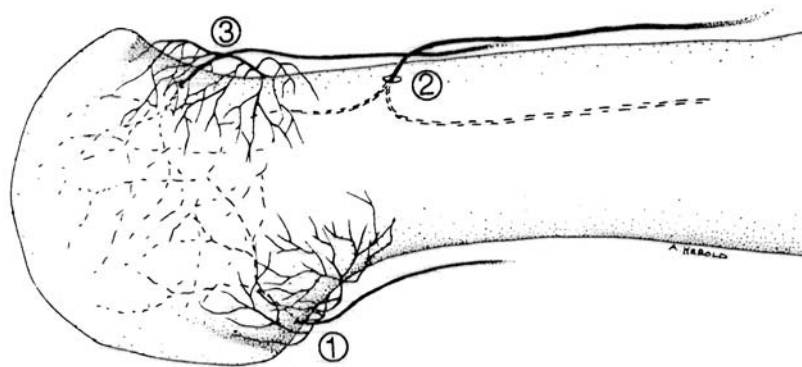


Abb. 1.7

Die intraossäre Blutversorgung des Metatarsale-I-Köpfchens

(1. Periostale Arterien; 2. A. nutritia; 3. Kapselgefäße)

(Resch, Stenström und Gustafson 1992)

Die erste Quelle ist das periostale arterielle Gefäßsystem, das aus den drei extraossären Arterien gespeist wird und sich als feiner Gefäßplexus über den Cortex der Diaphyse ausbreitet.

Die zweite Quelle ist die A. nutritia, die aus der A. metatarsalis dorsalis stammt. Sie perforiert das Metatarsale lateral zwischen mittlerem und distalem Drittel und teilt sich auf in zwei größere Äste, einen längeren proximal gelegenen und einen kürzeren distal gelegenen. Diese Äste versorgen mit ihrem feinen Gefäßsystem den Schaft bzw. die dorsale Köpfchenregion.

Die dritte Quelle wird gebildet aus den Metaphysen- und Köpfchengefäßen, die aus den extrakapsulär gelegenen Gefäßen stammen. Zwei große metaphysäre Gefäße aus der A. metatarsalis dorsalis perforieren den Köpfchenbereich dorsal und versorgen die dorsalen zwei Drittel des Metatarsaleköpfchens. Zwei kleinere Gefäße aus der A. metatarsalis plantaris versorgen den plantaren Bereich des Köpfchens (Resch, Stenström und Gustafson 1992, Saraffian 1993, Shereff, Yang und Kummer 1987).

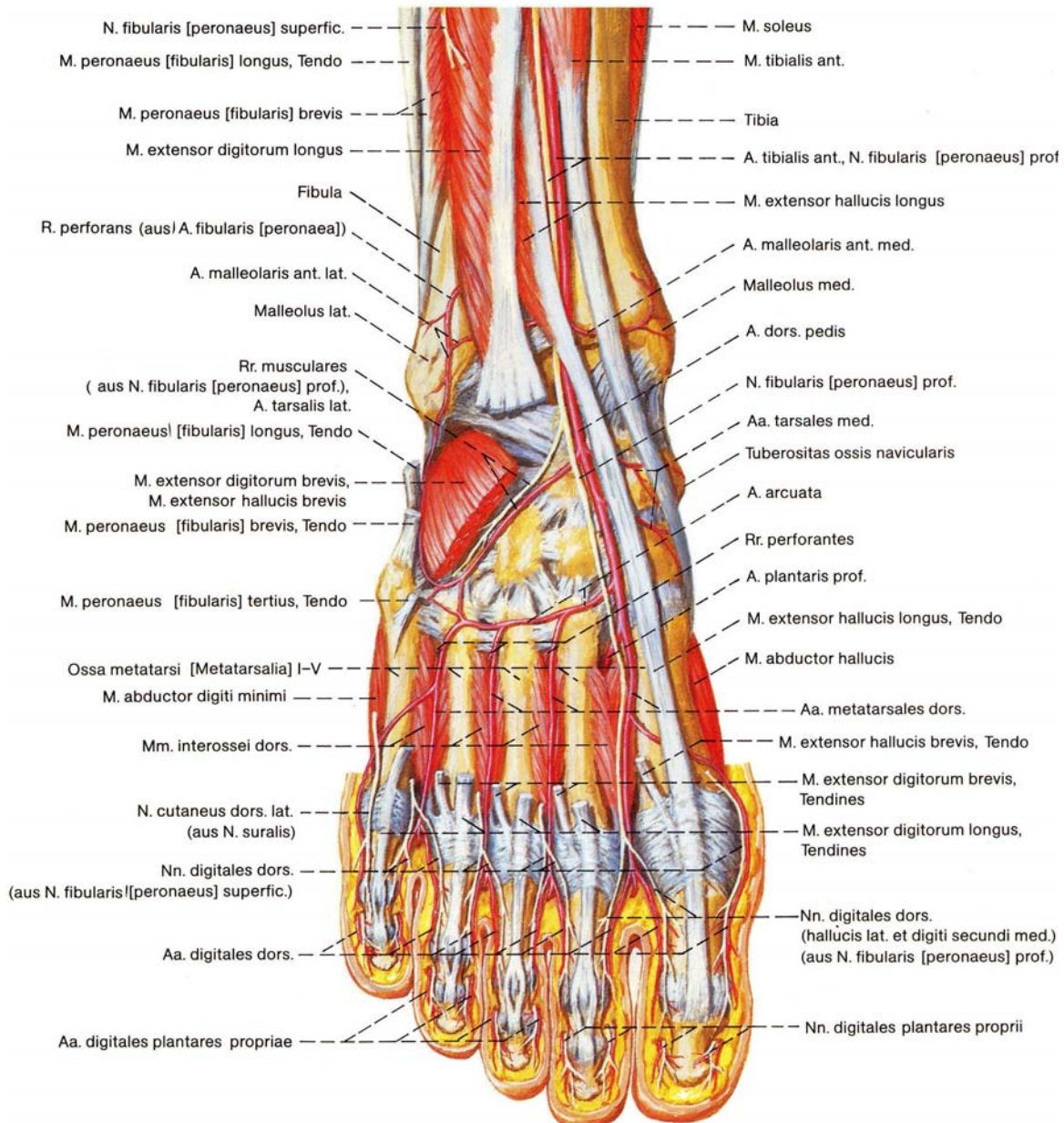


Abb.1.8

Muskeln, Arterien und Nerven des Fußes von dorsal

(Netter 1997)

Der venöse Abfluß erfolgt über die tiefen Venen am Fußrücken, die mit den plantaren Venen des Fußes und mit dem epifaszial gelegenen Rete venosum dorsale pedis in Verbindung stehen. Von dort wird das Blut über die subkutanen Vv. saphenae magna et parva abgeleitet.

Eine gute Durchblutung ist unbedingte Voraussetzung für die Operabilität eines Patienten, daher sollte besonders bei Älteren oder Risikopatienten auf Druck- und Pulsverhältnisse am Fuß geachtet werden.

Die nervale Versorgung und die Voraussetzungen für den Fußblock:

Die Innervation des ersten Metatarsophalangealgelenkes und der gesamten Großzehe erfolgt aus drei Ursprüngen: N. peroneus profundus, N. cutaneus dorsalis medialis (aus N. peroneus superficialis) und N. plantaris medialis (aus N. tibialis posterior).

Die mediale Endaufzweigung des N. peroneus profundus verläuft zusammen mit der A. dorsalis pedis nach distal in den ersten Intermetatarsalraum. Der Nerv teilt sich distal auf und versorgt die lateralen Anteile der Großzehe und die medialen Anteile der zweiten Zehe. Proximal der Aufteilung des Nerven gibt er einen intraossären Ast zur Innervation des Großzehengrundgelenkes ab.

Der mediale Anteil des N. cutaneus dorsalis medialis verläuft an der dorsomedialen Seite des ersten Strahles und versorgt den medialen Anteil der Großzehe. Kleinere Äste dieses Nerven versorgen den dorsalen und medialen Anteil des ersten Metatarsophalangealgelenkes.

Der N. digitalis proprius aus dem N. plantaris medialis versorgt den plantar/medialen Anteil des Großzehengrundgelenkes. Der N. digitalis secundus aus dem N. plantaris medialis verläuft plantar im ersten Intermetatarsalraum und teilt sich distal, um die lateralen Anteile der Großzehe und die medialen Anteile der zweiten Zehe zu versorgen (Gudas und Marcinko 1994).

Die Anwendung eines peripheren Fußblocks ist in der Fußchirurgie weit verbreitet. Eine genaue präoperative Untersuchung und die richtige Auswahl des geeigneten Patienten ist jedoch eine wichtige Voraussetzung für die Durchführung (Mann & Coughlin 1999).

Für den Block des N. tibialis posterior mit einem geeigneten Lokalanästhetikum muß der Fuß leicht dorsalflektiert oder in Neutralposition gehalten werden. Zwei Querfinger proximal des Malleolus medialis wird eine senkrechte Linie gezogen. In dieser Höhe befindet sich der N. tibialis posterior genau hinter dem Schaft der Tibia und neben der medialen Begrenzung der Achillessehne (Abb. 1.9).

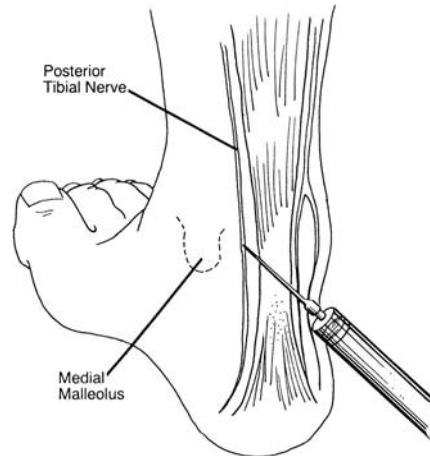


Abb. 1.9

Injektionstechnik des N. tibialis posterior
(Mann & Coughlin 1999)

Für den Block des N. peroneus superficialis wird der Fuß leicht nach plantar gebeugt und invertiert. Zwei Querfinger proximal des Malleolus lateralis wird mit der Nadel eingegangen und das Lokalanästhetikum subkutan infiltriert (Abb. 1.10).

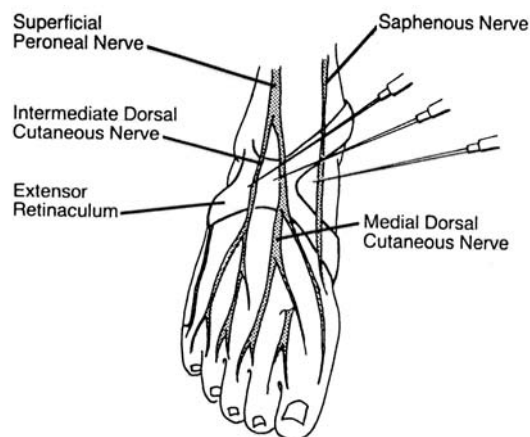


Abb. 1.10

Injektionstechnik des N. peroneus superficialis und des N. saphenus
(Mann & Coughlin 1999)

Beim Block des N. peroneus profundus wird der Fuß leicht dorsalflektiert gehalten. Der M. extensor hallucis longus wird auf dem Fußrücken aufgesucht und markiert, dann wird der M. extensor digitorum longus aufgesucht und ebenfalls markiert. Zwischen diesen Muskeln auf der lateralen Seite der A. dorsalis pedis liegt der N. peroneus profundus in der Tiefe (Abb. 1.11).

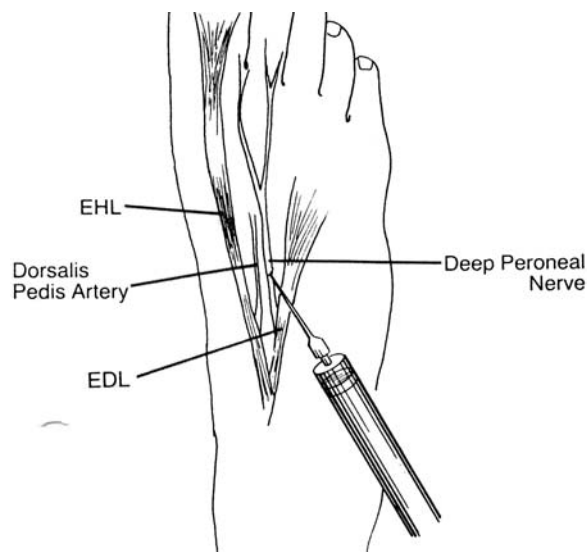


Abb. 1.11

Injektionstechnik des N. peroneus profundus
(Mann & Coughlin 1999)

Der Block des N. saphenus wird zwei Querfinger proximal und einen Querfinger vor dem Malleolus medialis vorgenommen (Abb. 1.10).

Für den Block des N. suralis wird eine Stelle ca. 1- 1,5 cm distal der Fibula aufgesucht. Diese Technik wird jedoch nur angewandt bei Eingriffen am lateralen Fußbereich (Abb. 1.12).

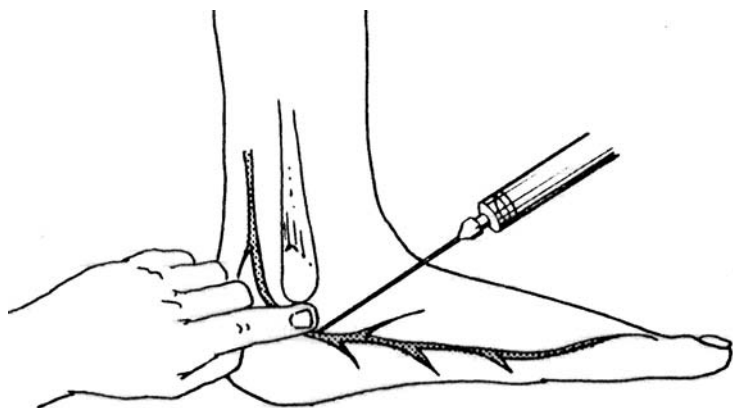


Abb. 1.12

Injektionstechnik des N. suralis
(Mann & Coughlin 1999)

1.1.4. Anatomische Besonderheiten am Großzehengrundgelenk

Im Unterschied zu den anderen Zehen findet man am Metatarsophalangealgelenk der Großzehe zwei plantare Sesambeine (Os sesamoideum mediale und Os sesamoideum laterale), die an der Unterseite des Metatarsale-I-Köpfchens jeweils in einer Rinne liegen. Diese längsgerichteten Rinnen sind voneinander durch einen abgerundeten knöchernen Kamm (Crista) getrennt (Abb.1.13).

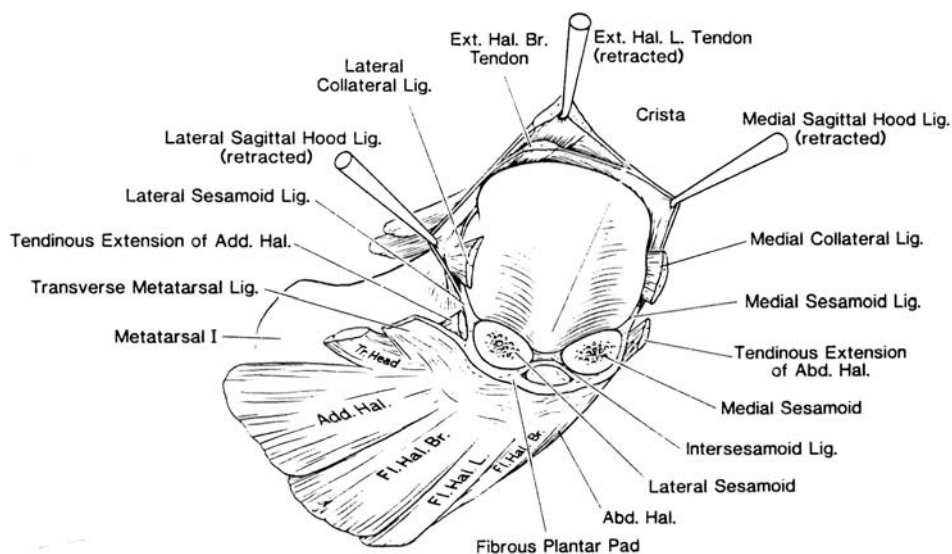


Abb. 1.13

Querschnitt des Metatarsaleköpfchens und des Sesambeinkomplexes
(Alvarez et al. 1984)

Die derbe Plantaraponeurose umschließt diesen sog. Sesambeinkomplex (Abb. 1.13) und verbindet ihn nach distal mit der proximalen Phalanx (Alvarez et al. 1984, Sarrafian 1993).

Die Sesambeine liegen etwa auf gleicher Höhe und sind ungefähr gleich groß. Sie sind miteinander verbunden durch das Lig. intersesamoidale und jeweils in der medialen (Os sesamoideum mediale) und lateralen (Os sesamoideum laterale) Sehne des M. flexor hallucis brevis eingelagert.

Das mediale Sesambein ist mit dem Lig. sesamoideum mediale, das laterale Sesambein ist mit dem Lig. sesamoideum laterale an den Epikondylen des Metatarsaleköpfchens verbunden. Sie bilden zusammen mit den Ligg. collaterale mediale et laterale des Metatarsophalangealgelenkes einen kräftigen Komplex um das Metatarsophalangealgelenk (Alvarez et al. 1984, Sarrafian 1993).

Die lateralen Bandstrukturen ziehen distal fächerförmig plantarwärts und setzen an der Basis der proximalen Phalanx an. Die Bänder der Sesambeine schließen sich jeweils medial und lateral an der Plantaraponeurose an.

Die Seitenbänder (Abb. 1.14) geben dem Metatarsophalangealgelenk der Großzehe die Stabilität, die Sesambeinbänder (Abb. 1.13) sind für die Führung in den plantarseitigen Rinnen des Metatarsale I verantwortlich (Alvarez et al. 1984).

Ein weiterer Bestandteil des Sesambeinkomplexes ist das Lig. metatarsium transversum, welches die Sesambeine zusätzlich am Köpfchen des Metatarsale II befestigt und das Retinaculum extensorum, welches jeweils von dorsal nach plantar ziehend die Basis der Grundphalanx umspannt und den M. extensor hallucis longus dorsal an der Basis der Grundphalanx in seiner Führung hält. Der M. extensor hallucis longus setzt unterhalb dieses Retinaculum extensorum (engl. Hood ligament) an der dorsalen Basis der Grundphalanx an (Mann & Coughlin 1999).

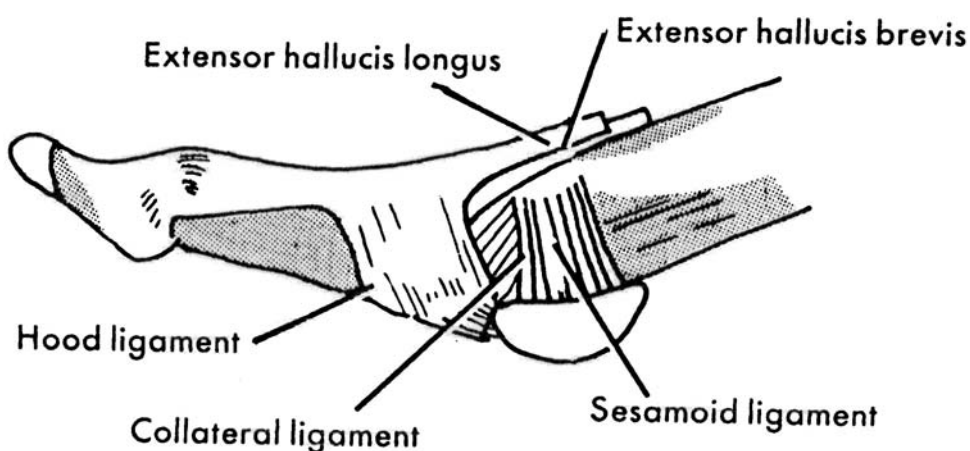


Abb. 1.14

Seitenbandstruktur am Metatarsophalangealgelenk

(Mann & Coughlin 1999)

Die Sehnen des M. abductor hallucis und des M. adductor hallucis ziehen medial bzw. lateral der Sesambeine an die Basis der Grundphalanx, mehr plantarwärts gelegen. Die Sehne des M. adductor hallucis wird gebildet aus zwei Köpfen (Caput transversum und Caput obliquum) und setzt sowohl an der Basis der Grundphalanx als auch am lateralen Sesambein an, wobei in Bezug auf

Vereinigungsort und Vereinigungsart des M. adductor hallucis erhebliche Variationen bestehen (Appel & Gradinger 1989).

Einen Überblick der Muskeln und Bänder, die an der Bildung und Stabilisierung des Sesambeinkomplexes beteiligt sind, gibt die Tab. 1.15.

Muskeln und Bänder des Sesambeinkomplexes

Muskeln	Bänder
M.extensor hallucis longus	Lig.tentorium mediale
M.extensor hallucis brevis	Lig.tentorium laterale
M.abductor hallucis	Lig.sesamoidale mediale
M.flexor hallucis brevis, caput mediale	Lig.sesamoidale laterale
M.flexor hallucis longus	Lig.intersesamoidale
M.flexor hallucis brevis, caput laterale	Lig.collaterale mediale
M.adductor hallucis	Lig.collaterale laterale
	Lig.metatarsium transversum profundum et superficiale
	Aponeurosis plantaris (Insertion)

Tab.1.15

1.2. Die Hallux-valgus-Deformität

1.2.1. Definitionen

Abduktion:

Die Abduktion ist gekennzeichnet durch eine Fußbewegung in der Horizontalebene nach außen (lateral), die überwiegend im Bereich des Mittelfußes stattfindet. Die entgegengesetzte Richtung wird als *Adduktion* bezeichnet (Wülker & Schulze 1998).

Adduktion:

Die Adduktion ist charakterisiert durch eine Fußbewegung in der Horizontalebene nach innen (medial) die überwiegend im Bereich des Mittelfußes stattfindet. Die entgegengesetzte Richtung wird als *Abduktion* bezeichnet (Wülker & Schulze 1998).

Eversion:

Die Eversion ist gekennzeichnet durch eine Bewegung des Rückfußes nach außen (lateral). Diese Bewegung findet im Subtalargelenk (Articulatio subtalaris) statt. Die entgegengesetzte Richtung der Bewegung nach innen (medial) wird als *Inversion* bezeichnet. Klinisch wird die Eversion durch Auslenkung der Ferse bei fixiertem Unterschenkel geprüft. Da eine Gradangabe wegen der Ungenauigkeit der Technik nicht möglich ist, gibt man den Bruchteil der normalen Beweglichkeit an (Debrunner & Hepp 1994, Wülker & Schulze 1998).

Fußlängswölbung:

Die Fußlängswölbung ist eine physiologische Aufwölbung des Fußinnenrandes. Die Ausprägung der Fußlängswölbung kann interindividuell stark variieren. Sie kann zwischen 1,5 bis 3 cm bei einem normalen Fuß betragen. Die Messung erfolgt vom Boden zum Fußinnenrand beim stehenden Patienten. Die Fußlängswölbung wird durch die Plantaraponeurose verspannt, verstärkt durch die Fußsohlenmuskeln, welche die Längswölbung wie eine Bogensehne spannen. Bei einer übermäßig ausgeprägten Fußlängswölbung spricht man von einem *Hohlfuß* (Pes cavus), bei leichter Absenkung von einem Senkfuß und bei vollständiger Absenkung von einem *Plattfuß* (Wülker & Schulze 1998).

Hallux rigidus:

Der Hallux rigidus besteht aus einer schmerzhaften Bewegungseinschränkung des Metatarsophalangealgelenkes der Großzehe, insbesondere bei der Dorsal-extension. Dadurch besteht eine Abrollbehinderung beim Gehen. Ursache ist oft eine primäre Arthrose mit dorsaler Osteophytenbildung im ersten Metatarsophalangealgelenk oder eine sekundäre Arthrose infolge Trauma oder anderen Erkrankungen (z.B. Osteochondrosis dissecans). Aufgrund der Arthrose liegt eine Teilversteifung mit oftmals fixierter Beugstellung des Großzehengrundgelenkes vor (Curvale 1990, Wanivenhaus 2001, Wülker 1997, Wülker & Schulze 1998).

Hallux valgus:

Die Hallux-valgus-Deformität besteht aus einer Abweichung der Großzehe im Grundgelenk nach lateral bei gleichzeitiger Innenrotation (Pronation) und evtl. bestehendem *Metatarsus primus varus*, so daß sich klinisch das Bild eines *Spreizfußes* (Pes transversus) darstellt. Dadurch kommen die Streck- und Beugesehnen der Großzehe lateral zum Metatarsophalangealgelenk zu liegen, was ebenso wie der Muskelzug des M. adductor hallucis zur Deformität beiträgt (Wanivenhaus 2001, Wülker 1997, Wülker & Schulze 1998).

Beim Hallux valgus liegt eine Vergrößerung des Hallux valgus Winkels über den Normalwert von 8 bis 20 Grad vor (Antrobus 1984, Boebel & Wolff 1960, Donick et al. 1960, Durman 1957, Eulert & Mau 1986, Hardy & Clapham 1951, Kilmartin et al. 1991, Piggott 1960).

Hallux valgus interphalangeus:

Beim Hallux valgus interphalangeus ist die Deformität überwiegend zwischen der Grund- und Endphalanx der Großzehe lokalisiert. Es kommt zu einer Abweichung der Endphalanx gegenüber der Grundphalanx nach lateral. Der Hallux valgus interphalangeus kommt isoliert vor, ist jedoch häufig mit einer Hallux-valgus-Deformität kombiniert (Wülker & Schulze 1998).

Hallux varus:

Der Hallux varus ist charakterisiert durch eine Abweichung der Großzehe im Großzehengrundgelenk nach medial (innen). Der Hallux varus ist selten im

Vergleich zum *Hallux valgus*. Der *Hallux varus* kommt als angeborene Deformität vor (*Hallux varus congenitus*), iatrogen infolge Überkorrektur bei *Hallux-valgus*-Operation oder in der Folge von Traumata (Wanivenhaus 2001, Mann 1998, Wülker & Schulze 1998).

Hammerzehe (*Digitus malleus*):

Die Hammerzehe ist eine Zehendeformität bei der die Plantarflexion des proximalen und distalen Interphalangealgelenkes im Vordergrund steht. Die Hammerzehe kann auch als Deformität erklärt werden, bei der die Zehenspitze den Boden im Stehen erreicht. Vorkommen überwiegend an den Kleinzehen, seltener auch an der Großzehe. Der Übergang zur *Krallenzehe* ist oft fließend. (Wanivenhaus 2001, Wülker & Schulze 1998)

Hohlfuß (*Pes cavus*):

Der Hohlfuß ist eine Fußdeformität mit erhöhter *Fußlängswölbung*, so daß der Abstand des medialen Fußrandes zum Boden zunimmt. Bei schweren Formen des Hohlfußes liegt auch der laterale Fußrand nicht mehr dem Boden auf. Die vermehrte Bogenbildung findet in den Gelenken zwischen Rückfuß und Mittelfuß statt (D`Souza 1998, Wülker & Schulze 1998).

Inversion:

Die Inversion ist gekennzeichnet durch eine Bewegung des Rückfußes nach innen (medial). Diese Bewegung findet im Subtalargelenk (*Articulatio subtalaris*) statt. Die entgegengesetzte Richtung der Bewegung wird als *Eversion* bezeichnet. Klinisch wird die Inversion durch Auslenkung der Ferse bei fixiertem Unterschenkel geprüft. Da eine Gradangabe wegen der Ungenauigkeit der Technik nicht möglich ist, gibt man den Bruchteil der normalen Beweglichkeit an (Debrunner & Hepp 1994, Wülker & Schulze 1998).

Knickfuß (*Pes valgus*):

Der Knickfuß ist eine Fußdeformität mit vermehrter *Eversion* des Rückfußes. Die Diagnose ist am ehesten bei der Ansicht des Fußes von dorsal zu stellen. Eine Valgusstellung des Rückfußes von 5-10° ist physiologisch. Durch die veränderte Lagebeziehung von Talus und Kalkaneus kommt es beim Knickfuß häufig

gleichzeitig zu einer Absenkung der *Fußlängswölbung* (Jani L 1986, Wülker & Schulze 1998).

Krallenzehe (*Hallux malleus*):

Die Krallenzehe ist eine Zehendeformität, bei der die Dorsalextension des Metatarsophalangealgelenkes im Vordergrund steht. Bei der Krallenzehe besteht eine Plantarflexion des Zehenmittel- und Endgelenkes (proximales und distales Interphalangealgelenk). Die Zehenspitze berührt dabei den Boden nicht mehr. Die Krallenzehe tritt überwiegend an den Kleinzehen, seltener an der Großzehe auf (Wanivenhaus 2001, Wülker & Schulze 1998).

Metatarsalgie:

Die Metatarsalgie besteht aus Schmerzen unterhalb der Metatarsaleköpfechen, vor allem am zweiten bis vierten Strahl. Die Metatarsalgie ist ein häufiges Krankheitsbild, das als Folge des Ungleichgewichtes zwischen den Belastungszonen Calcaneus, Metatarsale I und V vorkommt. Die Metatarsalgien entstehen häufig durch eine angeborene oder erworbene Verkürzung des ersten Strahles (Delagoutte & Mainard 1990, Mann 1993, Wülker & Schulze 1998).

Metatarsus primus varus:

Der Metatarsus primus varus ist durch eine vermehrte Abspreizstellung des Metatarsale I nach innen (medial) gekennzeichnet. Als Maß für die Stellung des Metatarsale I wird der Intermetatarsalwinkel zwischen dem Metatarsale I und II herangezogen, der auf der belasteten Vorfußaufnahme normalerweise unter 8 bis 10 Grad beträgt (Antrobus 1984, Durman 1957, Hardy & Clapham 1951, Kilmartin, Barring und Wallace 1991, Mann 1993, Wülker, Wirth und Maßmann 1991).

Beim Metatarsus primus varus ist der Intermetatarsalwinkel zwischen Metatarsale I und II über die Norm hinaus vergrößert (Wanivenhaus 2001, Wülker 1997, Wülker & Schulze 1998).

Plattfuß (*Pes planus*):

Vollständige Abflachung der *Fußlängswölbung*, so daß der Fußinnenrand dem Boden aufliegt. Eine weniger ausgeprägte Absenkung der *Fußlängswölbung* wird als *Senkfuß* bezeichnet. Die Längswölbung knickt im Talonaviculargelenk oder im

Gelenk zwischen Os naviculare und Os cuneiforme I und II ein. Der Plattfuß ist häufig mit einem *Knickfuß* verbunden, bei dem die Ferse in vermehrter *Eversion* steht (Debrunner & Hepp 1994, Wülker & Schulze 1998).

Pronation:

Die Pronation besteht aus einer Kombinationsbewegung von *Eversion* am Rückfuß (Subtalargelenk) und einer Abduktion am Mittelfuß (Verwringung des Vorfußes gegenüber dem Rückfuß). Die entgegengesetzte Bewegungsrichtung wird als Supination bezeichnet. Am gesunden Fuß erreicht die Pronation ca. 15° (Debrunner & Hepp 1994, Wülker & Schulze 1998).

Senkfuß:

Unvollständige Abflachung der *Fußlängswölbung*, bei der der Fußinnenrand sich dem Boden annähert, ihn aber nicht berührt. Bei vollständiger Abflachung spricht man von einem *Plattfuß* (Debrunner & Hepp 1994, Wülker & Schulze 1998).

Spreizfuß (Pes transversus):

Der Spreizfuß (Pes transversus) ist häufig kombiniert mit einem *Plattfuß* (Pes transverso-planus). Er ist charakterisiert durch ein eingesunkenes Gewölbe unter den Metatarsaleköpfchen II bis IV und einer Verbreiterung des Vorfußes durch Abspreizung der Metatarsalia I (Metatarsus primus varus) und V; er findet sich häufig in Kombination mit einem *Hallux valgus* und *Hammerzehen* oder *Metatarsalgien* infolge statischer Überlastung (Wanivenhaus 2001, Wülker & Schulze 1998).

Supination:

Die Supination des Fußes ist charakterisiert durch die kombinierte Bewegung der *Inversion* am Rückfuß (Subtalargelenk) und der *Adduktion* am Mittelfuß (Verwringung des Vorfußes gegenüber dem Rückfuß). Die entgegengesetzte Bewegungsrichtung wird als *Pronation* bezeichnet. Das Beweglichkeitsausmaß der Supination beträgt am gesunden Fuß ca. 35° (Debrunner & Hepp 1994, Wülker & Schulze 1998).

1.2.2. Ätiologie und Häufigkeit des Hallux valgus

Die Entstehung des Hallux valgus ist ein multifaktorielles Geschehen. Zur Diskussion stehen das Schuhwerk, die Heredität, das Geschlecht und das Lebensalter; des weiteren der Spreizfuß, die Längenverhältnisse der Metatarsalia und der Großzehe, die Hypermobilität des ersten Tarsometatarsalgelenkes und der Bindegewebszustand des Fußes.

Als alleinige Ursache für einen Hallux valgus kommen Pronationsfehlstellungen des Fußes bei cerebraler Spastik, Arthritiden des Großzehengrundgelenkes bei z.B. chronischer Polyarthrititis oder Gicht, Traumata von Knochen oder Weichteilen, sowie der angeborene Hallux valgus in Frage.

Durch die große Anzahl von Möglichkeiten zur Entstehung des Hallux valgus sind auch dementsprechend viele Meinungen und Ansichten in der medizinischen Fachliteratur vertreten. Da sich jedoch hauptsächlich Frauen mit dem Problem „Hallux valgus“ auseinandersetzen müssen, liegt die Vermutung nahe, daß die weibliche Schuhmode unserer zivilisierten Gesellschaft als begünstigender Faktor wirkt (Mann & Coughlin 1999). Vorne spitz zulaufende Schuhe mit einem zu engen Vorfußbereich verbunden mit hohen Absätzen, die den Fuß wie auf einer schiefen Ebene in die Schuhspitze drücken, verhindern die natürliche Abrollbewegung des Fußes und stören die empfindliche Muskelbalance, die den ersten Strahl und somit die Großzehe in achsengerechter Stellung hält (Wülker 1997). Die Folge von Modeschuhen auf die Entwicklung der Fußform und der daraus resultierenden Hallux-valgus-Fehlstellung konnte in Untersuchungen bereits belegt werden (Creer 1938, Elmslie 1939, Craigmile 1953). In Abb. 1.16 wird die Lage des Fußes in einem Schuh mit hohem Absatz verdeutlicht (Malms 2000).

Auch die Vererbung scheint beim Hallux valgus eine Rolle zu spielen. Eine positive Familienanamnese wurde bei Untersuchungen von mehreren Autoren gefunden. Bei 63% ihrer Patienten fanden Hardy und Clapham (1951) eine positive Familienanamnese, hingegen lag bei Probanden ohne Fußprobleme nur in 1% eine positive Anamnese in der Familie vor. Über eine positive Familienanamnese bei 58% seiner Patienten berichtet Mitchell (1958), in einer weiteren Untersuchung von Glynn et al. (1989) wird sogar von 68% gesprochen. Berichte über ein autosomal dominantes Leiden mit unvollständiger Penetranz

können nur an Beobachtungen einer Familie belegt werden (Johnston 1956). Bei 31 Müttern, deren Kinder eine Hallux-valgus-Deformität aufwiesen, wurde in 94% der Fälle ein Ballen an der Großzehe gefunden (Mann & Coughlin 1999).

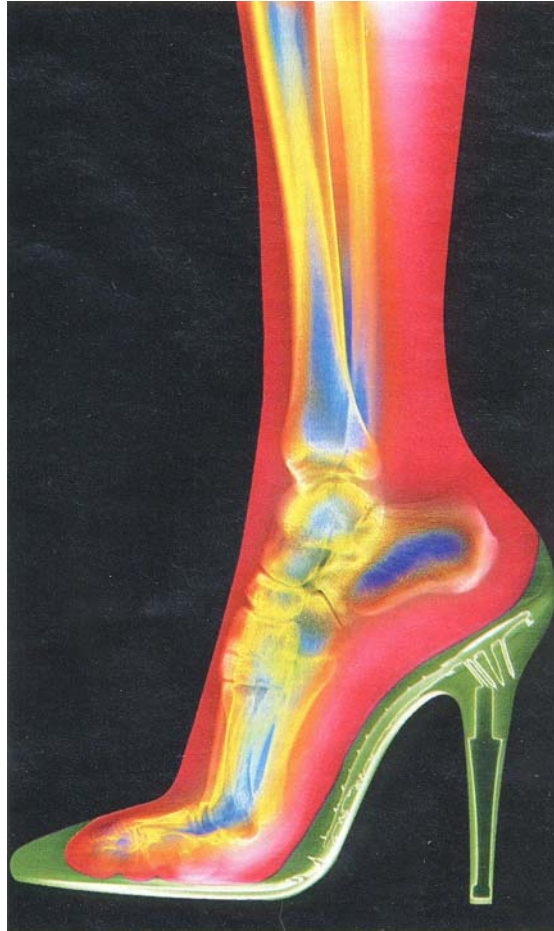


Abb. 1.16
(Malms 2000)

Der Hallux valgus geht auch häufig mit einem Spreizfuß einher, d.h. einer verbreiterten fächerförmigen Stellung der Metatarsalia. Wichtiges Merkmal des Spreizfußes ist ein Metatarsus primus varus, d.h. ein vergrößerter Winkel zwischen Metatarsale I und II, welches sich wiederum begünstigend auf die Bildung eines Hallux valgus auswirkt. Beim Spreizfuß beobachtet man auch eine Vergrößerung des Winkels zwischen Metatarsale IV und V (siehe Definition Punkt 1.2.1). In der Literatur wird angegeben, daß bei groß angelegten Querschnittsuntersuchungen an Schulkindern ein Metatarsus primus varus und ein Hallux valgus auch unabhängig voneinander auftreten können (Craigmile

1953). In einer Publikation von Jerosch & Mamsch (1998) wird der Zusammenhang zwischen Hallux-valgus und Spreizfuß anhand einer Reihenuntersuchung von 345 Gymnasialschülern im Alter zwischen 10 und 13 Jahren statistisch gesichert ($p < 0,001$). In dieser Nachuntersuchung wurde auch ein statistischer Zusammenhang zur Hallux-valgus-Deformität zwischen Knickfuß und Senkfuß ($p < 0,05$) berechnet. Coughlin (1995) veröffentlichte zur Ätiologie und Inzidenz des Hallux valgus, daß viele Autoren einen Zusammenhang zwischen einem Pes planus und der Folge einer daraus resultierenden Hallux-valgus-Deformität beschreiben. Er selbst jedoch stellte keine statistische Relevanz zwischen dem juvenilen Hallux valgus und einem Pes planus fest. Dies bestätigten auch Kilmartin, Barring und Wallace (1991) anhand von statistischen Untersuchungen (t-Test unpaariger Stichproben, $p < 0,05$). Mann (1999) schloß sich dieser Meinung an und veröffentlichte, daß bei Patienten mit einem Pes planus zwar ein schnelleres Voranschreiten der Hallux-valgus-Deformität zu beobachten ist, jedoch die Fußform keinen auslösenden Faktor für den Hallux valgus darstellt.

Ebenso ein möglicher Auslöser für eine Hallux-valgus-Fehlstellung sind die Längenverhältnisse der Metatarsalia I und II. In der medizinischen Fachliteratur werden jedoch unterschiedliche Meinungen vertreten, welcher Fußtyp letztendlich als auslösender Faktor wirkt. Der sog. ägyptische Fußtyp (Abb.1.17), bei dem die Großzehe im Vergleich zur zweiten Zehe länger ist (Index-plus-Variante), soll nach Meinung mehrerer Autoren zur Hallux-valgus-Entstehung prädestinieren (Boebel und Wolff 1960, Hardy und Clapham 1951, Lelièvre 1967, Nilsonne 1930, Sandelin 1924, Skinner 1932).

Im Gegensatz dazu steht der sog. griechische Fuß (Abb.1.18), bei dem die Großzehe im Vergleich zur zweiten Zehe kürzer ist (Index-minus-Variante). Neutralstellung nimmt hier der sog. Quadratfuß (Abb.1.19) ein, der dadurch auffällt, daß Großzehe und zweite Zehe gleich lang sind (Index-plus-minus-Variante).



Abb. 1.17
Ägyptischer Fußtyp



Abb. 1.18
Griechischer Fußtyp



Abb. 1.19
Quadratfuß

Zur Entstehung des Hallux valgus trägt auch die Stabilität des ersten Tarsometatarsalgelenkes bei. Die biomechanische Achse in diesem Gelenk ist schräg angelegt und erlaubt Bewegungen des Metatarsale-I-Köpfchens von dorsomedial nach plantar lateral.

Nach Mann & Coughlin (1999) ist eine Hypermobilität des ersten Tarsometatarsalgelenkes mit einer größeren Hallux-valgus-Deformität vergesellschaftet als ein stabiles Gelenk. Sie beschrieben aber auch, daß die Beweglichkeit im Tarsometatarsalgelenk nur qualitativ, jedoch nur schwierig quantitativ erfaßbar war. Ein wichtiges klinisches Merkmal bei der körperlichen Untersuchung zur Beurteilung der Stabilität im Tarsometatarsalgelenk war nach Meinung der Autoren die Clavusbildung unter dem zweiten Metatarsaleköpfchen als Folge der Fehlbelastung des Vorfußes durch eine dorsomediale Abweichung des ersten Metatarsale. Für Mann & Coughlin (1999) war die Clavusbildung das einzig echte Zeichen einer Instabilität im Tarsometatarsalgelenk.

Weitere Autoren sprechen in diesem Zusammenhang von einem Hypermobilitätssyndrom des ersten Strahles (Morton 1928, Klaue, Hansen und Masquelet 1994). Lapidus (1934) beschreibt eine Versteifung dieses Gelenkes zur Therapie des Hallux valgus.

Andere Autoren fanden jedoch keine relevante Hypermobilität im ersten Tarsometatarsalgelenk bei einer Hallux-valgus-Deformität. Wanivenhaus (1988) schrieb, daß sich eine nur sehr geringe Beweglichkeit bei Hallux-valgus-Patienten im Tarsometatarsalgelenk finden ließ. Erst jenseits des 65. Lebensjahres nimmt die Beweglichkeit seiner Meinung nach degenerationsbedingt in Dorsalextension zu. Auch Hardy & Clapham (1951) fanden bei einer groß angelegten Studie von 250 Hallux-valgus-Patienten im Vergleich zu 84 Probanden zwar eine geringere Beweglichkeit im Tarsometatarsalgelenk in der Kontrollgruppe, sprachen aber nicht von einer generellen Hypermobilität beim Hallux valgus. Laut Hardy & Clapham (1951) handelte es sich bei der Hypermobilität eher um ein Begleitphänomen als um eine Ursache des Hallux valgus.

Hinsichtlich der vielen Faktoren, die zur Entstehung eines Hallux valgus beitragen, ist es ebenso schwierig, genaue Angaben über seine Häufigkeit zu machen.

Die anamnestischen, klinischen und radiologischen Befunde sind in Bezug auf die Beschwerdesymptomatik oft sehr unterschiedlich ausgeprägt. So kommt es, daß der Hallux-valgus-Winkel von verschiedenen Autoren zwischen 8 und 20 Grad als Normalwert angegeben wird (Antrobus 1984, Boebel & Wolff 1960, Donick, Berlin, Block, Costa, Fox und Martorana 1980, Durman 1957, Eulert & Mau 1986, Hardy & Clapham 1951, Kilmartin, Barring und Wallace 1991, Piggott 1960).

Es zeigt sich also als Problem, eine genaue Definition für einen Hallux valgus zu finden. Deshalb ist auch die Frage nach der Häufigkeit davon abhängig, ab wann man von einer Hallux-valgus-Deformität spricht.

Die Literaturangaben sprechen dementsprechend unterschiedlich von einem Häufigkeitsverhältnis Frauen zu Männer von 2:1 (Wilkins 1941), 3:1 (Hewitt, Stewart und Webb 1953, Marwil & Brantingham 1943), 4 : 1 (Gudas & Marcinko 1994), 9 : 1 (Steinböck 1993) und 15:1 (Creer 1938, Hardy & Clapham 1951).

Gemeinsam ist den meisten veröffentlichten Untersuchungen, daß vor allem Frauen im jungen Erwachsenenalter einen Hallux valgus mit Beschwerdesymptomatik aufweisen. Bis zum 20. Lebensjahr soll bei ca. 15 % der Frauen ein Hallux valgus in Erscheinung treten (Debrunner 1996). Andere Untersuchungen sprechen z.B. bei 16-jährigen Mädchen von 22 % (Craigmile 1953).

Wegen der Häufung des Hallux valgus beim weiblichen Geschlecht wird auch die bei Frauen öfter vorkommende Bandlaxität oder Bindegewebsschwäche als ätiologischer Faktor angesehen.

Zur Entstehung einer Hallux-valgus-Deformität tragen auch Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis bei, z.B. chronische Polyarthritis (c.P.) oder Psoriasisarthritis. Durch entzündlich rheumatische Prozesse an den Gelenken, Bändern und Muskelansätzen des Fußes kommt es zu Bandinsuffizienzen, zu schmerz- und entzündungsbedingten Muskelatrophien sowie zur Destruktion von Sehnenanteilen mit daraus resultierenden Funktionsverminderungen. Die gestörte Statik des gesamten Fußes führt zu Veränderungen der Biomechanik der Fußmuskeln und mündet somit in die unaufhaltsame Progredienz der Entstehung des Hallux valgus. Bei den entzündlich rheumatischen Erkrankungen sind weitere auffallende Deformitäten im Fußbereich zu beobachten. Häufig sind Hammer- und Krallenzehenbildungen mit sub- oder auch völlig luxierten Gelenken, ein Hallux rigidus I, ein Metatarsus elevatus I, ein Metatarsus primus varus und ein Pes plano-valgus (Thabe 1997).

Als weitere ätiologische Faktoren zur Entstehung eines Hallux valgus kommen Amputationen des zweiten Zehen, Resektionen des Metatarsale-II-Köpfchens, Achillessehnenkontrakturen oder das Ehler-Danlos-Syndrom in Betracht (Mann & Coughlin 1999).

Zusammenfassend kann man feststellen, daß der Hallux valgus durch viele begünstigende Faktoren verursacht wird, wobei erbliche Faktoren die Grundlage bilden und prädisponieren und äußere Faktoren einen Hallux valgus entstehen lassen (Debrunner 1996).

1.2.3. Pathogenese des Hallux valgus

Unabhängig seiner Ursache obliegt die Entstehung des Hallux valgus weitgehend einem gleichförmig ablaufenden Mechanismus. Durch Änderungen der Mechanik des Großzehengrundgelenkes oder Änderungen der Muskelwirkung an der Großzehe kommt es zu einer biomechanischen Störung und somit zur unvermeidlichen Progredienz der Deformität. Entscheidend für die Genese des Hallux valgus ist ein gestörtes Muskelgleichgewicht.

Beim Fuß besteht trotz leicht lateral befindlicher Streck- und Beugesehnen der Großzehe ein ausgeglichenes Kräfteverhältnis (Wülker 1997). Neben Bindegewebe, Kapsel- oder Bandstrukturen balanciert die Großzehe förmlich auf dem ersten Metatarsalköpfchen mit Hilfe der Muskulatur, da die Summationskraft der einzelnen Muskeln, die als Kraftvektor angegeben werden können, zentral auf die Gelenkfläche des Metatarsale-I-Köpfchens gerichtet ist.

Wird dieses Gleichgewicht gestört, läuft der Kraftvektor dieser Muskeln nicht mehr in der Achse des Metatarsale I, sondern lateral davon. Als Folge davon kommt es zu einer Seitverbiegung der Großzehe (Abb.1.20).

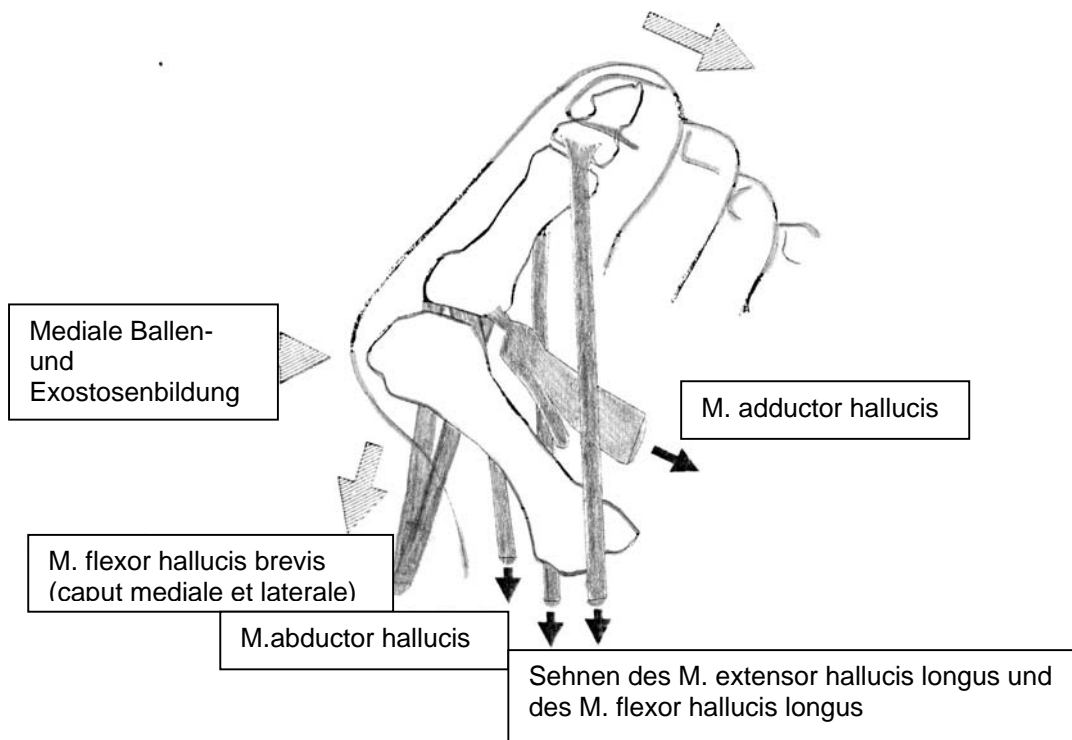


Abb.1.20

Biomechanik des Hallux valgus

Ist dieser Zustand einmal erreicht, kommt es zwangsläufig immer leichter zu einer Zugwirkung der Muskulatur nach lateral, da der Scheitel der Krümmung zu den Muskeln an Abstand zunimmt und sich somit der Wirkarm der Sehnen vergrößert (Wülker 1997).

Der M. abductor hallucis hat einen stabilisierenden Effekt auf das erste Metatarsaleköpfchen. Durch seinen Ansatz medial an der Basis des Grundgliedes und seinem Zug parallel zur Achse des Metatarsale I benutzt er das Metatarsale-I-Köpfchen als Auflage und drückt das Metatarsale I nach lateral. Der M. adductor hallucis gleicht die Kräfte des M. abductors hallucis aus und hält die Großzehe somit gerade (Mann & Coughlin 1999).

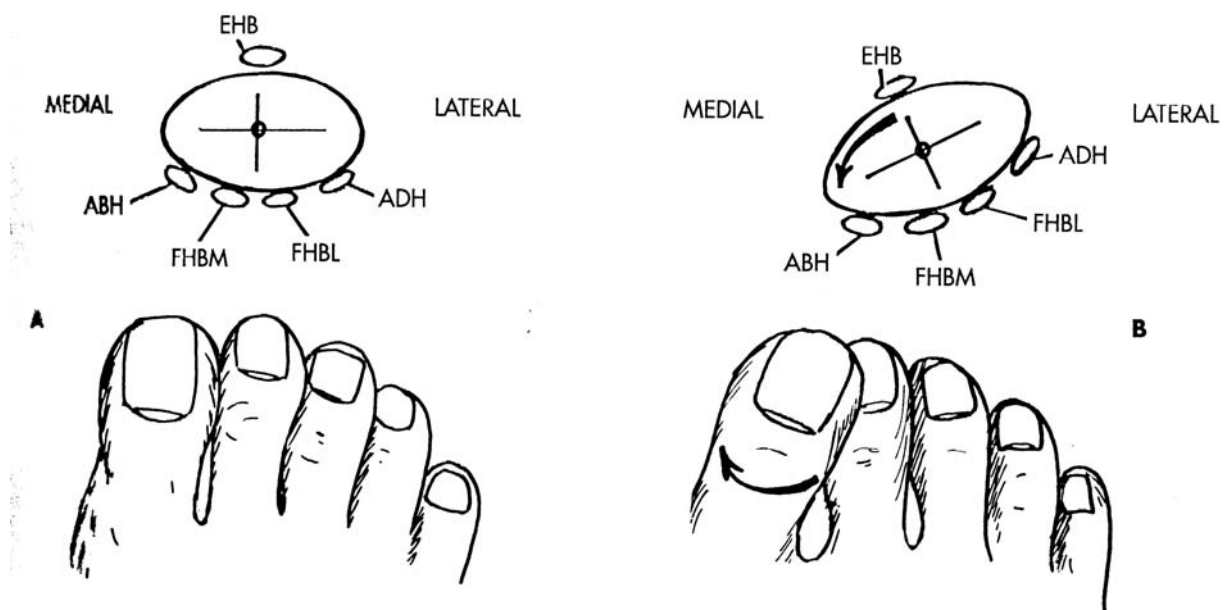


Abb. 1.21

Schematische Darstellung der Sehnen um das Metatarsaleköpfchen bei

A) normaler Großzehenstellung und bei

B) Hallux-valgus-Deformität mit Großzehe in Pronationsstellung

(EHB: Extensor hallucis brevis; ADH: Adductor hallucis; FHBL: Flexor hallucis brevis lateral head; FHBM: Flexor hallucis brevis medial head; ABH: Abductor hallucis)

(Mann & Coughlin 1999)

Da am Metatarsale I keiner der Großzehenmuskeln inseriert, kommt es bei Störungen des Muskelgleichgewichts zu einer Verlagerung der Sehne des M. abductor hallucis von medial nach plantar. Neben der daraus resultierenden Pronation der Großzehe (Abb. 1.21) wirkt dieser Muskel nun als Beuger mit dem Ergebnis eines funktionellen Ungleichgewichtes zugunsten des M. adductor hallucis, dem der Antagonist fehlt.

Durch diesen muskulären Einfluß und die Subluxation des Grundgelenkes nach lateral scheint die Prominenz des Metatarsale I-Köpfchens an der Medialseite des Fußes vergrößert. Infolge der Verbreiterung des Vorfußes kommt es oft zu einem erhöhten Schuhdruck und der subkutane Schleimbeutel (Bursa) an dieser Stelle wird gereizt und entzündet sich (Abb.1.22 und Abb. 1.23).

Diese Bursitis bewirkt wiederum eine Schwächung der darunterliegenden medialen Bänder (Lig. collaterale mediale, Lig. sesamoideum mediale), die ihrerseits dem erhöhten Muskelzug nach lateral nicht standhalten können. Die Bursitis, die Schwellung im Weichteilgewebe und das nach medial ausweichende Metatarsalköpfchen bilden die sog. Pseudoexostose.

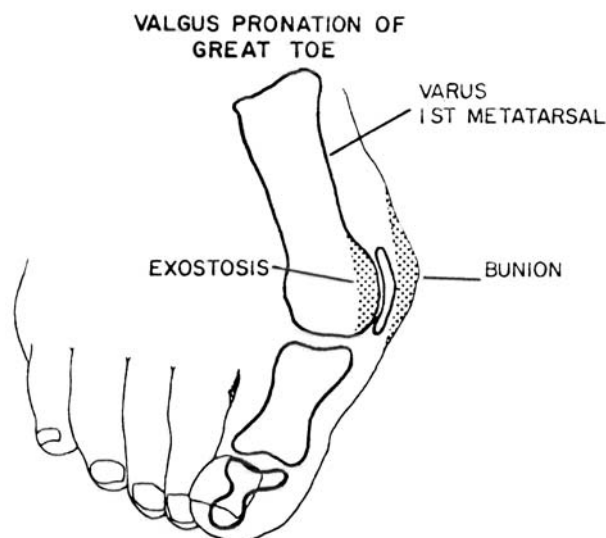


Abb. 1.22

Die Hallux-valgus-Deformität mit
Pronation der Großzehe, Pseudoexostose und Bursa
(Alvarez et al. 1984)



Abb. 1.23

Klinisches Bild eines Hallux valgus mit Pronation der Großzehe und gereizter Bursa über der Pseudoexostose

Röntgenologisch läßt sich die Medialisierung des Metatarsale-I-Köpfchens durch die Lage der Sesambeine belegen. Durch den oben beschriebenen Verlauf der Muskeln kommen die Sesambeine, eingebettet in den Sehnen der kurzen Beugesehnen, etwas lateral des Metatarsale-I-Köpfchens in der dorsoplantaren Röntgenaufnahme zur Darstellung (Abb. 1.24). Sie sind daher auch ein wichtiges Kriterium, um das Ausmaß der Fehlstellung präoperativ und den Korrekturgrad postoperativ feststellen zu können (Hardy & Clapham 1951, Wetzel et al. 1996). Durch die Valgisierung der Großzehe kommt es zudem zu einer Verdrängung der übrigen Zehen, vor allem im Schuh. Durch diesen vermehrten interdigitalen Druck weichen die Zehen entweder nach dorsal, manchmal auch nach plantar aus. Es bilden sich Hammer- und Krallenzehen, die nicht selten durch den Druck im Schuh Clavi und Hautulzerationen hervorrufen (Wülker 1997).



Abb. 1.24

Lateralisierung der Sesambeine in der dorsoplantaren Röntgenaufnahme

1.3. Therapie des Hallux valgus

1.3.1. Konservative Verfahren zur Therapie des Hallux valgus

Es werden zahlreiche konservative Verfahren beschrieben, die die Fehlstellung der Großzehe beseitigen oder zumindest verbessern können. Die Indikation zur konservativen Therapie wird sehr eingeschränkt gestellt und wird meistens im Kindesalter während des Skelettwachstums angewandt. Damit läßt sich oftmals die Zeit überbrücken bis der Patient aus eigenem Entschluß die Entscheidung zur Operation treffen kann (Wülker 1997).

„Die Behandlung des Hallux valgus ist im jugendlichen Alter meist eine rein konservative.“ (Hohmann 1951)

Eine weitere Indikation zum konservativen Therapieansatz sind Fälle, in denen der Patient eine Operation ablehnt oder aufgrund seines hohen Alters oder aufgrund von Begleiterkrankungen nicht operationsfähig ist.

In diesen Fällen kommen Redressionsverbände zur Anwendung. Am besten eignen sich schmale elastische Binden, die so angelegt werden, daß nicht nur die Abweichung der Großzehe nach lateral korrigiert wird, sondern auch die Pronation der Großzehe. Diese Verbandstechnik sollte vom Patienten erlernt werden, daß dieser selbst in der Lage ist, den Verband täglich zu erneuern.

Eine weitere Variante der Redression bilden die sog. Orthesen. Zu erwähnen ist hier die Hallux-valgus-Nachtschiene, ein aus Hartplastik und mit Polstern ausgestattetes Hilfsmittel, welches die Großzehe gerade ausrichtet. Da diese Konstruktion jedoch relativ starr und auftragend ist, kann sie nur nachts oder im Liegen angewandt werden. Alternativ dazu gibt es Strümpfe mit separatem Durchlaß für die Großzehe, mit denen normale Schuhe getragen werden können. Nachteil hierbei ist die weniger effiziente Wirkung auf die Korrektur der Großzehe, da die Strümpfe weniger Kraft zur Stabilisierung des ersten Strahles besitzen.

Zur Korrektur der nach distal auseinanderweichenden Metatarsalia beim Spreizfuß (Metatarsus primus varus) kann man den Vorfuß mittels eines Verbandes nach *Schanz*, einer Ledermanschette nach *Lehr/Hohmann* oder mit einer schlaufenartigen Bandage nach *Schede*, die auch den Rückfuß mit einschließt, zusammenstauchen.

Druckbeschwerden an der medialen Exostose können hilfreich mit Filzringverbänden oder Ringpolstern gelindert werden. Diese Methoden können auch mittels dämpfenden Einlagen mit Pelotten unter den Mittelfußköpfchen kombiniert werden. Eine Korrektur der Großzehenstellung ist mit Einlagen alleine nicht zu erzielen, aber die Beschwerdesymptomatik in Form von Metatarsalgien läßt sich eindämmen, da die Druckverteilung des Fußes auf die Unterlage gleichmäßiger ist.

Es wird in der Literatur noch auf weitere Methoden verwiesen, wie z.B. Spreizscharniere nach *Salis* und Schlaufensandalen (Krämer 1978) oder Gummikeile und Gummischwämmchen (Pitzen 1959), die jedoch nur geringen Erfolg brachten.

Als einfachste Methode zur Besserung der Beschwerden bei einem Hallux valgus sollte seitens des Arztes zunächst doch auf die Möglichkeit des Tragens weiter und bequemer Schuhe hingewiesen werden, denn oftmals hat man den Eindruck, daß der Schuh nicht passend zur Fußform ausgewählt wurde, sondern sich der Fuß des Patienten dem Schuh angepaßt hat.

Zur Besserung der Beschwerdesymptomatik bei einer Schleimbeutelentzündung helfen auch oftmals Injektionen mit Kortikoiden, wobei man bei rezidivierenden Bursitiden zurückhaltend sein sollte.

Allgemein erweisen sich aktive Bewegungsübungen der Großzehe (aktives Training des *M. abductor hallucis*), der Fuß- und Beinmuskulatur, Wechselbäder, Massagen, Barfußlaufen oder Schwimmen als wirksam zur Verbesserung der Stellung der Großzehe, zum Muskelaufbautraining, zur Entzündungshemmung und zur Druckreduktion.

Bei Ausschöpfung konservativer Verfahren bei nicht zu lösenden Druckproblemen im Schuh, Schmerzen im Vorfußbereich, bei zunehmender Dekompensation des Vorfußes mit progredienter Ausbildung eines Hallux valgus, Hammerzehen und Schmerzen unter den Metatarsaleköpfchen, sollte man an die Möglichkeit einer operativen Korrektur der Deformitäten denken.

1.3.2. Überblick häufiger operativer Verfahren zur Therapie des Hallux valgus

1.3.2.1. Distaler Weichteileingriff am Metatarsophalangealgelenk nach *Mc Bride*

Indikation:

Mäßige Hallux-valgus-Fehlstellung mit einem Intermetatarsalwinkel <15 Grad und einem Hallux-valgus-Winkel <30 Grad und geringgradiger Arthrose im Metatarsophalangealgelenk (Mann 1993).

Operationstechnik nach *Mc Bride* (1967) aus Originalarbeit zusammengefaßt:

Bei dieser Operation (Abb. 1.25) wird das Grundgelenk mit einem Hautschnitt lateral der Großzehe eröffnet, der sich fortsetzt nach proximal schräg über die Sehne des M. extensor hallucis longus und das Metatarsale I bis ungefähr 1,5 cm oberhalb der Pseudoexostose und dann nach unten ca. 2 cm in Richtung Sohle verläuft. Die Sehne des M. adductor hallucis wird aufgesucht und von der proximalen Grundphalanx und vom lateralen Sesambein abgelöst. Das laterale Sesambein wird vorsichtig aus dem Sesambeinkomplex herausgelöst unter Durchtrennung des Lig. intersesamoideum. An der medialen Seite der Großzehe wird die Pseudoexostose abgemeißelt. Nun folgt die Wiederherstellung einer korrekten Stellung der Großzehe unter Zuhilfenahme eines lateralen Release der Gelenkkapsel und einer raffenden Naht der medialen Gelenkkapsel in 5° Varusstellung der Großzehe. Anschließend wird die Sehne des M. adductor hallucis mobilisiert und mit einer Naht am lateralen Periost des Metatarsale I unter Korrektur des Metatarsus primus varus vernäht. Es folgt nun der schichtweise Wundverschluß.

Nachbehandlung nach *Mc Bride* (1967) aus Originalarbeit zusammengefaßt:

Gut gepolsterter Wundverband, der so gewickelt wird, dass eine Überkorrektur von 5 Grad Varusstellung aufrechterhalten wird. Soweit der Patient kann, darf er am ersten postoperativen Tag aufstehen. Innerhalb der ersten drei Tage soll er

aufstehen und ein paar Schritte in weiten Schuhen gehen. Nach einigen Wochen kann der Patient auf Konfektionsschuhe umsteigen.

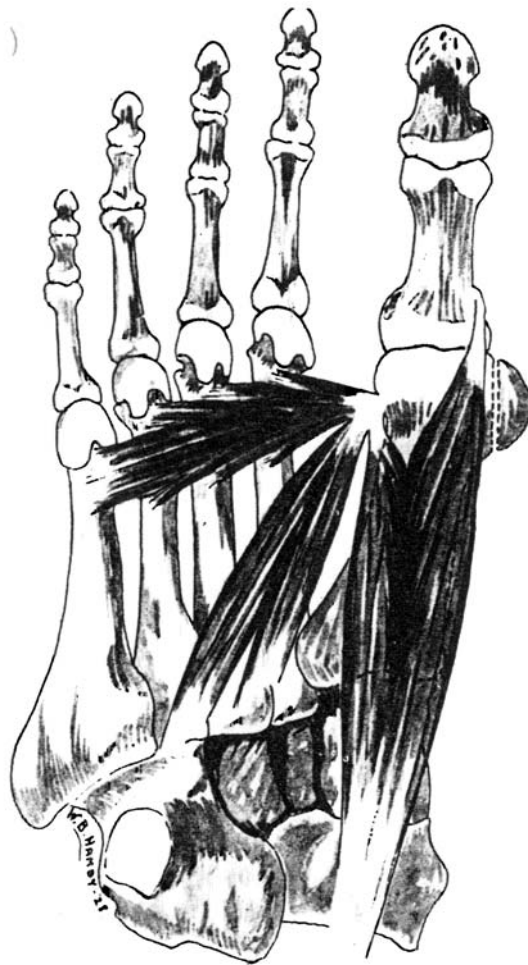


Abb. 1.25

Operation nach *McBride*
(Originalarbeit 1967)

1.3.2.2. Resektionsarthroplastik nach *Keller-Brandes*

Indikation:

Ausgeprägte Hallux-valgus-Fehlstellung und arthrotische Veränderungen im Grundgelenk bei älteren Patienten meist über 60 Jahren. Bevorzugt wird der ägyptische oder quadratische Fußtyp, weil sich hier die operationstechnisch

bedingte Verkürzung der Großzehe weniger negativ auswirkt (Fellmann & Zollinger 1998)

Operationstechnik nach *Brandes* (1929) aus Originalarbeit zusammengefaßt:

Der Hautschnitt (Abb. 1.26) beginnt nahe dem distalen Ende der Grundphalange und umkreist in leichtem Bogen die „Exostose“. Die Sehenscheide des M. extensor hallucis longus wird freigelegt, die Gelenkkapsel wird medial eröffnet. Nach Darstellung der Exostose wird diese mit einem Meißelschlag fortgenommen. Darauf folgt die weitere Eröffnung des Grundgelenks. Die Grundphalange wird durch zwei Rasparatorien aus der Wunde etwas herausgehoben und an der Grenze vom distalen und mittleren Drittel mit einer Zange vorsichtig durchgekniffen. Es liegt jetzt eine übersichtliche Wundhöhle vor, in welcher distal das letzte Drittel der Grundphalange geglättet und das Metatarsale-I-Köpfchen von Osteophyten befreit werden kann. Man kann nun eine gut deckende Gewebeschicht über die klaffenden Gelenkteile zurückschlagen und vernähen. Es folgen 2 oder 3 Nähte durch das subkutane Fettgewebe, dann die exakte Hautnaht.

Die Großzehe wird in leichter Plantarflexion eingebunden und durch eine der ganzen Fußsohle und den Zehen anmodellerte Gipslonguette in Plantarflexion und Abduktion (nach medial gerichtet) festgehalten.

Nachbehandlung nach *Brandes* (1929) aus Originalarbeit:

„Nach 14 Tagen können die Patt. spätestens aufstehen. Verband beim Aufstehen: Zusammenpressen des Spreizfußes durch einige Zinkleimbindentouren um den Mittelfuß. Inzwischen Fertigstellen einer Einlage für Spreiz- und Senkfuß.

Weitere Nachbehandlung: Passive Bewegungen der Großzehe in allen Ebenen; Fußbäder, Heißluftbäder, Massage; gewöhnliche Kaufschuhe; Einlage.“

Als ähnliches Verfahren wie das nach *Keller-Brandes* erweist sich die Methode nach *Regnauld* (1993), wo ebenfalls eine Drittelresektion der Grundphalanx vorgenommen wird, aber durch zapfenförmiges Zuschneiden des Resektats und

Erhaltung des Knorpelteils ein Platzhalter hergestellt wird, der nach Aushöhlen der Restphalanx wieder stabil aufgesetzt wird (Meyer & Müller 1990, Schöb, Auracher, Kappeler und Meyer 1993).

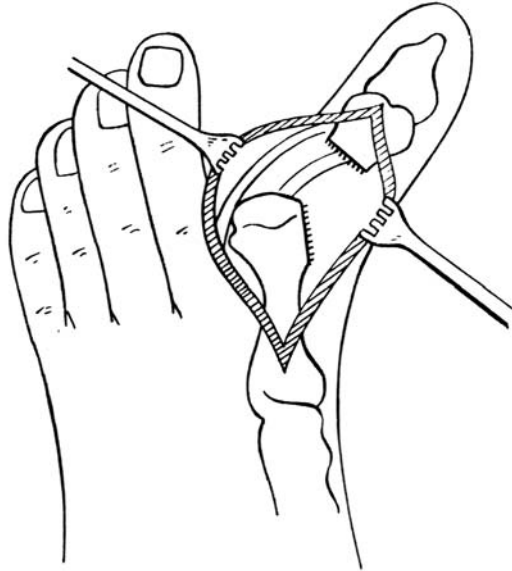


Abb. 1.26

Operation nach *Keller-Brandes*
(Originalarbeit 1929)

1.3.2.3. Diaphysäre z-förmige Schrägosteotomie des Metatarsale I (Scarfosteotomie)

Indikation:

Mittelschwere bis schwere Hallux-valgus-Fehlstellungen (Intermetatarsalwinkel bis zu 20 Grad) ohne degenerative Veränderungen im Metatarsophalangealgelenk unabhängig vom Alter des Patienten, wobei sich die Methode nicht bei Patienten mit Osteoporose empfiehlt (Barouk 1990).

Operationstechnik nach *Meyer* (1926) aus Originalarbeit:

„Beiderseits Längsschnitt an der medialen Seite der großen Zehe bis auf den Knochen des Metatarsale I. Zurückschieben des Periosts. z-förmiges Durchsägen

mit der Giglisäge (Abb. 1.27). Verschieben des distalen Fragmentes medial- und proximalwärts ins Spatium interosseum. Glätten des proximalen Stumpfes mit dem Luer. Zum besseren Halt wird ein Catgutfaden um die beiden Fragmente geknüpft. Periost- und Hautnaht. Schienenstärkeverband.“

Heutzutage werden Schrauben oder Kirschnerdrähte zur Fixation der Fragmente verwendet (Abb. 1.28).

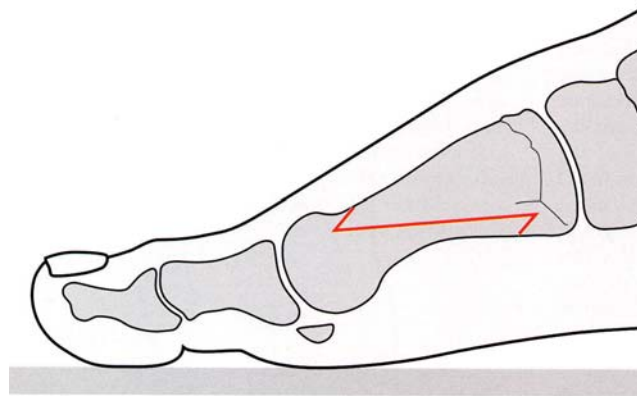


Abb. 1.27

z-förmige Scarf-Osteotomie

(Resch 1998)

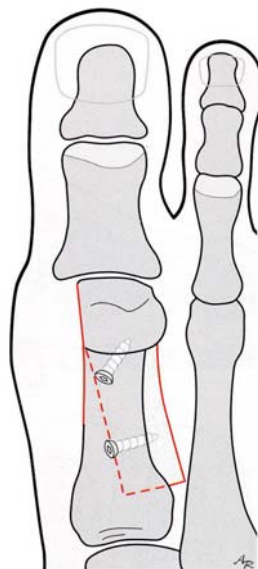


Abb. 1.28

Scarf-Osteotomie: Verschiebung und Verschraubung

(Resch 1998)

Nachbehandlung nach *Kinast* (1996):

Der Fuß kann sofort mit einem redressierenden Verband im Verbandsschuh ohne Einlegesohle voll belastet werden. Nach 2 Wochen kann der Fuß gewaschen werden. Ab der 3. Woche postoperativ können weite Schuhe, z.B. Sport- oder Tennisschuhe getragen werden. Eine spezielle Bandagierung ist nach 2 Wochen nicht mehr notwendig. Mobilisation der Großzehe, Bewegungsübungen mit maximaler passiver Dorsalextension und assistiv aktivem Beugen ab der 3.-4-postoperativen Woche. Die Arbeitsunfähigkeit beträgt je nach Tätigkeit des Patienten 2-8 Wochen.

1.3.2.4. Retrokapitale (subkapitale) Osteotomie des Metatarsale I nach *Kramer*

Indikation:

Korrekturingriff für alle Formen des Halux valgus unabhängig vom Alter und Deformität. Voraussetzung ist eine genügende Beweglichkeit im Großzehengrundgelenk (Dorsalextension von 40°) und keine Arthrosezeichen.

Auch für juvenile Formen des Hallux valgus geeignet, da die Epiphysenfuge nicht tangiert wird (Kramer 1990, Lamprecht 1993).

Operationstechnik nach *Kramer* (1990):

Bei diesem Eingriff (Abb.1.29) erfolgt der Zugang über einen medialen Längsschnitt. Darstellen der subkapitalen Metaphyse des Metatarsale I. Lokalisation des Metatarsophalangealgelenkspaltes und Markieren der beiden subkapitalen Osteotomieebenen, aus denen ein Keil entnommen werden soll. Osteotomie mit der oszillierenden Säge und Translokation des Metatarsalköpfchens in Varusstellung. Medial zur Grundphalanx in axiale Richtung Vorschieben eines Spickdrahtes, welcher ins Metatarsale I eingetrieben wird (Abb. 1.30).

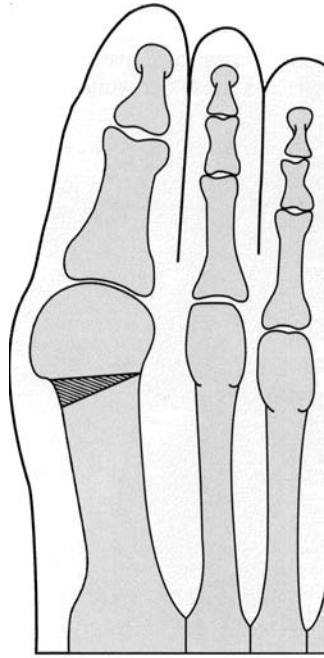


Abb. 1.29

Osteotomie nach *Kramer*.
Keilförmige Knochenresektion
(Resch 1998)

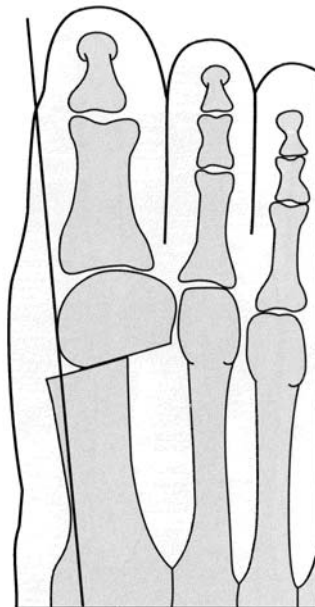


Abb. 1.30

Osteotomie nach *Kramer*.
Lateralverschiebung des Kopfes und Fixation mit einem Kirschnerdraht
(Resch 1998)

Nachbehandlung nach *Kramer* (1990):

Kein Spezialschuh oder Gipsverband, ab dem 2. postoperativen Tag volle Belastung im Fersengang, Entfernung des Kirschner-Drahtes nach 4 bis 5 Wochen, Bewegungs- und Belastungsübungen.

Bei den retrokapitalen bzw. subkapitalen Osteotomien gilt die Osteotomie nach *Kramer* als Weiterentwicklung der Osteotomie nach *Hohmann* (1922), der als Urvater der subkapitalen Osteotomien gilt. Seine Methode unterscheidet sich lediglich in der Art der Keilentnahme und der Kirschnerdrahtfixierung von der Methode nach *Kramer* (Wülker 1997).

Eine weitere subkapitale Osteotomie ist die Methode nach *Mitchell* (Mitchell, Fleming, Allen 1958), in welcher statt eines Keils eine Knochenscheibe entnommen wird und nach Lateralverschiebung des Köpfchens mittels einer stabilen Naht die Knochenenden gehalten werden (Arnold, Weber und v. Hößlin 1998). Diese Methode ist bei einem Intermetatarsalwinkel von $>15^\circ$ und einem Hallux-valgus-Winkel von $<40^\circ$ indiziert (Mann 1993).

In Europa zählt die Methode nach *Hohmann-Kramer* zu den verbreitetsten Osteotomien zur Korrektur des Hallux valgus, während in den Vereinigten Staaten von Amerika die Chevron-Osteotomie, die nach seinem Erstbeschreiber auch als Osteotomie nach *Austin* bezeichnet wird, sich großer Beliebtheit erfreut.

Mit dieser Operationsmethode nach *Austin*, die mittlerweile auch bei uns von vielen Spezialisten propagiert wird, wurden auch die Patienten untersucht, die im Rahmen dieser Arbeit nachuntersucht wurden.

1.3.3. Die v-förmige Osteotomie des Metatarsale I nach *Austin* (Chevron-Osteotomie)

1.3.3.1. Historischer Überblick

Im Jahre 1881 beschrieb erstmals Reverdin (1881) die erste distale Metatarsal-osteotomie. Er richtete die Gelenkfläche des Metatarsaleköpfchens nach Entnahme eines medialbasigen Keils senkrecht zum Schaft aus. Im Jahr 1921 wird von Roux (1921) über eine zusätzliche Lateralverschiebung des Metatarsaleköpfchens berichtet. Diese Methode wurde im Jahr 1945 von Hawkins (1945) angewandt und von Mitchell 1958 (Mitchell, Fleming, Allen 1958) weiter verbreitet. Daraus entwickelte sich die Verschiebung des Metatarsaleköpfchens nach lateral entlang einer v-förmig angelegten Osteotomie. Dieses nach proximal geöffnete „v“ im Köpfchen des Metatarsale I wird wegen seiner Ähnlichkeit zu dem v-förmigen Militärabzeichen als „Chevron“ bezeichnet.

Gegenüber den bisherigen subkapitalen Osteotomien zeichnet sich die Chevron-Osteotomie durch wesentliche Verbesserung der Stabilität aus und wurde im Jahre 1962 von Austin erstmals angewandt und in einem Video beschrieben (Elleby, Kostakos, Mariash und Marcinko, 1994). Austin trug diese Methode 1968 während einer Tagung der *American Academy of Orthopedic Surgeons* vor und von Corless (1976) erschien erstmals im Jahre 1976 ein Abstract über dieses Verfahren. Johnson, Cofield und Morrey publizierten im Jahre 1979 erste Ergebnisse in den USA (Diebold 1997). Austin und Leventen (1981) brachten im Jahre 1981 eine Publikation über eine horizontal gerichtete v-förmige Verschiebeosteotomie des Metatarsaleköpfchens für Hallux valgus und primus varus mit erfolgreichen Ergebnissen heraus.

Seit der Erstbeschreibung durch Austin und Leventen (1981) haben sich einige Operateure mit Variationen der Chevron-Osteotomie beschäftigt. Es sind daher auch Modifikationen der Methode veröffentlicht worden.

Die Operation nach *Austin* hat sich mit seinen vielseitigen Möglichkeiten zur Verschiebung des Metatarsaleköpfchens nach lateral, nach plantar, nach proximal und distal und der Kippung nach lateral oder medial als gelenkerhaltendes

Verfahren zur Therapie des Hallux valgus bewährt und ist laut Wessels (1998) im Vergleich zu anderen subkapitalen Verfahren technisch sicher und übersichtlich.

1.3.3.2. Indikation

Laut Austin & Leventen (1981) leichte bis mittelschwere Hallux-valgus-Deformitäten bei möglichst nur geringen Arthrosezeichen. Für junge Patienten ebenso geeignet (genügende Entfernung der Wachstumsfuge) wie für ältere Patienten, vorausgesetzt der Gelenkknorpel ist noch weitgehend intakt. Austin & Leventen (1981) berichten über ein Patientengut von 8 bis 76 Jahren. Als Kontraindikationen geben sie systemische und zirkulatorische Grunderkrankungen an sowie Knorpelschäden aufgrund von Arthritiden. Angaben zum Intermetatarsalwinkel oder zum Hallux-valgus-Winkel zur Indikationsstellung kann man ihrer Erstveröffentlichung nicht entnehmen. Von Leventen (1990) und anderen Autoren wird die Einschränkung zur Operation bei einem Intermetatarsalwinkel von <15 Grad und einem Hallux-valgus-Winkel von <30 Grad angegeben (Coughlin 1995, Hattrup & Johnson 1985, Mann & Coughlin 1981, Mann 1993). Von manchen Autoren werden auch etwas höhere Winkelangaben bei der Indikationsstellung vertreten, z.B. von Cracchiolo (1993) Hallux-valgus-Winkel bis $<40^\circ$, von Elleby et al. (1994) Intermetatarsalwinkel bis 16° und Hallux-valgus-Winkel bis 35° und Steinböck (1996) spricht sogar von Intermetatarsalwinkel $>20^\circ$ und Hallux-valgus-Winkel $>50^\circ$.

1.3.3.3. Operationstechnik nach *Austin* (Austin & Leventen 1981) aus Originalarbeit

Der Hautschnitt ist längs, ungefähr 8 cm lang, bogenförmig und befindet sich in der Mitte zwischen medialer Exostose und der Sehne des M. extensor hallucis longus (Abb. 1.31). Vorsicht ist geboten zum Schutz des sensiblen Astes des N. peroneus superficialis in diesem Bereich. Dieser Nerv wird mit seinem vaskulären Bündel und der Sehne des M. extensor hallucis longus nach dorsal gezogen.



Abb. 1.31

Der Hautschnitt bei der Operationstechnik nach *Austin*
(Resch 1998)

Nach Darstellung der kapsulären Strukturen wird ein u-förmiger Lappen gebildet, der mit seiner Basis an der proximalen Phalanx befestigt ist. Das Metatarsaleköpfchen wird weiter freigelegt und die knöchernen Anbauten werden auf Ebene des Schaftes entfernt. Die Fläche der Osteophytenabtragung muß genau senkrecht sein als Vorbereitung für die Osteotomie. Die rauhen Kanten werden dann geglättet mit einem Rasparatorium.

Als nächstes kommt die Tenotomie der Sehne des *M. adductor hallucis* durch den ursprünglichen Schnitt ohne einer zusätzlichen Hautinzision. Dies wird gemacht, indem die Großzehe unter Zug und in einer varischen Position gehalten wird und durch den Gelenkinnenraum hindurch die Sehne abgelöst wird.

Als Vorbereitung für die Osteotomie wird ein ca. 2mm großes Bohrloch an der tibialen Oberfläche des Metatarsaleköpfchens gesetzt (Abb.1.32). Dieses Bohrloch wird genau senkrecht auf die vertikal präparierte Oberfläche des Metatarsaleköpfchens gesetzt und geht durch beide Seiten des Köpfchens. Das Loch wird genau in den Mittelpunkt eines imaginären Kreises, den das Köpfchen bildet, gebohrt und kennzeichnet den Scheitel der späteren Osteotomieflächen.

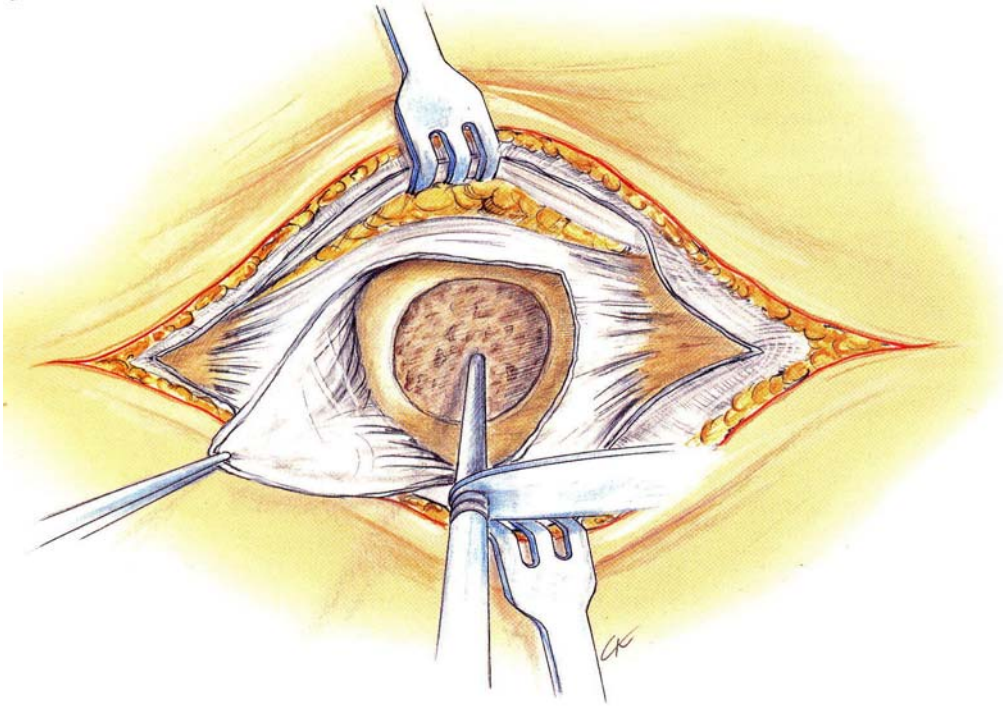


Abb. 1.32

Zentrales Bohrloch im Metatarsaleköpfchen
(Resch 1998)

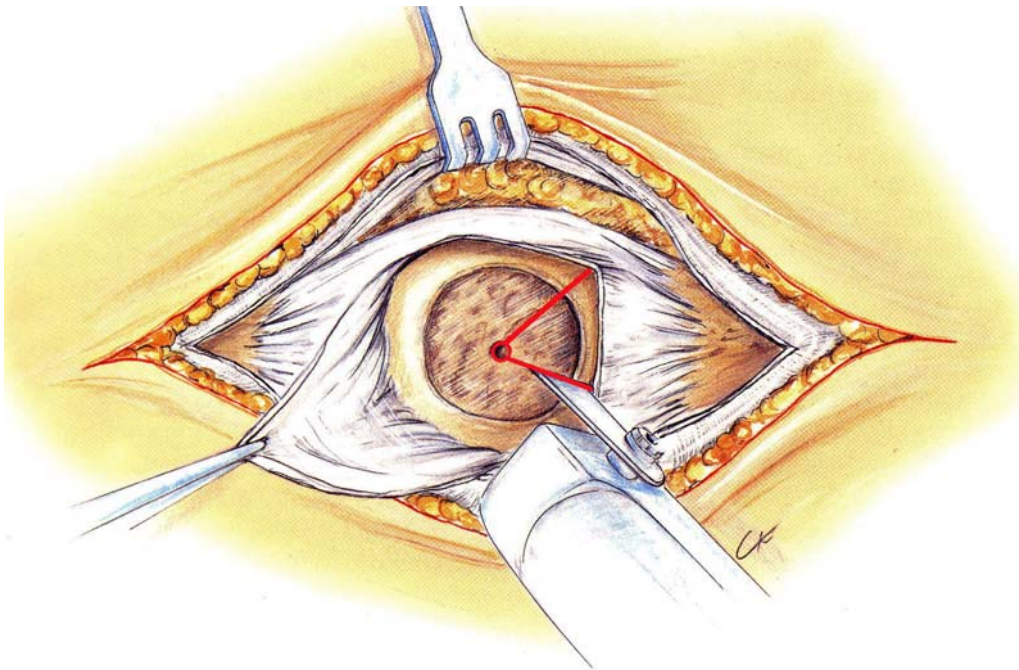


Abb. 1.33

Nach proximal geöffnete v-förmige Osteotomie
(Resch 1998)

Die v-förmige Osteotomie (Abb. 1.33) wird horizontal ausgerichtet mit Hilfe einer oszillierenden Säge, die tibial am Köpfchen mit einem Winkel von 60° angesetzt wird. Dieser Winkel erlaubt den Sägeflächen an den abgesägten Flächen des Köpfchens zu bleiben und bietet den Knochenkontaktflächen eine breite Auflage für eine bessere Knochenheilung. Die horizontale Sägerichtung gibt eine exzellente Stabilität. Die Kortikales müssen vollständig durchgesägt werden um dem Köpfchen freie Beweglichkeit zu ermöglichen. Das Metatarsaleköpfchen wird nun um die Hälfte bis ein Viertel der Breite des Metatarsaleschaftes nach lateral (fibular) versetzt. Gleichzeitig wird das Metatarsaleköpfchen aufgerichtet, um die Gelenkfläche von einer Valgusstellung in eine leichte Varusstellung zu verändern. Die Veränderung der Winkelschenkel der v-förmigen Osteotomie ermöglicht die Korrektur von Kippung, Rotation und/oder Dorsalextension um wenige Grad; diese Einstellungen sind jedoch selten notwendig. Die Osteotomie wird nun durch den Druck der Hände des Chirurgen impaktiert. Die weichen gesägten Flächen ermöglichen eine wichtige Verzahnung in der korrigierten Stellung. Jetzt ist eine ausreichende Stabilität gewährleistet, so daß eine Fixation nicht mehr notwendig ist. Die überstehenden Anteile des proximalen Metatarsalbereichs werden dann mit einem Rasparatorium weggeraspelt und geglättet.

Zusätzliche Bohrlöcher werden durch die Kortikalis des proximalen Metatarsale getrieben, um den u-förmigen Kapsellappen unter Zug zum Knochen zurückzuschlagen und zu verankern. Es wird eine Naht mit einem 2-0 Catgut-Faden angefertigt.

Der Knoten wird durch den Assistenten gemacht während der Chirurg die Großzehe in leichter Varusstellung und Plantarflexion hält, falls nötig auch in Supination. Dies korrigiert den Hallux valgus minimal über. Eine Reihe von Einzelknopfnähten mit einem 2-0 Dexon-Faden wird nun benötigt, um den u-förmigen Kapsellappen in seinem Kapselbett zu fixieren. Entweder der Chirurg oder der Assistent sollen die korrigierte Stellung der Großzehe beibehalten bis die Kapselnaht beendet ist. Subkutannaht und Hautnaht wird nach Belieben des einzelnen Chirurgen angefertigt.

Ein nicht klebender steriler Verband wird über die Wunde gelegt. Es sind keine Pflasterzüge notwendig, um die exzellente Stabilität, die diese Operation birgt, zu unterstützen.

1.3.3.4. Nachbehandlung nach *Austin* (Austin & Leventen 1981) aus Originalarbeit

Die Patienten müssen Bettruhe einhalten mit hochgelagerten Füßen. Ihnen wird Dorsalextension des Fußes erlaubt, um das Thromboserisiko zu vermindern und die starke Tendenz zur Bildung einer Spitzfußstellung zu unterbinden, wie sie bei einigen Fußoperationen gefunden wurde. Am 2. postoperativen Tag darf der Patient in einem Rollstuhl sitzen und üben, die Füße auf den Boden zu stellen, um einer Spitzfußstellung vorzubeugen. Ein kräftiger Strumpf wird über den Verband angezogen als Schutz in Vorbereitung auf das Gehen.

Mit dem Aufstehen wird gewöhnlich am 3. postoperativen Tag begonnen mit Hilfe von Gehstützen. Postoperative Holzschuhe werden nicht verwendet, da sie die Gelenkbeweglichkeit störend beeinflussen. Schuhe mit Gummisohlen werden postoperativ bevorzugt. Am 5. oder 6. postoperativen Tag können die Patienten gewöhnlich bequem herumgehen und entlasten nicht mehr mit Unterarmgehstützen oder am Gehwagen.

Der Verband wird für die 1. postoperative Woche belassen, dann wird er in gleicher Weise wie zum Zeitpunkt der Operation gewechselt. Die Hautnähte werden in der 2. und 3. Woche entfernt, Steristrips und Verbände werden angelegt.

Regelmäßige Verbandswechsel sind notwendig, um die übrigen Zehen in Richtung Großzehe zu bringen und um die Lücke zwischen dem ersten und zweiten Strahl zu schließen, die durch die Korrektur des Hallux valgus geschaffen wurde.

3 Wochen postoperativ werden alle Hautnähte und alle Verbände entfernt. Der Patient darf weite Tennisschuhe tragen, die später gegen weite Lederschuhe getauscht werden dürfen, sobald es die Schwellung zulässt.

1.3.3.5. Modifikationen der Chevron-Osteotomie

Um sich den individuellen Erfordernissen zur Korrektur des Hallux valgus anzupassen, werden Modifikationen der Chevron-Osteotomie beschrieben.

Bei der bidirektionalen Chevron-Osteotomie (Abb. 1.34) wird die Osteotomie klassisch durchgeführt, jedoch wird ein zuvor festgelegter Knochenkeil distal des ersten Schnittes entfernt. Man erhält auf diese Weise eine vermehrte Kippung des Köpfchens nach medial.

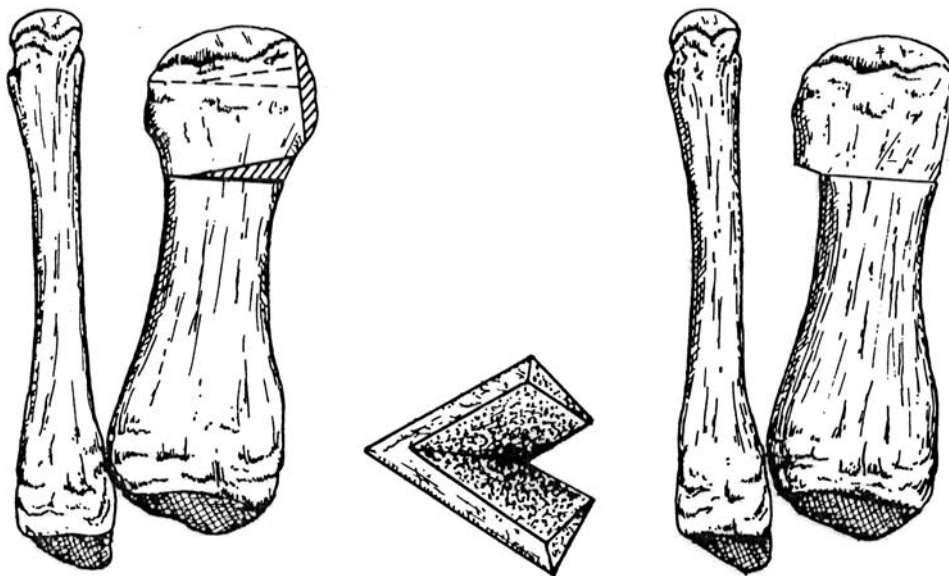


Abb. 1.34

Bidirektionale Chevron-Osteotomie

Resezierter Knochenkeil mit medialer Basis und lateralem Apex
(Elleby, Kostakos, Mariash und Marcinko 1994)

Bei der Osteotomie nach Chevron-Youngswick (Abb. 1.35) wird zur Längenkorrektur eine weitere Osteotomie parallel zum dorsalen oder plantaren Schnitt gesägt. Die Entfernung der so entstandenen Knochenscheibe führt entweder zur Verkürzung und Dorsalflexion oder Verkürzung und Plantarflexion. Es werden bei dieser Form der Osteotomie gleichzeitig die Länge des Schaftes des Metatarsale I und die Lage des Metatarsale-I-Köpfchens beeinflusst. Davon unabhängig können beide Parameter zusätzlich durch die Positionierung eines Führungsdrahtes verändert werden.

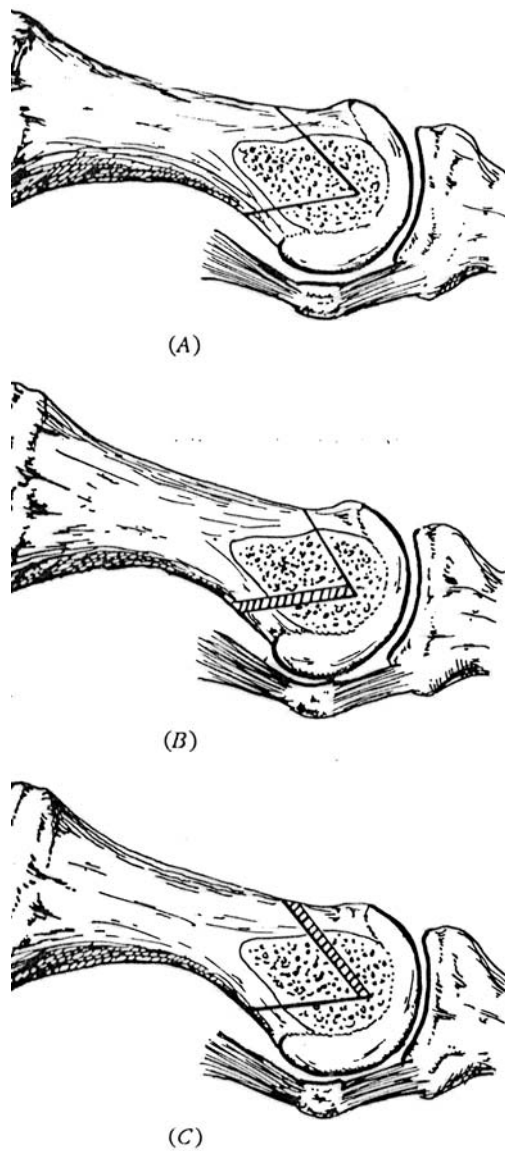


Abb. 1.35

Modifikationen der Chevron-Osteotomie nach *Youngswick*

A: Standard Chevron-Osteotomie.

B: Modifikation zur Verkürzung und Dorsalflexion des Kopffragmentes. Die zusätzliche Osteotomie wird parallel zum plantaren Arm gesägt.

C: Modifikation zur Verkürzung und Plantarflexion des Kopffragmentes. Die weitere Osteotomie wird parallel zum dorsalen Arm durchgeführt.

(Elleby, Kostakos, Mariash und Marcinko 1994)

Bei der verkürzenden Chevron-Osteotomie (Abb. 1.36) wird ein ganzes Knochensegment parallel zur v-förmigen Osteotomie bei einem Winkel von 60° entfernt. Die Breite des entfernten Knochenkeils beträgt dabei etwa die Hälfte der gewünschten Verkürzung.

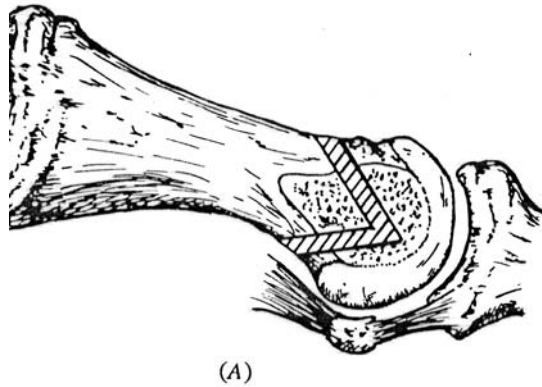


Abb. 1.36

Verkürzende Chevron-Osteotomie
(Elleby, Kostakos, Mariash und Marcinko 1994)

Eine weitere Modifikation ist die asymmetrische v-förmige Chevron-Osteotomie (Abb. 1.37), bei der entweder der dorsale oder der plantare Schenkel verlängert wird.

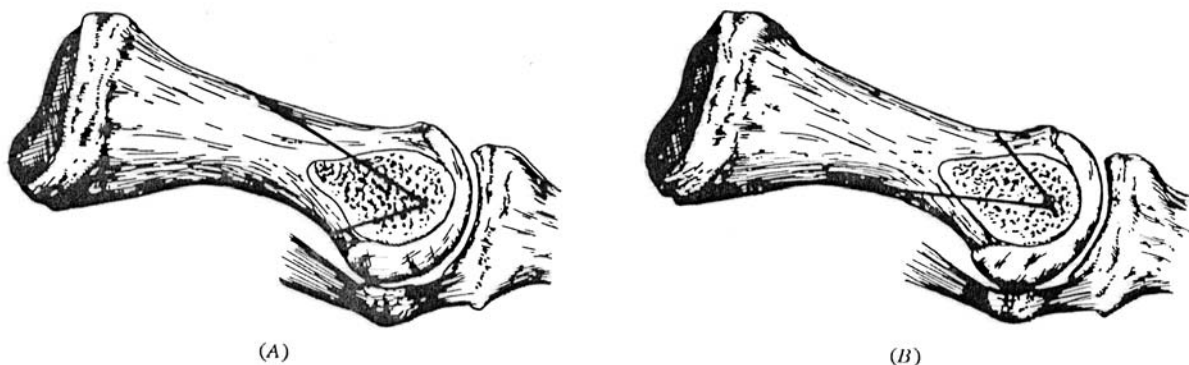


Abb. 1.37

Asymmetrische Chevron-Osteotomie
A: Verlängerter dorsaler Schenkel
B: Verlängerter plantarer Schenkel
(Elleby, Kostakos, Mariash und Marcinko 1994)

Dies führt zu einer spitzwinkeligern Osteotomie mit dem Ziel, daß man mit AO-Schrauben besser fixieren kann. Mit der plantaren Verlängerung des Schenkels erreicht man eine bessere Stabilität und größeren Schutz der Sesambeine. Nachteil dieser Methode ist allerdings eine größere Freilegung des Mittelfußknochens und ist schwieriger als die Standardtechnik durchzuführen (Elleby et al. (1994).

2. MATERIAL UND METHODE

In dem Zeitraum vom 01.04.94 bis 31.10.96 wurden von einem Orthopäden in freier Praxis (Dr. med. Christian Kinast) insgesamt 448 operative Eingriffe ambulant und stationär an Vorfüßen vorgenommen. Es handelte sich dabei hauptsächlich um Operationen zur Korrektur des Hallux valgus.

73 Füße wurden mit der Methode nach *Austin* operiert. Bei den anderen Eingriffen handelte es sich um 22 Operationen nach *Keller-Brandes*, 3 Operationen nach *Mc Bride*, 11 Operationen nach *Scarf*, 9 Operationen nach *Akin* und 16 Operationen nach *Weil*. Des weiteren wurden 78 Weichteileingriffe, 47 Arthroplastiken, 42 Arthrodesen und 9 Exostosenabtragungen am ersten Strahl durchgeführt. Es kam zu 49 Metallentfernungen und 17 Eingriffen bei Hallux rigidus. Die restlichen 72 Eingriffe wurden u. a. an den Zehen II bis V insbesondere Hammer- und Krallenzehen unternommen. Bei diesen Zahlen ist zu berücksichtigen, daß oft mehrere Eingriffe an einem Fuß in einem Operationsgang getätigt wurden.

Die 73 nach *Austin* operierten Füße stammen von 57 Patienten, von denen 51 nachuntersucht werden konnten (89,5 %). Der Rest des Patientenguts konnte aus verschiedenen Gründen, wie z.B. fehlende präoperative Röntgenbilder (2 Patienten) oder Nichterreichbarkeit (4 Patienten) nicht in der Nachuntersuchung während des Beobachtungszeitraumes erfasst werden. Bei diesen 6 Patienten wurden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung unauffällige klinische und radiologische Befunde bis zu 6 Monate postoperativ im Verlauf dokumentiert ohne Vorliegen von Komplikationen. Die Operationsindikationen bei der Hallux-valgus-Fehlstellung bestanden in schmerzhaften Ballen, Metatarsalgien, belastungs- und bewegungsabhängigen Beschwerden, Schleimbeutelreizungen, Hammerzehen- und Krallenzehenbildungen verbunden mit den individuellen Einschränkungen des Patienten. Alle Faktoren wurden im persönlichen Gespräch zwischen Operateur und Patient berücksichtigt. Dabei wurde Lebensalter, Fußform, Ausmaß der Fehlstellung, Wunsch nach früher freier Beweglichkeit und Belastbarkeit ebenso herangezogen wie die radiologischen Befunde auf Röntgenbildern, die in zwei Ebenen angefertigt wurden (dorsoplantar und lateral unter Belastung).

Es handelt sich bei den im Zeitraum vom 01.01.98 bis 31.12.99 nachuntersuchten 51 Patienten um 43 Frauen (84,3 %) und 8 Männer (15,7 %). Das Lebensalter zum Zeitpunkt der Operation betrug 13 bis 69 Jahre (Median 51 Jahre). Der Nachuntersuchungszeitraum (Abb.2.1) betrug im Minimum 2 Jahre postoperativ (mittlerer Nachuntersuchungszeitraum 35,5 Monate).

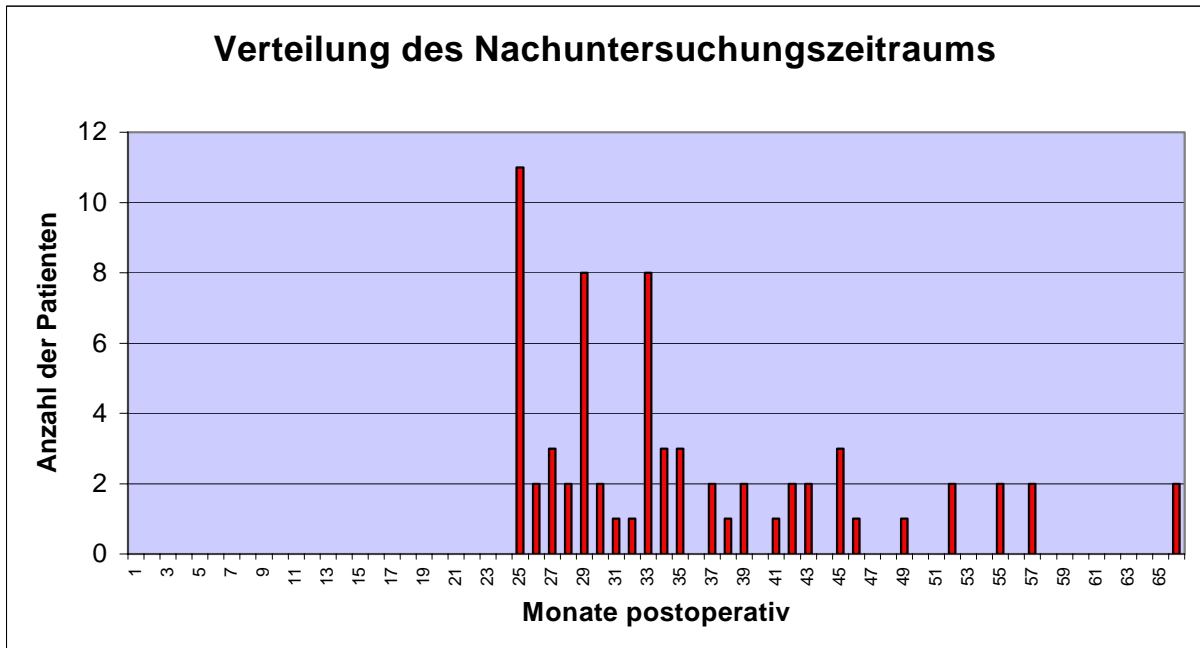


Abb. 2.1

Da 16 Patienten beidseits operiert wurden, konnten insgesamt 67 FüÙe zur klinischen und radiologischen Beurteilung herangezogen werden (31 rechte, 36 linke FüÙe). 17 Patienten klagten über präoperative Metatarsalgien, bei 9 Patienten wurde eine Begleitoperation zur Hammerzehenkorrektur durchgeführt, 3 Patienten erhielten eine Verkürzungsosteotomie des 2. Strahles (Operation nach Weil) und 2 Patienten eine Osteotomie der Grundphalanx des 1. Strahles (Operation nach Akin). 14 Patienten waren zum Zeitpunkt der Operation 60 Jahre und älter.

Alle in den Ergebnissen der Nachuntersuchung eingehende Patienten wurden von einem Operateur (Dr. med. Christian Kinast) in nachfolgend beschriebener Weise operiert.

2.1. Operationsmethode nach *Austin*

Vor Beginn der Operation werden die einzelnen den Fuß versorgenden Nerven gezielt mit Lokalanästhetikum betäubt. Diese Maßnahme dient zur Verringerung der benötigten Narkotika in der Allgemeinanästhesie und zur Prävention der Freisetzung von Schmerzbotenstoffen und spinalen Schmerzreflexen, die die postoperative Schmerzempfindung beeinflussen.

Eine 8 cm lange Hautinzision wird über den dorsomedialen Aspekt des Metatarsophalangealgelenkes gelegt. Nach Durchtrennung der Subcutis wird auf dem Retinaculum extensorum auf das erste intermetatarsale Intervall eingegangen. Nach medial hin bleibt die Haut subkutan auf dem Retinaculum extensorum mobilisiert, so daß bis auf den medio/plantaren Aspekt der Gelenkkapsel eingegangen werden kann. Im ersten intermetatarsalen Intervall wird jetzt ein kleiner Wundspreizer so plaziert, daß das Intervall zwischen I und II aufgespreizt wird.

Ein Langenbeckhaken wird distal so plaziert, daß das Ligamentum intermetatarsale superficiale eingesehen werden kann. Dieses wird scharf durchtrennt. Jetzt zeigt sich die Sehne des Adductor hallucis, die mit ihrem Pars obliquum zur lateralen Basis der Grundphalanx reicht. Mit dem Messer wird diese scharf, möglichst weit distal von der Grundphalanxbasis abpräpariert. Mit einer stumpfen Klemme wird der Adductor hallucis gefaßt und jetzt circumferent nach proximal hin mobilisiert. Hierbei wird das Pars transversum scharf von dem lateralen Sesambeinkomplex abgetrennt. Die jetzt freie Adductorensehne wird mit einem 2-0 Vicrylfaden angeschlungen. Das Ligamentum intermetatarsale profundum wird in seinen distalen Anteilen hierbei zumindest geschwächt. Durch die Aufspreizung des ersten Intermetatarsalraumes ist das Ligamentum metatarsale sesamoideum angespannt und kann ebenfalls scharf durchtrennt werden, damit eine spätere Reposition nach medial erfolgen kann. Mit dem Skalpell wird der plantare Anteil der lateralen Gelenkkapsel des Metatarsophalangealgelenkes I durchtrennt.

Der Wundspreizer wird entfernt. Die lateralen Kapselstrukturen des ersten Metatarsophalangealgelenkes müssen soweit durchtrennt und mobilisiert sein, daß eine 20-30° varische Überkorrektur möglich ist. Vermieden wird eine

komplette Durchtrennung der medialen Kapselanteile. Ein Langenbeckhaken wird auf der Medialseite eingesetzt, so daß die mediale Kapsel dargestellt wird.

Die Gelenkkapsel wird durch eine Längsinzision, die gerade über die Pseudoexostose läuft, durchtrennt. Auf Gelenkspalthöhe wird eine Durchtrennung der Gelenkkapsel in dorsoplantarer Richtung vorgenommen. Der über dem medialen Aspekt des Köpfchens liegende Kapsellappen wird nach proximal hin freipräpariert. Vermieden wird eine Durchtrennung der plantaren Gelenkkapsel, in der der Hauptanteil der das Köpfchen versorgenden Blutgefäße verläuft. Die dorsalen Kapselanteile werden bis auf den lateralen Aspekt durchtrennt, auch hier wird darauf geachtet, daß die laterale Kapselumschlagfalte nicht geschädigt wird.

Mit der Säge wird nun die Pseudoexostose in der Weise abgesägt, daß der dorsomediale Anteil der Pseudoexostose weggenommen wird, jedoch die plantare Rinne, in der das mediale Sesambein läuft, erhalten bleibt. Ein 1,1 mm messender Kirschnerdraht wird jetzt annähernd im Kopfbereich plaziert. Der mediale Eintrittsort des Drahtes wird so gewählt, daß die gewünschte Verlaufsrichtung der Verschiebeebene in die gewünschte Richtung verläuft. Das heißt für eine Osteotomie, die eine Plantarisierung des Köpfchens bei gleicher Längenposition des Metatarsaleköpfchen erzielen will, wird die Drahtrichtung senkrecht auf die Achse des Metatarsale II und in dorso/medial nach plantar/lateral zielende Richtung plaziert. Mit einer oszillierenden Säge mit 10 mm messendem Sägeblatt werden die Osteotomieschnitte jetzt so gelegt, daß diese im Winkel von 60° aufeinander stehen und die Kortikales im metaphysären Bereich des Metatarsale I außerhalb der Kapselumschlagfalte austreten. Der Zielkirschnerdraht verhindert das Durchschneiden des Sägeblattes über den Treffpunkt der beiden Osteotomieebenen hinaus. Der Kirschnerdraht wird dann entfernt und es wird bei fester Spongiosastruktur des Köpfchens mit dem Sägeblatt noch einmal die letzte stehende Knochenbrücke im Scheitelpunkt der keilförmigen Osteotomie durchbrochen. Mit einem kleinen Meißel kann jetzt das Köpfchenfragment vom Schafffragment befreit werden. Unter Zug mit einem Langenbeckhaken nach medial und Druck mit einem Meißel am Köpfchen nach lateral können die beiden Fragmente jetzt gegeneinander verschoben werden. Je nach Ausmaß der gewünschten Korrektur wird das Köpfchenfragment nach lateral verschoben. In der Regel liegt die Korrektur zwischen 5 und 10 mm. Ein 1,6 Kirschnerdraht wird jetzt von medial dorsal in den Metatarsaleschaft in der Weise eingebohrt, daß er

auf den zentralen plantaren Anteil des Köpfchens zielt. Durch manuellen Druck über die Gelenkfläche der Grundphalanx wird bei diesem Bohrvorgang eine Distraction im Osteotomiespalt verhindert. Unter Sicht wird der Kirschnerdraht soweit zurückgezogen, daß er nicht in das Gelenk hineinragt. Durch dorsales Extendieren und plantares Flektieren kann die stabile Position des Köpfchens kontrolliert werden. Der Kirschnerdraht wird dann umgebogen, so daß er dorsomedial auf dem Metatarsaleschaft zu liegen kommt (Abb. 2.2).



Abb. 2.2

Chevron-Osteotomie (Knochenmodell)

Mit der Säge wird jetzt der Überstand des Metatarsaleschaftes medial abgetragen. Weitere modellierende Glättung am dorsomedialen Aspekt des Köpfchens können vorgenommen werden. Vom medialen Kapsellappen wird jetzt je nach gewünschter Korrektur ein Kapselstreifen von wenigen Millimetern exzidiert. Mit einer Klemme wird die Schicht von Periost und Kapsel nach lateral hin durchstoßen und der an dem Vicrylfaden hängende Adductor nach medial gezogen. Mit einem 2,0 Vicrylfaden wird unter Raffung jetzt einerseits die Sehne des Adductor hallucis gefaßt und in Flaschenzugtechnik wird dieser an der medialen Kapsel vernäht, so daß es zu einer adäquaten Medialisierung des Sesambeinkomplexes kommt. Mit Vicrylfäden wird die mediale Gelenkkapsel jetzt so vernäht, daß die Grundphalanx kongruent auf dem Metatarsale-I-Köpfchen

fixiert wird. Es erfolgt dann der Verschluss der oben liegenden Längsinzision der Gelenkkapsel. Die Haut wird mit intrakutanen Nähten verschlossen.

Im Anschluß an den Hautverschluss erfolgt die selektive Anästhesie der Hautnerven mit einem langwirksamen Lokalanästhetikum (Bupivacain). Ein redressierender, nicht überkorrigierender Verband wird angelegt. Hierbei werden die Wickelungen so gelegt, daß der Verband von medial nach lateral gewickelt wird und eine Bindentour so um die Großzehe gelegt wird, daß diese nach plantar und medial redressiert, aber nicht überkorrigiert wird. Die anschließende radiologische Kontrolle mit dem Bildwandler dokumentiert die adäquate Korrektur des Metatarsale-I-Köpfchens und die Rezentrierung des Sesambeinkomplexes (Abb. 2.3 und 2.4).

Sollte sich hierbei herausstellen, daß die Grundphalanx zu weit nach lateral oder medial steht, kann durch Redression des Verbandes eine adäquate Position erzielt werden.

Im postoperativen Verlauf wird der Verband für 2 Wochen belassen. Nach Entfernung der Fäden erhalten die Patienten eine Bandage, die zumindest über Nacht die achsengerechte Stellung der Großzehe im Grundgelenk positioniert.



Abb. 2.3

Postoperative Kontrolle a.p.



Abb. 2.4

Postoperative Kontrolle seitlich

2.2. Nachbehandlung

Das Großzehengrundgelenk kann sofort bewegt werden, jedoch soll dies dosiert betrieben werden und nicht übermäßig oft. Mit einem redressierenden Verband in einem speziellen Verbandschuh (Vorfußentlastungsschuh) kann der Fuß am Operationstag schon belastet werden. Barfuß darf der Fuß nicht belastet werden. Für 2-3 Wochen muß der Fuß hochgelagert werden, am besten über Herzhöhe. Kühlende Maßnahmen wie z.B. Eisaufgaben sind vorteilhaft. 2 Wochen postoperativ kann der redressierende Verband in der Regel weggelassen werden. Nach weiteren 4-6 Wochen können weite Schuhe oder Turn-/Tennisschuhe getragen werden. Barfuß gehen ist bis einschließlich der 6. Woche postoperativ untersagt, da sonst die Gefahr der Fraktur des durchtrennten Knochens oder der Auslockerung des eingebrachten Osteosynthesematerials besteht. Gewaschen werden kann der Fuß nach Entfernung der Fäden 14 Tage postoperativ. Die evtl. angebrachten Steri-Strips können noch belassen werden.

Die Arbeitsunfähigkeit richtet sich nach der individuellen Belastung und liegt zwischen 2 Wochen (Sekretärin mit überwiegend sitzender Tätigkeit) und 8 Wochen (Verkäuferin mit überwiegend stehendem Tätigkeitsbereich).

Eine Schwellung im Bereich des Vorfußes findet sich zwischen 8 und 12 Wochen. Es kann etwa 1 Jahr dauern bis der Fuß vergleichbar mit einem normalen Fuß ist. Häufig kann man nach 12 Wochen wieder einen den Fuß beanspruchenden Sport betreiben, Radfahren deutlich früher. Autofahren ist nach ca. 6 Wochen, wenn die sichere Heilung der Osteotomie vorliegt, erlaubt.

Röntgenkontrollen sollen nach 2, 4, und 6 Wochen, nach 3 und 6 Monaten und nach 1 und 2 Jahren postoperativ erfolgen.

Im Rahmen der Nachbehandlung soll sobald als möglich mit Lymphdrainage und krankengymnastischen Übungsbehandlungen mit maximaler Dorsalextension und passiver und assistiv aktiver Beugung begonnen werden. Ferner sollen manuelle Therapien des Metatarsophalangealgelenkes mit Traktionsgleiten zum Einsatz kommen.

2.3. Klinische Untersuchung und Auswertung

Die Patienten wurden vom Operateur persönlich jeweils 2, 4 und 6 Wochen sowie 3, 6, 12, 24 Monate und länger postoperativ klinisch untersucht und nachbehandelt. Die Untersuchung bestand neben der Erhebung der genauen prä- und postoperativen Anamnese über Metatarsalgien oder Ballenschmerzen aus einer umfangreichen klinischen Nachuntersuchung mit Prüfung der Druckschmerzhaftigkeit an Ballen, Mittelfuß und Zehen, der Prüfung der passiven Beweglichkeit des Metatarsophalangealgelenkes nach der Neutral-Null-Methode (in Rückenlage mit passiver Dorsalextension/Plantarflexion) und der kosmetischen Beurteilung der Operationsnarbe. Des Weiteren wurden Rezidive von Hallux-valgus-Fehlstellungen ebenso dokumentiert wie starke Bewegungseinschränkungen und Krepitationen der Großzehe, Hornhautbildungen oder Wundheilungsstörungen. Sämtliche prä- und postoperative Befunde, sowie Angaben zu Alter des Patienten, Operationsdatum und Begleitoperationen wurden in einem vom Untersucher ausgearbeiteten Nachuntersuchungsbogen (Abb. 2.5) registriert. Zuletzt wurden die Patienten über ihre Zufriedenheit mit dem Operationsverlauf befragt und ob sie sich noch einmal operieren lassen würden. Zusätzlich zu der klinischen Untersuchung und Anamnese wurden die Patienten nach dem von der *American Foot And Ankle Society (A.O.F.A.S.)* entwickelten Score für Vorfußoperationen beurteilt (Kitaoka et al.1994). Dieser Score ist speziell geschaffen worden für die Beurteilung des ersten Metatarsale, Metatarsophalangealgelenk (MTP-Gelenk), proximale und distale Phalanx und Interphalangeales Gelenk (IP-Gelenk) bei Hallux valgus, Hallux varus, MTP-Gelenksarthrose (Hallux rigidus, Osteoarthrose, traumatische oder entzündliche Arthrosen), Hallux valgus interphalangeus, Hammer- und Krallenzehen, MTP-Arthrodesen, Cheilektomien, MTP-Arthroplastik, MTP-Resektionsarthroplastik, MTP-Instabilität oder Dislokation und sowohl intra- als auch extraartikuläre Frakturen des ersten Metatarsale oder des ersten Zehengliedes (Kitaoka et al.1994).

Abb. 2.5

<u>NACHUNTERSUCHUNGSBOGEN</u>		
Teil 1: Klinik		
Name:		Geb.-Datum:
Vorname:		Alter:
Adresse:		
Tel.:		
OP-Art:		
OP-Datum:		
Untersuchungsdatum:		
Nachuntersuchungszeitraum:		
Begleitende Deformitäten:		
Komplikationen:		
Nachbehandlung:		
ANAMNESE UND UNTERSUCHUNG:		
Schmerzen: -Metatarsalgie:	präop.	postop.
	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
-passiver Bewegungsschmerz:	1 2 3 4 5	
Beweglichkeit (Dorsalextension/Plantarflexion):		
Stellung der Großzehe: -HV-Rezidiv:		
	-Hallux interphalangeus:	
	-sonst:	
Krepitation des Großzehengrundgelenks:		
Clavusbildung:		
Kosmetische Beurteilung durch den Pat.: -Ballen		
	-Narbe	
Zufriedenheit des Pat.(Note 1-6):		
Würden Sie sich noch einmal operieren lassen ? –Ja		
	-Nein,weil	

Abb. 2.6

NACHUNTERSUCHUNGSBOGEN

Teil 2: Hallux-Metatarsophalangeal-Interphalangeal-Score der *A.O.F.A.S.*

Schmerzen (max. 40 Punkte):

Keine (40)	
Leicht, gelegentlich (30)	
Mäßig, täglich (20)	
Stark, immer (0)	

Funktion (max.45 Punkte):

1. Belastungseinschränkung

Keine Einschränkungen (10)	
Keine Einschränkungen täglicher Aktivitäten, aber eingeschränkte Freizeitaktivitäten (7)	
Einschränkungen von täglichen Aktivitäten und Freizeitaktivitäten (4)	
Starke Einschränkungen täglicher Aktivitäten und Freizeitaktivitäten (0)	

2. Schuhe

Normale Schuhe ohne Einlagen (10)	
Schuhe mit Einlagen (5)	
Spezialschuhe bzw. modifizierte Konfektionsschuhe (0)	

3. Beweglichkeit des MTP-Gelenkes (Dorsalextension/Plantarflexion)

Normal oder gering eingeschränkt (>74°) (10)	
Geringfügig eingeschränkt (30°-74°) (5-9)	
Stark eingeschränkt (<30°) (0-4)	

4. Beweglichkeit des IP-Gelenkes (Plantarflexion)

Keine Einschränkung (5)	
Starke Einschränkung (<10°) (0)	

5. MTP-IP-Stabilität (alle Richtungen)

Stabil (5)	
Dislozierbar bzw. instabil (0)	

6. Schwielen MTP-IP des Hallux

Keine/asymptomatisch (5)	
Symptomatisch (0)	

Stellung der Großzehe (max. 15 Punkte):

Gut (15)	
Zufriedenstellend, geringe bzw. leichte asymptotische Fehlstellung (8)	
Schlecht, offensichtliche symptomatische Fehlstellung (0)	

Score gesamt :

--

In diesem Hallux-Metatarsophalangeal-Interphalangeal-Score der *A.O.F.A.S.* (Abb.2.6) werden maximal 100 Punkte vergeben, die in verschiedenen Bereichen verteilt werden:

Schmerzen (40 Punkte), Einschränkungen bei Belastbarkeit, Schuhwerk und Beweglichkeit (45 Punkte), Stellung der Großzehe (15 Punkte).

Ein Score von 100 Punkten bedeutet keine Schmerzen, keine Einschränkung von Alltag- oder Freizeitaktivitäten, keine Einschränkung bei der Wahl des Schuhwerks, volle Beweglichkeit im MTP-und IP-Gelenk und gute Stellung der Großzehe.

2.4. Datenerfassung und statistische Auswertung

Die erhobenen Daten der oben beschriebenen Winkel und Klassifikationen wurden mit dem Computerprogramm Microsoft Excel 97 registriert und gespeichert. Unter Zuhilfenahme des Programms Excel und dem Statistikprogramm SPSS Version 9.0 für Windows 98 wurden die Daten statistisch ausgewertet und deskriptiv und explorativ analysiert.

2.5. Radiologische Untersuchung und Auswertung

Die Nachuntersuchung beinhaltete neben präoperativen Röntgenaufnahmen a.p. im Stehen und lateral unter Belastung auch postoperative Röntgenkontrollen (2, 4 und 6 Wochen sowie 3, 6, 12, 24 Monate und länger).

Die Röntgenuntersuchungstechniken werden in den Abb. 2.7 und Abb. 2.8 dargestellt.

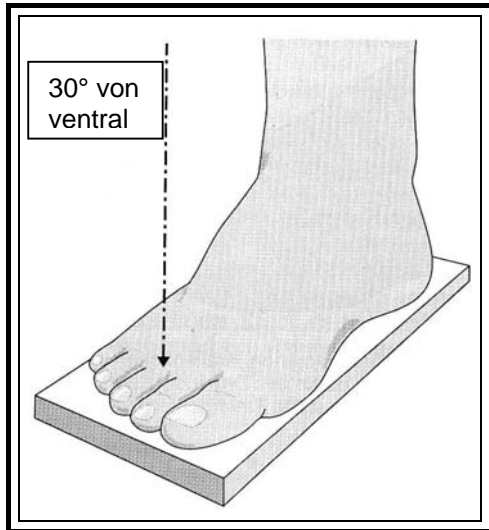


Abb. 2.7

Dorsoplantarer Strahlengang im Stehen

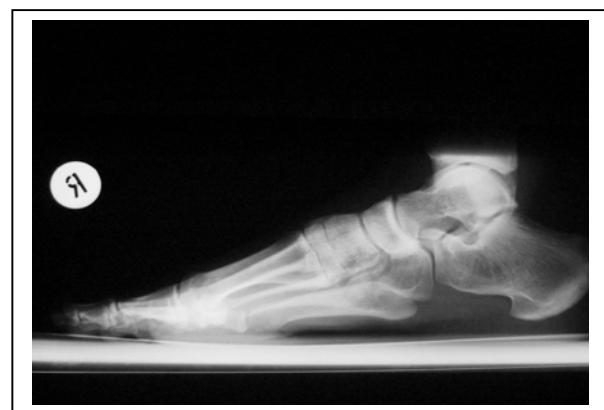
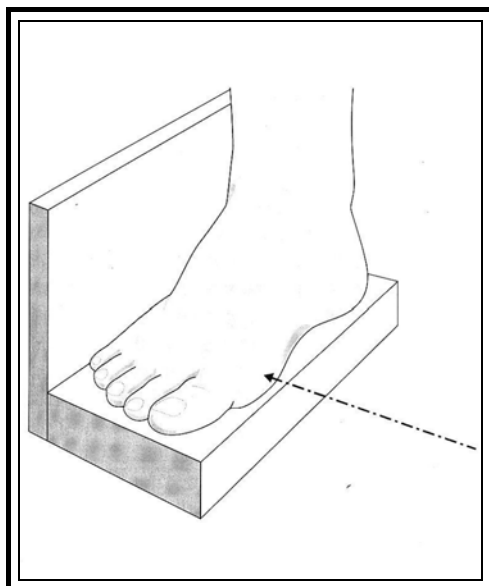


Abb. 2.8

Seitlicher Strahlengang im Stehen

Mit Hilfe eines ausgearbeiteten Bogens (Abb. 2.9) wurden die gemessenen Daten der Röntgenaufnahmen jeweils prä- und postoperativ registriert.

Abb. 2.9

NACHUNTERSUCHUNGSBOGEN

Teil 3: Radiologie

	PRÄ- OPERATIV	POST- OPERATIV
1. Intermetatarsalwinkel		
2. Hallux-valgus-Winkel		
3. Proximaler Gelenkflächenwinkel		
4. Vorfußadduktionswinkel		
5. Tibiale Sesambeinklassifikation nach <i>Hardy & Clapham</i>		
6. Laterale und mediale Sesambeinklassifikation nach <i>Appel</i>		
7. Kongruenz bzw. Inkongruenz des Metatarsophalangealgelenkes		
8. Laterale und mediale Inkongruenz im MTP-Gelenk		
9. Metatarsalindex		
10. Distanz zwischen Metatarsale I und Metatarsale II		
11. Metatarsaler Auftrittswinkel im lateralen Strahlengang im Stehen		
12. Metatarsale-I-Elevationswinkel im lateralen Strahlengang im Stehen		
13. Hallux-rigidus-Stadium		

Radiologische Ausgangsbefunde des Patientenguts werden anhand der Tab. 2.10 dargestellt.

Präoperativer radiologischer Befund	Anzahl Patienten
Intermetatarsalwinkel nach <i>Venning & Hardy (1951)</i> $\geq 15^\circ$	14
Hallux-valgus-Winkel nach <i>Venning & Hardy (1951)</i> $\geq 35^\circ$	10
Proximaler Gelenkflächenwinkel nach <i>Richardson, Graves, McCure, Boone (1993)</i> $\geq 20^\circ$	17
Vorfußadduktionswinkel nach <i>Engle, Erlick und Krems (1983)</i> $\geq 20^\circ$	14
Tibiale Sesambeinklassifikation nach <i>Hardy und Clapham (1951)</i> $\geq \text{TSP } 6$	20
Laterale und mediale Sesambeinklassifikation nach <i>Appel (1996)</i> $\geq 2/3$	13
Laterale Inkongruenz des MTP-Gelenkes: 0mm 1mm 2-3mm $\geq 4\text{mm}$	5 11 40 11
Metatarsalindex nach <i>Nilsonne (1930)</i> : Index-plus-variante Index-minus-Variante Index-plus-minus-Variante	18 33 16
Distanz zwischen Metatarsale I und Metatarsale II $\geq 15\text{mm}$	6

Tab. 2.10

Im folgenden werden die durchgeführten Messungen, die auf dorsoplantaren Belastungsaufnahmen sowohl prä- als auch postoperativ vorgenommen wurden, erläutert und erklärt.

2.5.1. Intermetatarsaler Winkel

Der Intermetatarsale Winkel (IM-Winkel) wird gebildet aus der Schafthalbierenden des Metatarsale I und der Schafthalbierenden des Metatarsale II. Der Schnittpunkt dieser beiden Geraden bildet den Scheitel des Intermetatarsale-Winkels.

Nach der Methode nach *Venning & Hardy* (1951) wird eine Linie in zwei Ebenen durch die Breite des Schaftes gezogen. Die Mittelpunkte dieser Linien werden miteinander verbunden und bilden so die Schafthalbierende des Metatarsale I. (Abb. 2.11)

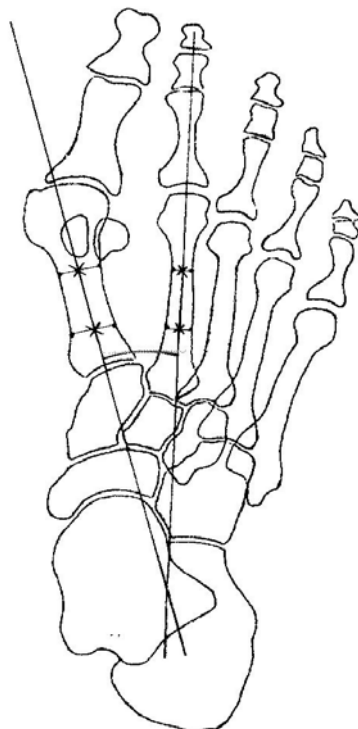


Abb. 2.11
Intermetatarsal-Winkel
nach *Venning & Hardy* (1951)

Für diese Nachuntersuchung wurde jedoch neben dieser „klassischen“ Methode auch die Methode nach *Mitchell et al.* (1958) angewandt.

Eine Linie wird durch die Mitte der Gelenkoberfläche des Metatarsale-I-Köpfchens und die Mitte der proximalen Gelenkfläche an der Basis des Metatarsale I gezogen und bildet so die Schafthalbierende des Metatarsale I (Abb. 2.12).

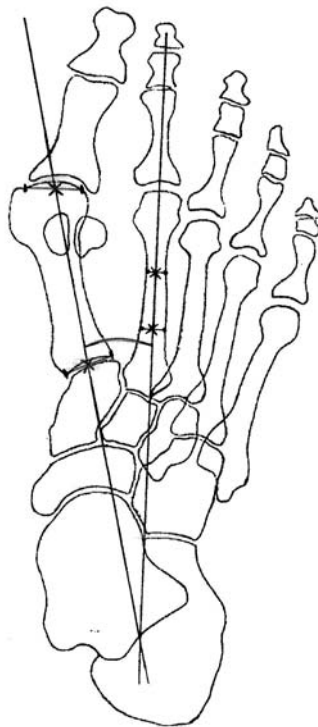


Abb. 2.12

Intermetatarsal-Winkel
nach *Mitchell et al.*(1958)

2.5.2. Hallux-valgus-Winkel

Der Hallux-valgus-Winkel (HV-Winkel) wird gebildet aus der Schafthalbierenden des Metatarsale-I-Schaftes und der Schafthalbierenden der proximalen Phalanx der Großzehe. Der Schnittpunkt dieser beiden Geraden bildet den Scheitel des Hallux-valgus-Winkels.

Durch die oben beschriebenen Varianten nach *Venning & Hardy* (1951) und *Mitchell et al.* (1958) zur Bestimmung der Schafthalbierenden des Metatarsale I ergeben sich folgende Konstruktionen zur Bestimmung des Hallux-valgus-Winkels, die anhand der Abb. 2.13 und Abb. 2.14 verdeutlicht werden sollen.

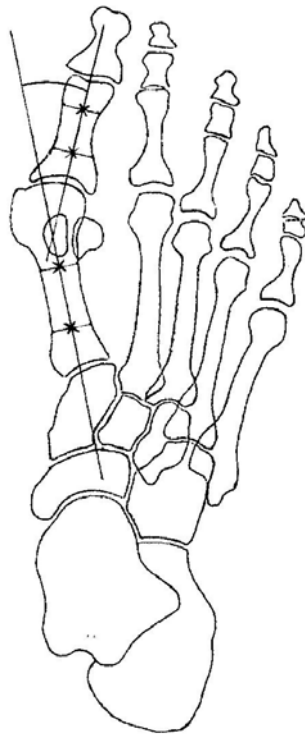


Abb. 2.13

Hallux-valgus-Winkel
nach *Venning & Hardy* (1951)

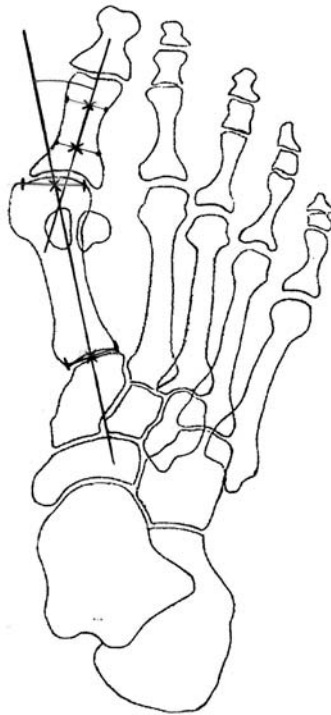


Abb. 2.14
Hallux-valgus-Winkel
nach *Mitchell et al.* (1958)

2.5.3. Proximaler Gelenkflächenwinkel

Der proximale Gelenkflächenwinkel (engl. PASA, Proximal Articular Surface Angle) nach *Richardson, Graves, McCure und Boone* (1993) wird bestimmt zwischen der Gelenkflächenlage und der Senkrechten zur Schaftachse des Metatarsale I. Der Schnittpunkt zwischen der Senkrechten zur Schaftachse und der Verbindungslinie der Gelenkflächenenden bildet den Scheitel des proximalen Gelenkflächenwinkels .

In Abb. 2.15 wird die Konstruktion zur Bestimmung des proximalen Gelenkflächenwinkels dargestellt.

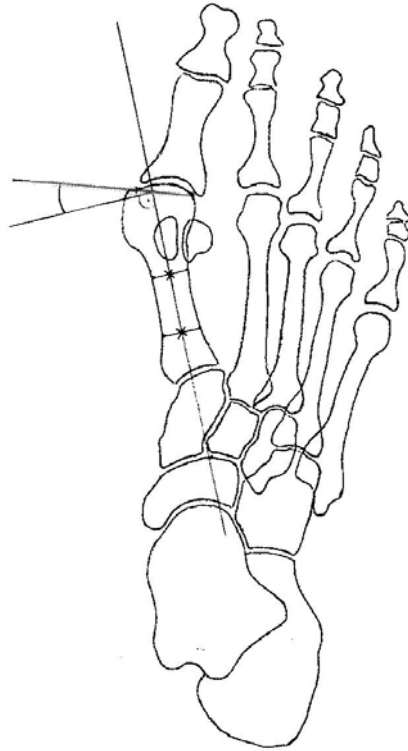


Abb. 2.15

Proximaler Gelenkflächenwinkel

nach *Richardson, Graves, McCure und Boone* (1993)

2.5.4. Vorfußadduktionswinkel

Der Vorfußadduktionswinkel (Metatarsus-adductus-Winkel) stellt die Beziehung des Metatarsale II zur Fußwurzel dar. (Engle, Erlick und Krems 1983)

Er wird konstruiert, indem man an den lateralen und medialen Fußwurzelknochen jeweils folgende Hilfsgeraden zieht: der mediale Rand des ersten metatarsocuneiformen Gelenkspaltes wird mit dem medialen Rand des talonavicularen Gelenkspaltes und der laterale Rand des fünften metatarsocuboiden Gelenkspaltes wird mit dem lateralen Rand des calcaneocuboiden Gelenkspaltes verbunden. Von der Mitte dieser beiden Geraden wird eine Verbindungslinie von medial nach lateral geschaffen. Dies ist die Halbierende der Fußwurzel. Zudem wird die Schafthalbierende des

Metatarsale II bestimmt. Am Schnittpunkt der Metatarsale-II-Schafthalbierenden mit der Fußwurzelhalbierenden wird ein Lot auf die Fußwurzelhalbierende gefällt. Zwischen dem Lot und der Schafthalbierenden des Metatarsale II wird der Vorfußadduktionswinkel gemessen.

Er wird folgendermaßen, wie in Abb. 2.16 dargestellt, konstruiert :

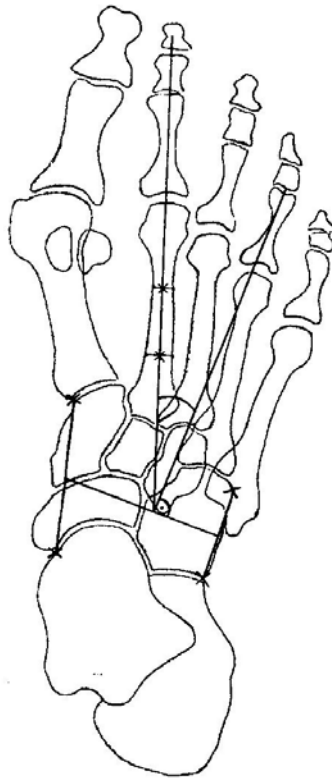


Abb. 2.16

Vorfußadduktionswinkel

nach *Engle, Erlick und Krems* (1983)

2.5.5. Position des tibialen Sesambeines

Nach *Hardy & Clapham* (1951) wird die Lage des tibialen bzw. medialen Sesambeines gegenüber der Schafthalbierenden des Metatarsale-I-Schaftes bestimmt. Die Position des tibialen Sesambeines (TSP) wird von TSP 1 bis TSP 7 von medial nach lateral klassifiziert :

Tibiale Sesambeinposition, TSP (Abb. 2.17)

TSP 1 : das Sesambein liegt deutlich medial der Schafthalbierenden

TSP 2 : das Sesambein berührt die Schafthalbierende lateral

TSP 3 : das Sesambein überlappt die Schafthalbierende lateral

TSP 4 : das Sesambein überlappt die Schafthalbierende um die Hälfte

TSP 5 : das Sesambein überlappt die Schafthalbierende medial

TSP 6 : das Sesambein berührt die Schafthalbierende medial

TSP 7 : das Sesambein liegt deutlich lateral der Schafthalbierenden

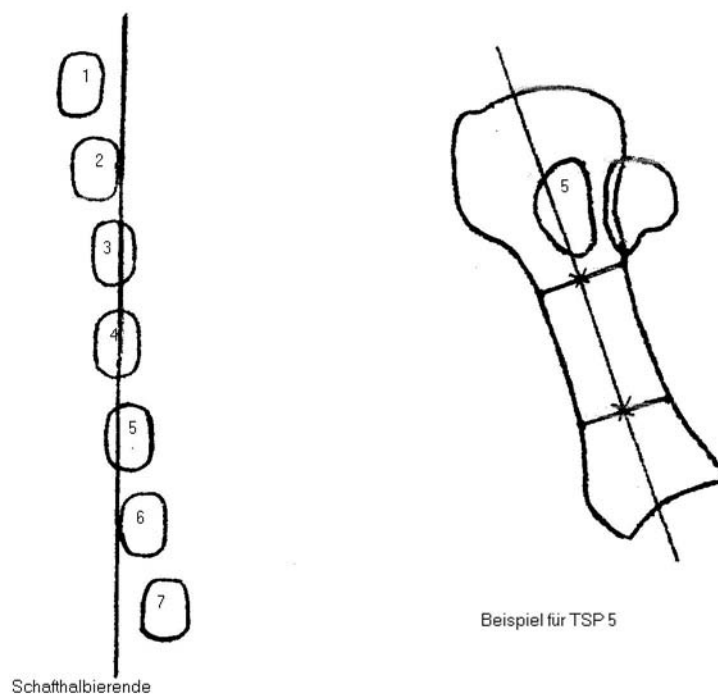


Abb. 2.17

Tibiale Sesambeinklassifikation
nach *Hardy & Clapham* (1951)

2.5.6. Lage der Sesambeine nach *Appel*

Nach *Appel* (Wetzel, Appel, Hess, Schwarzkopf und Puhl 1996) wird die Medialisierung des ersten Mittelfußköpfchens aus dem Komplex der Sesambeine in 7 Kategorien eingeteilt :

0/0 , 1/0 , 1/1 , 2/1 , 2/2 , 2/3 , 3/3

Die erste Ziffer bezieht sich auf die Position des lateralen, die zweite auf die des medialen Sesambeines.

Die Einteilung nach *Appel* soll in der Abb. 2.18 verdeutlicht werden.

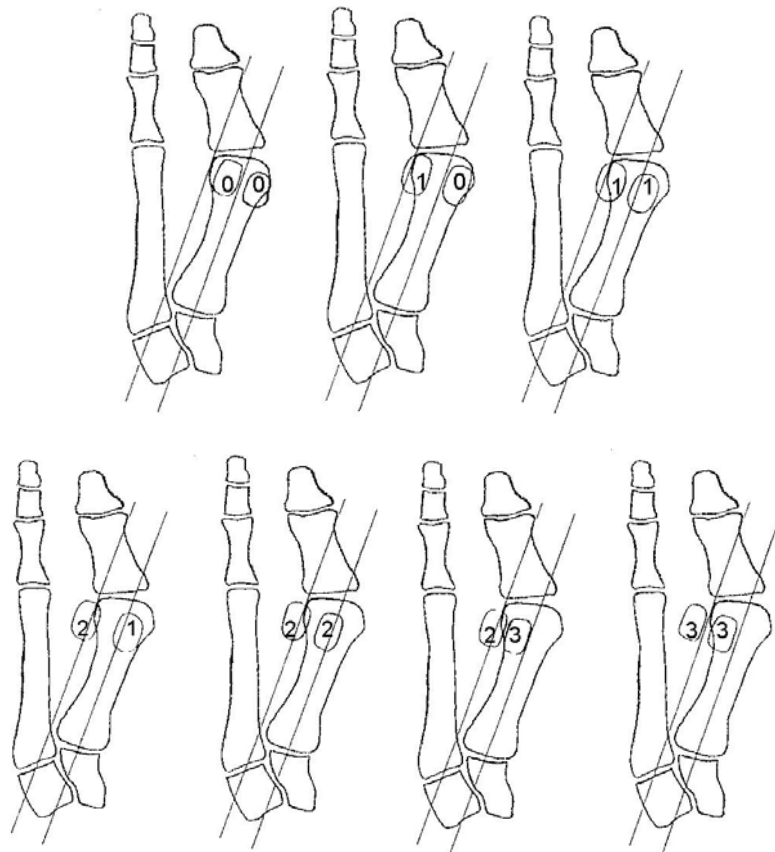


Abb. 2.18

Laterale und mediale Sesambeinklassifikation
nach *Appel* (Wetzel, Appel, Hess, Schwarzkopf und Puhl 1996)

Als Bezugslinie für das mediale Sesambein dient die konstruierte Schafthalbierende nach *Miller* (1974), indem man eine Linie durch das Köpfchenzentrum des Metatarsale I und das Zentrum seiner Basis zieht. Eine weitere Linie parallel dazu, tangential an die Begrenzung der lateralen Seite des Metatarsaleköpfchens gelegt, stellt die Bezugslinie für das laterale Sesambein dar. Eine regelrechte Lage der Sesambeine wird mit 0/0 bezeichnet. Übertagt das laterale Sesambein seine Bezugslinie um weniger als die Hälfte seiner Breite, so liegt die Klassifikation 1/0 vor, und übertagt zusätzlich das mediale Sesambein seine Bezugslinie um weniger als die Hälfte seiner Breite, so wird die Position als 1/1 bezeichnet. Übertagen laterales bzw. laterales und mediales Sesambein ihre Bezugslinien um mehr als die Hälfte ihrer Breite, so liegt die Position 2/1 bzw. 2/2 vor. Die Klasse 3/3 bezeichnet die Lage der Sesambeine in ihrer ganzen Breite jenseits ihrer Bezugslinien. Die Klassen 2/3 und 3/3 zeigen somit eine Subluxation des ersten Mittelfußköpfchens aus dem Sesambeinkomplex nach medial. (Wetzel, Appel, Hess, Schwarzkopf und Puhl 1996).

2.5.7. Kongruenz bzw. Inkongruenz des Metatarsophalangealgelenkes

Die Beurteilung der Kongruenz bzw. Inkongruenz (Piggott 1960) wird ermittelt, indem man die Enden der Gelenkflächen jeweils miteinander verbindet und somit zwei Linien erhält, die im günstigsten Fall bei einem kongruenten Gelenk parallel zueinander stehen (Abb. 2.19.1). Bei einem inkongruenten Gelenk kreuzen sich die Linien außerhalb des Gelenkes (Abb. 2.19.2), bei einem subluxierten Gelenk kreuzen sich die Linien innerhalb des Gelenkes (Abb. 2.19.3).

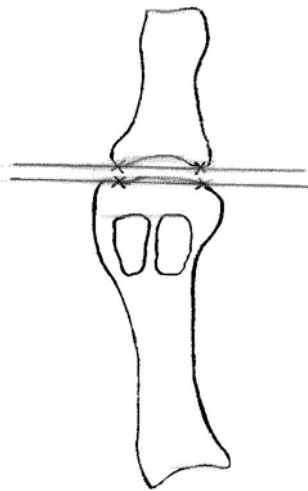


Abb. 2.19.1
Kongruentes Gelenk

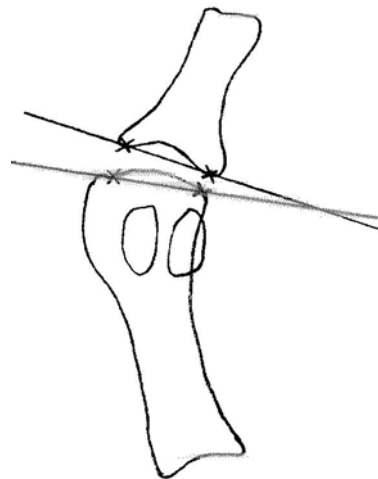


Abb. 2.19.2
Inkongruentes Gelenk
nach Piggott (1960)

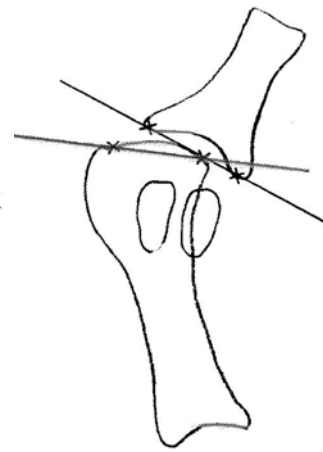


Abb. 2.19.3
Subluxiertes Gelenk

2.5.8. Laterale und mediale Inkongruenz im Metatarsophalangealgelenk

Es wurde die Verschiebung der Grundphalanx der Großzehe im Metatarsophalangealgelenk nach lateral bzw. nach medial gemessen.

Als Bezugspunkte wurden die Randpunkte der jeweils übereinander stehenden Gelenkflächen genommen und der Abstand in Millimeter gemessen. Bei Lateralisierung wurde ein positives Vorzeichen (+) verwendet, bei Medialisierung ein negatives (-).

Diese Meßmethode wurde vom Untersucher entwickelt und angewandt, um bei Inkongruenz des Metatarsophalangealgelenkes das Ausmaß dieser Fehlstellung besser beurteilen und beschreiben zu können.

In den Abb. 2.20.1 und 2.20.2 wird das Vorgehen für diese Messung gezeigt, welches in der Literatur noch nicht beschrieben wird.

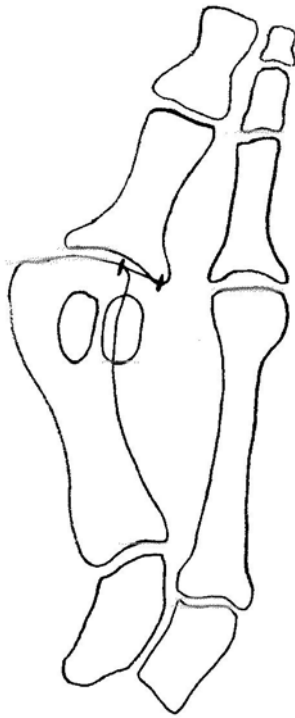


Abb. 2.20.1
Laterale Inkongruenz

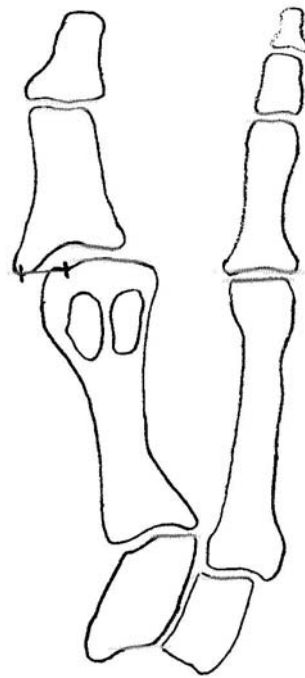


Abb. 2.20.2
Mediale Inkongruenz

2.5.9. Metatarsalindex

Durch den Metatarsalindex wird das Längenverhältnis von Metatarsale I und Metatarsale II bestimmt (Nilsonne 1930).

Mittels einer Linie, die an der Gelenkfläche des Metatarsale-II-Köpfchens senkrecht zur Schaftachse gezogen wird, kann man messen, ob das Metatarsale I länger oder kürzer als das Metatarsale II ist. (Abb. 2.21.1)

Befindet sich der erste Mittelfußknochen oberhalb dieser Linie spricht man von einer Index-plus-Variante (Abb. 2.21.2), ist er kürzer von einer Index-minus-Variante (Abb.2.21.3). Sind beide Metatarsalia gleich lang, spricht man von einer Index-plus-minus-Variante (Abb. 2.21.4).

(Lelièvre 1967, Nilsonne 1930, Viladot 1993)

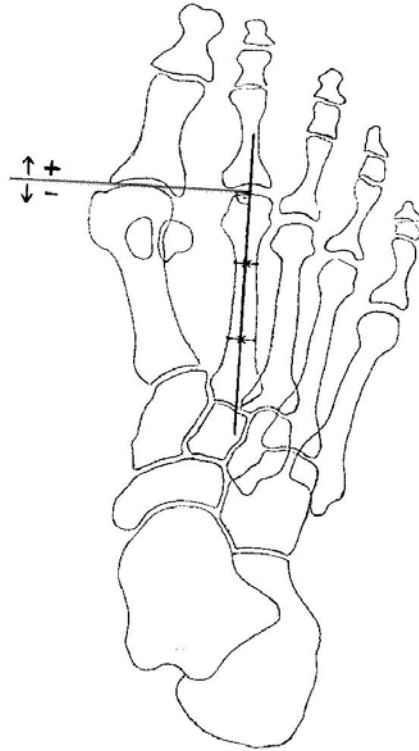


Abb. 2.21.1
Metatarsalindex
nach Nilsonne (1930)

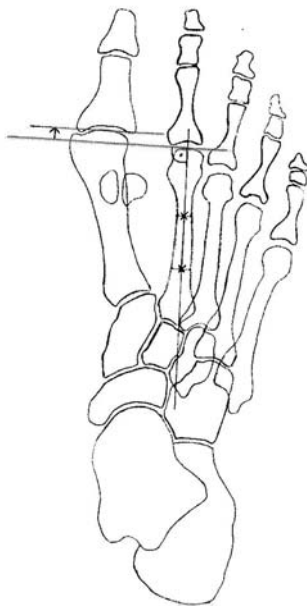


Abb. 2.21.2
Index-plus-Variante

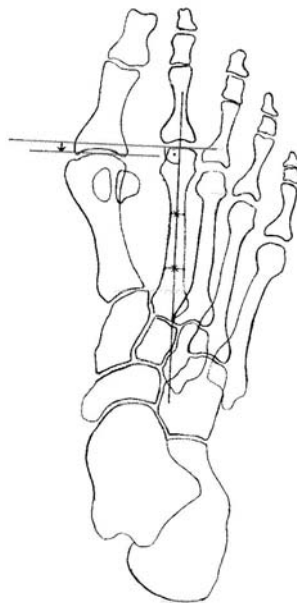


Abb. 2.21.3
Index-minus-Variante

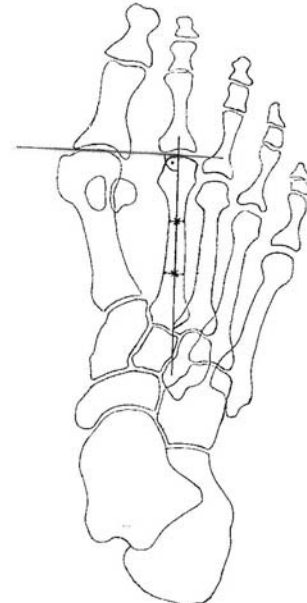


Abb. 2.21.4
Index-plus-minus-Variante

Bei den Bestimmungen zum Metatarsalindex wurde auch gemessen, wieviele Millimeter das Metatarsale I jeweils länger (Abb. 2.21.2) oder kürzer (Abb. 2.21.3) als das Metatarsale II ist.

2.5.10. Distanz zwischen Metatarsale I und Metatarsale II

Zwischen Metatarsale I und Metatarsale II wurde der Abstand in Millimeter gemessen, und zwar zwischen der lateralen Begrenzung des Metatarsale-I-Köpfchens und der medialen Begrenzung des Metatarsale-II-Köpfchens. (Abb. 2.22) Diese Meßmethode wurde vom Untersucher entwickelt und ist in der Literatur noch nicht beschrieben.

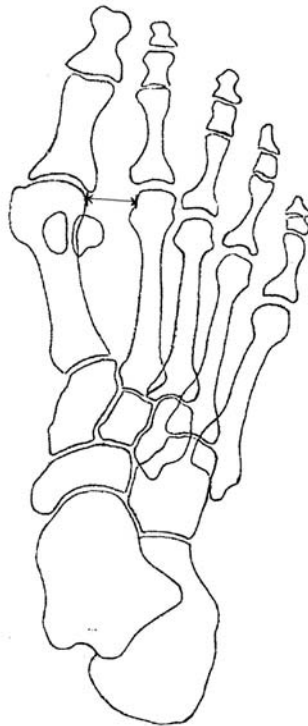


Abb. 2.22

Distanz zwischen Metatarsale I und Metatarsale II

Für folgende Bestimmungen wurden Aufnahmen mit lateralem Strahlengang unter Belastung zu Hilfe genommen. Der Oberrand des Metatarsale I, das Metatarsophalangealgelenk und auch das Metatarsale II lassen sich in diesen Röntgenaufnahmen darstellen. Es wurden folgende Messungen (siehe Abschnitt 2.5.11 und 2.5.12) durchgeführt :

2.5.11. Metatarsaler Auftrittswinkel

Der Auftrittswinkel des Metatarsale I wird gebildet aus der Schafthalbierenden des Metatarsale I (eine Linie durch die Mitte der proximalen und distalen Gelenkfläche des Metatarsale I) und der Auftrittfläche, d.h. einer ebenen Unterlage (Abb. 2.23).

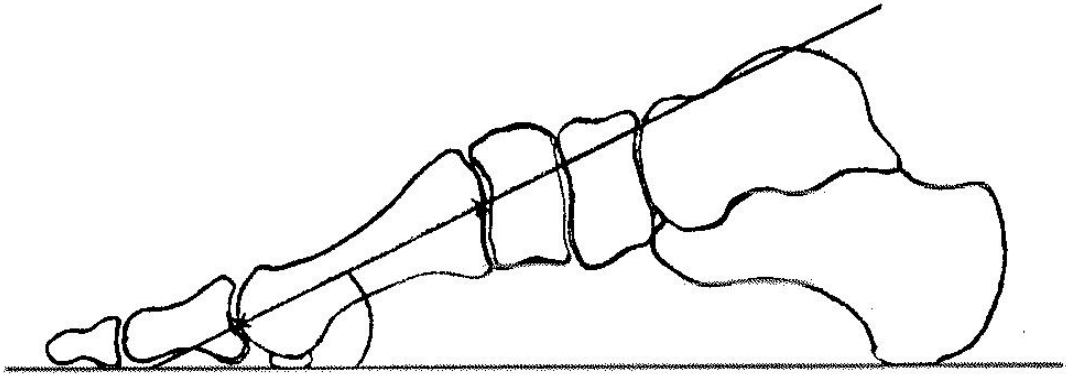


Abb. 2.23
Metatarsaler Auftrittswinkel
nach *Viladot* (1974)

2.5.12. Seitlicher intermetatarsaler Winkel I/II (Metatarsale-I-Elevationswinkel)

Der seitliche intermetatarsale Winkel zwischen Metatarsale I und Metatarsale II wird herangezogen, um eine Elevation des Metatarsale-I-Köpfchens postoperativ im Vergleich zum präoperativen Befund feststellen zu können. Er wird gebildet aus der Linie der dorsalen Kortikalis zwischen Basis und Köpfchen des Metatarsale I und der Linie der dorsalen Kortikalis zwischen Basis und Köpfchen des Metatarsale II, da die Schafthalbierenden der Metatarsaleknochen durch die Überlagerungen im Röntgenbild schwierig zu bestimmen sind.

In Abb. 2.24 wird die Konstruktion des Winkels, der in der Literatur noch nicht beschrieben wird, dargestellt.

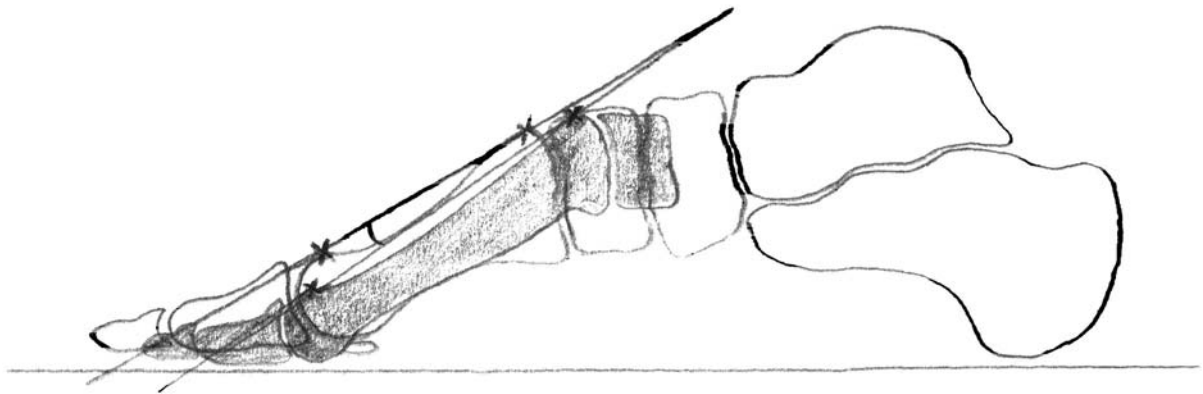


Abb. 2.24

Seitlicher intermetatarsaler Winkel I/II (Metatarsale-I-Elevationswinkel)

2.5.13. Hallux-rigidus-Stadium (Arthrose im Großzehengrundgelenk)

Unter Berücksichtigung der Untersuchungsbefunde des Patienten wurde auf den postoperativen dorsoplantaren und lateralen Röntgenaufnahmen beurteilt, ob sich im Metatarsophalangealgelenk Zeichen einer Arthrosebildung erkennen lassen. In nachfolgender Tab. 2.25 ist die Klassifikation für den sog. Hallux rigidus dargestellt.

Tab. 2.25

Klassifikation des Hallux rigidus*

Grad I	<p>Stadium der Funktionseinschränkung Hallux equinus/flexus, plantare Subluxation der Grundphalanx Metatarsus primus elevatus Im entlasteten Zustand kann Dorsalflexion normal sein, durch Belastung kommt es zur Elevation des Metatarsale I mit nachfolgender Bewegungseinschränkung Fehlender röntgenologischer Nachweis degenerativer Gelenkveränderungen Hyperextension des Großzehengrundgelenkes Pronationstendenz des Fußes</p>
Grad II	<p>Stadium der Adaptation- Die Entwicklung proliferativer und destruktiver Gelenkveränderungen; Abflachung des Metatarsale I-Kopfes Osteochondrale Defekte oder Läsionen mit Knorpelerosionen Schmerzen bei endgradiger Bewegung Passive Bewegungseinschränkung Kleine dorsale Exostose Subchondrale Hyperostose Periartikuläre Osteophyten an der Grundphalanxbasis und am Metatarsale I-Kopf</p>
Grad III	<p>Stadium des Gelenkverschleißes / Arthritis und Vollbild der Arthrose Schwere Abflachung des Metatarsale I-Kopfes Vorwiegend dorsale Osteophyten Asymmetrische Gelenkspaltverschmälerung Degeneration des Gelenkknorpels mit Erosionen Krepitationen; subchondrale Zysten Schmerzhafte Bewegung im gesamten Bewegungsablauf Begleitende Arthritis</p>
Grad IV	<p>Stadium der Ankylose Aufhebung des Gelenkspaltes mit weitgehendem Verlust des Gelenkknorpels Deutliche Ausbildung von Osteophyten mit freien Gelenkkörpern Bewegungsumfang von unter 10° Deformität oder Fehlstellung Mögliche komplette Ankylose</p>

*Modifizierte Einteilung auf der Grundlage der Klassifikation von Drago, Oloff und Jacobs aus dem Jahre 1984, J Foot Surg und Regnaud 1985, The Foot, Springer-Verlag

aus: Marcinko DE (1994)

3. ERGEBNISSE

3.1. Klinische Ergebnisse

3.1.1. Schmerzen

Die Beurteilung der 67 operierten Füße unter Zuhilfenahme des Hallux-Metatarsophalangeal-Interphalangeal-100 Punkte-Scores der *A.O.F.A.S.* (Kitaoka et al. 1994) ergab in 45 Fällen (67,2%) keine Schmerzen, in 18 Fällen (26,9%) leichte, gelegentliche Schmerzen und in 4 Fällen (5,9%) noch mäßige und tägliche Schmerzen postoperativ.

4 Patienten gaben „starke Schmerzen“ an (<20 Punkte in der Rubrik „Schmerzen“ im Score der *A.O.F.A.S.*). Die Gründe hierfür waren jeweils eine Großzehe mit Streckdefizit (fehlende Dorsalextension), eine Varusstellung der Großzehe, ein Hallux-valgus-Rezidiv und ein M. Sudeck.

Von Transfermetatarsalgien vom ersten auf den zweiten Strahl nach postoperativer Verkürzung des ersten Strahls kann nicht berichtet werden. In 14 Fällen bestanden Metatarsalgien präoperativ am 2. Strahl, die postoperativ in 10 Fällen beseitigt wurden.

3.1.2. Belastungsfähigkeit

In 54 Fällen (80,6%) kam es postoperativ zu keinerlei Belastungs-einschränkungen bei täglichen Aktivitäten, in Beruf oder Freizeit. In 10 Fällen (14,9%) kam es zu keinen Einschränkungen in Beruf und bei täglichen Aktivitäten, aber zu Einschränkungen bei Freizeitbetätigungen wie z.B. Sport. In 3 Fällen (4,5%) kam es zu Einschränkungen bei täglichen Aktivitäten und Freizeitaktivitäten.

3.1.3. Schuhwerk

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte bei 31 Füßen (46,2%) normales Schuhwerk ohne Einlagen getragen werden, 18 Füße (26,9%) benötigten etwas weitere Schuhe, 16 Füße (23,9%) brauchten Schuhe mit Einlagen und bei 2 Füßen (2,9%) waren Spezialschuhe erforderlich.

3.1.4. Beweglichkeit

Die passive Beweglichkeit im Großzehengrundgelenk betrug postoperativ im Mittel bei Dorsalextension 50° (Bereich 10° bis 70°) und bei Plantarflexion 18° (Bereich 0° bis 50°). Der gesamte passive Bewegungsumfang im Metatarso-phalangealgelenk betrug somit durchschnittlich 68° (Bereich 10° bis 120°).

Bei 7 Füßen war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine schlechte Beweglichkeit im MTP-Gelenk zu verzeichnen (<40° Gesamtbeweglichkeit von Dorsalextension und Plantarflexion). Bei diesen Patienten waren als Ursache der Beweglichkeitseinschränkung eine nach dorsal flektierte Großzehe, Hallux-valgus-Rezidive, eine Varusstellung der Großzehe und eine fortgeschrittene Arthrosebildung zu finden.

Die Beweglichkeit im Interphalangealgelenk des ersten Strahles war in 2 Fällen eingeschränkt (<10°).

3.1.5. Stellung der Großzehe

57 Füße (85,1%) hatten postoperativ eine gute Stellung des Großzeh, 7 Füße (10,4%) hatten eine zufriedenstellende, geringe bzw. leichte asymptotische Fehlstellung. Bei 3 Füßen (4,5%) muß von einer schlechten, offensichtlich symptomatischen Fehlstellung gesprochen werden.

3.1.6. Gesamtergebnis im 100 Punkte-Score der A.O.F.A.S.

Die durchschnittliche Punktzahl im 100 Punkte-Score der A.O.F.A.S. (Kitaoka et al. 1994) war 89 Punkte. 46 Füße (68,7%) erreichten Werte über 90, 14 Füße (20,9%) erreichten Werte zwischen 80 und 89, 2 Füße (2,9%) erreichten jeweils Werte zwischen 70 und 79 bzw. zwischen 60 und 69. Bei 3 Füßen (4,5%) wurden nur Werte zwischen 30 und 39 erreicht (Abb. 3.1).

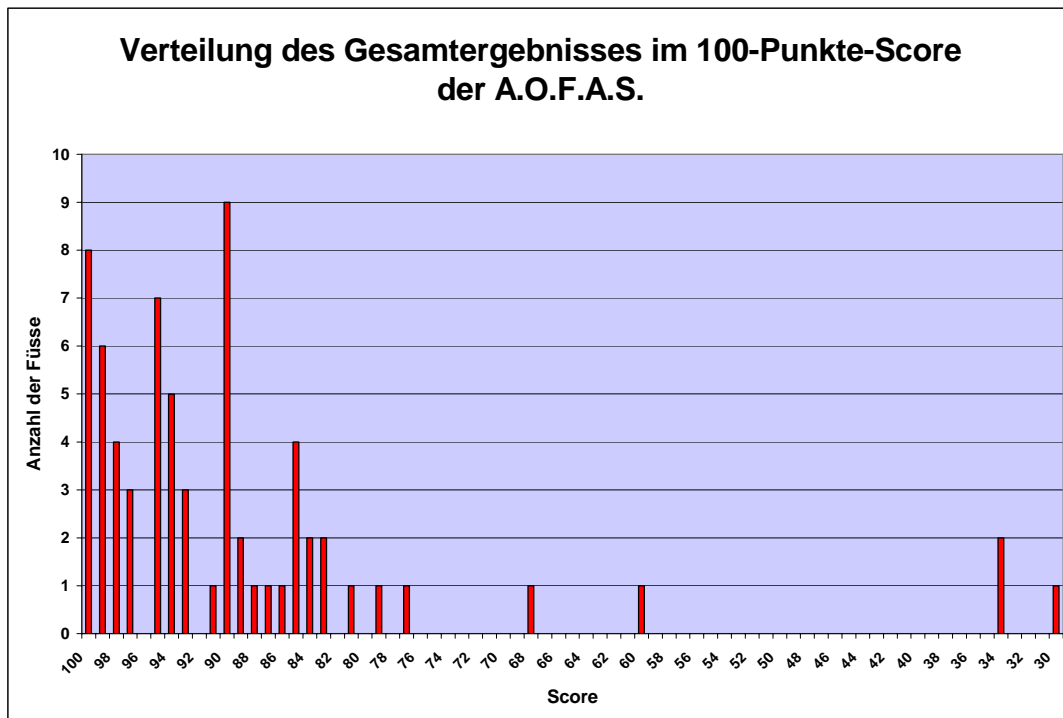


Abb. 3.1

3.1.7. Kosmetik

Die kosmetische Beurteilung des Ballens war in 17 Fällen (25,4%) als sehr gut, in 46 Fällen (68,7%) als gut, in 2 Fällen (2,9%) als befriedigend und in 2 Fällen (2,9%) als ausreichend zu bezeichnen (Abb. 3.2).

Die Narbenverhältnisse (Abb. 3.3) waren bei 18 Füßen (26,9%) sehr gut, bei 42 Füßen (62,7%) gut und bei 7 Füßen (10,4%) zufriedenstellend (Keloidbildung, Hypertrophie) .

Insgesamt würden sich 92 % des Patientenguts noch einmal einer Operation nach der Austin-Methode unterziehen, wohingegen 8% diese Frage verneinten.

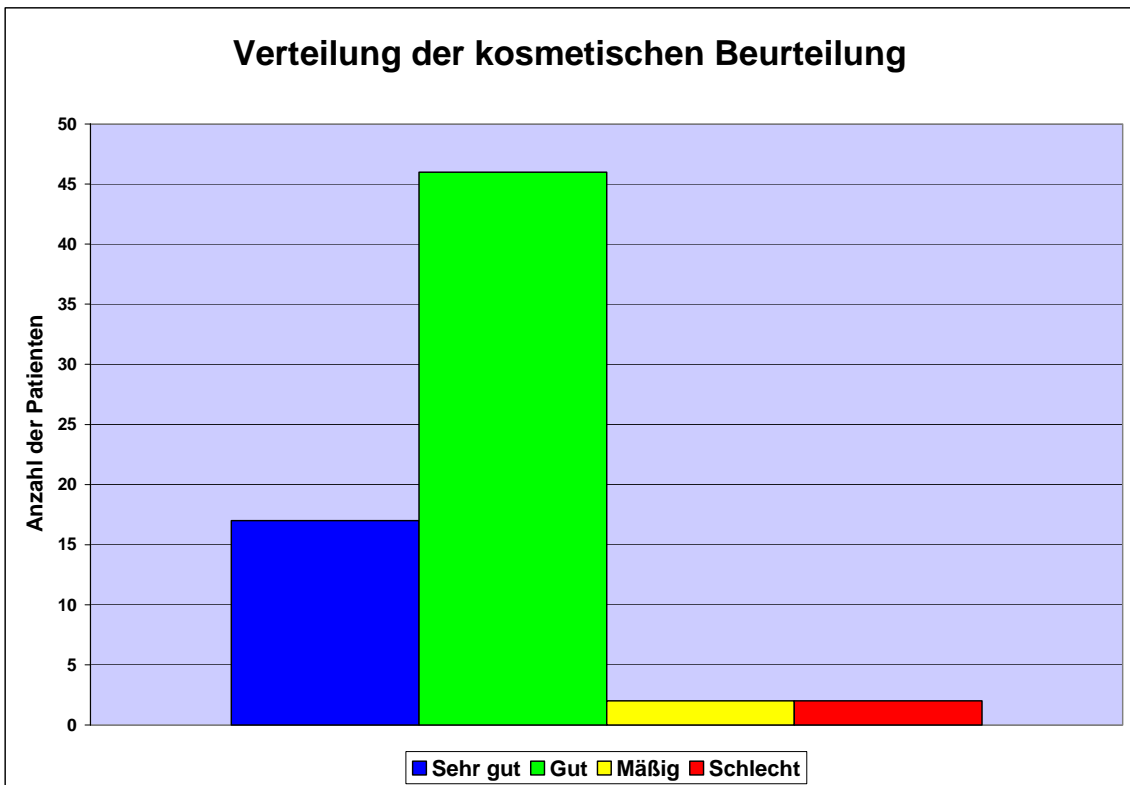


Abb. 3.2

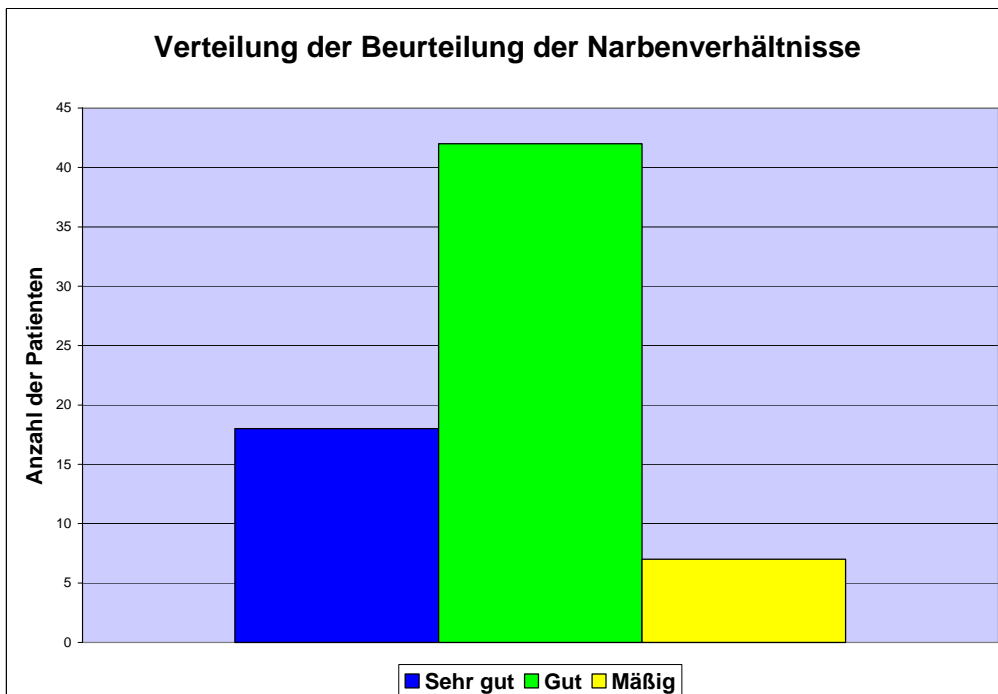


Abb. 3.3

3.2. Radiologische Ergebnisse

3.2.1. Intermetatarsalwinkel

Bei der präoperativen Planung wurde der „klassische“ Intermetatarsalwinkel nach *Venning & Hardy* (1951) gemessen, da sich die Indikationsstellung zur Korrektur des Hallux valgus in der Fachliteratur auf diese Art der Winkelbestimmung bezieht. Hier kamen wir auf einen präoperativen Intermetatarsalwinkel von $12,1^\circ$ (Bereich 6° - 18°). Der durchschnittliche präoperative Intermetatarsalwinkel (Methode nach *Mitchell et al.* 1958) betrug 9° (Bereich 4° - 16°). Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug der Intermetatarsalwinkel $5,5^\circ$ (Bereich 1° - 14°), wobei eine durchschnittliche Korrektur von $3,5^\circ$ (Bereich -3° - 10°) stattfand.

Die Verteilung der präoperativen Ausgangswerte des Intermetatarsalwinkels nach *Venning & Hardy* (1951) ist in Abb. 3.4 dargestellt.

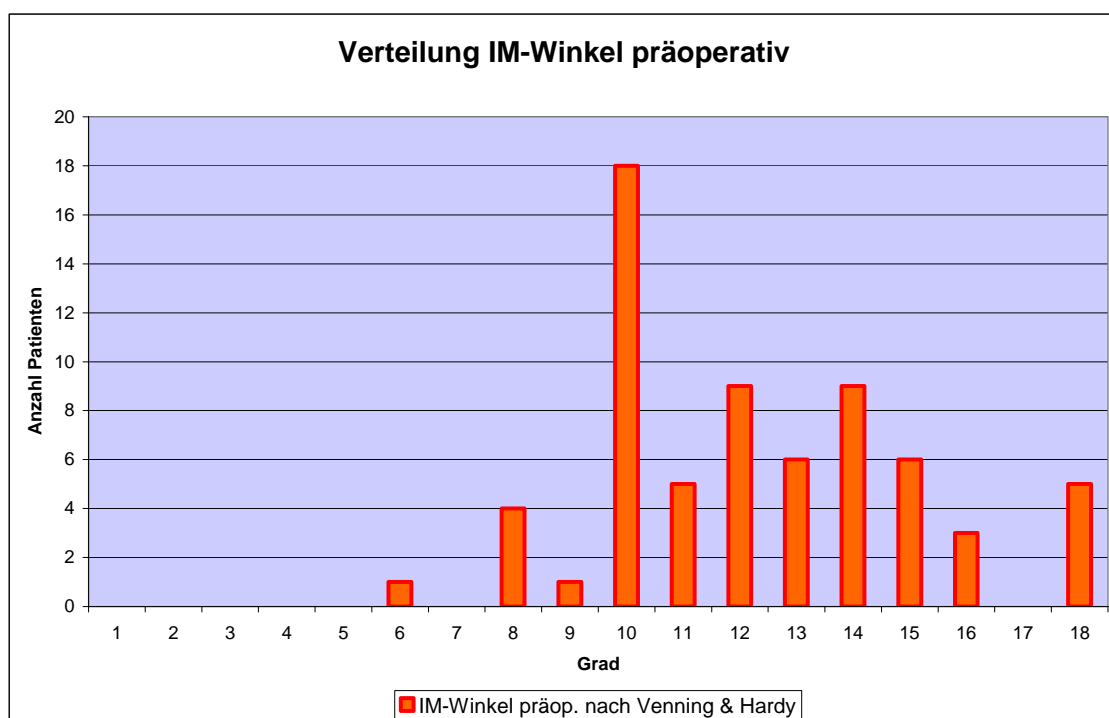


Abb. 3.4

Die präoperativen Ausgangswerte der beiden unterschiedlichen Meßmethoden und die postoperativen Ergebnisse sind in Abb. 3.5 grafisch dargestellt.

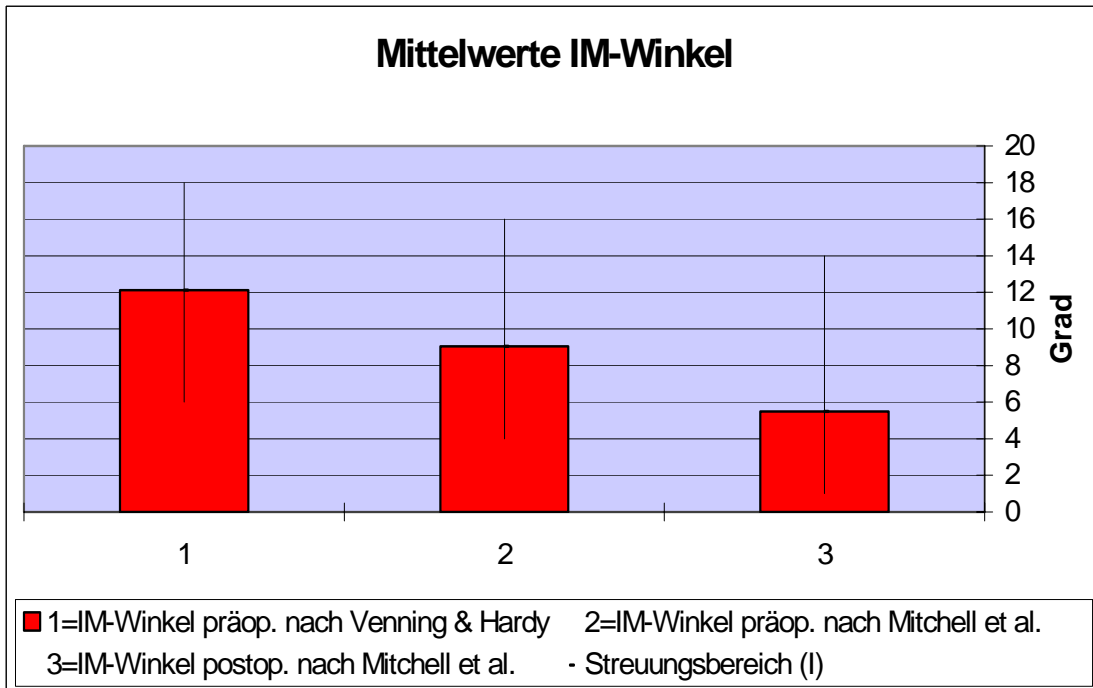


Abb. 3.5

Eine Übersicht der jeweiligen Änderung bzw. Verbesserung des Intermetatarsalwinkels nach *Mitchell et al.* (1958) im Vergleich von prä- zu postoperativen Röntgenbefunden gibt die Abb. 3.6.

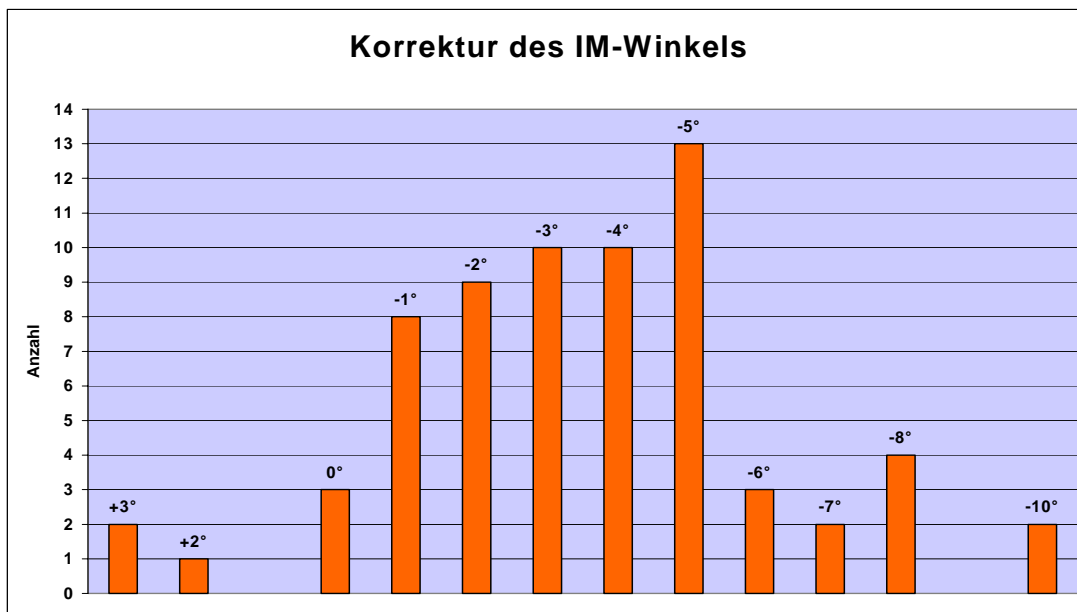


Abb. 3.6

Der Abb. 3.6 ist zu entnehmen, daß von 67 Füßen, die im Durchschnitt eine Korrektur des IM-Winkels von $3,5^\circ$ erfahren hatten, bei 20 Füßen eine Verkleinerung des Intermetatarsal-Winkels um 3° bis 4° vorlag. Bei 16 Füßen hat sich der IM-Winkel um 5° bis 6° verkleinert. Bei 8 Füßen wurde der IM-Winkel um mehr als 7° verkleinert.

Bei 17 Füßen wurde der IM-Winkel nur um 1° bis 2° verkleinert, bei 3 Füßen war keine Veränderung meßbar, bei einem Fuß vergrößerte sich der IM-Winkel um 2° und bei 2 weiteren Füßen kam es zu einer Vergrößerung des IM-Winkels um 3° .

23 Metatarsaleköpfchen von 67 Füßen sind demnach zwar verschoben worden, aber ohne meßbaren Erfolg, d.h. Rezidive des Intermetatarsalwinkels in 34,3 % der Fälle. Von diesen 23 Füßen hatten alle einen präoperativen Intermetatarsalwinkel von $\leq 12^\circ$ nach *Mitchell et al.* (19 Füße hatten einen präoperativen Intermetatarsalwinkel von $< 15^\circ$ gemessen mit der Methode nach *Venning & Hardy*, 2 Füße hatten einen IM-Winkel von 15° , zwei von 18°).

14 Füße, die präoperativ einen Intermetatarsalwinkel nach *Venning & Hardy* von $\geq 15^\circ$ aufwiesen (Tab. 3.4), hatten außer in einem Fall zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (im Mittel 34,9 Monate) einen Intermetatarsalwinkel nach *Mitchell et al.* von $\leq 10^\circ$ (Durchschnitt $6,5^\circ$, Bereich 3° bis 10°). Eine Patientin hatte einen Intermetatarsalwinkel postoperativ von 14° . Alle 14 Füße hatten einen durchschnittlichen Gesamt-Score der A.O.F.A.S. von 95,4 (Bereich 89 bis 100). In 3 Fällen war postoperativ ein Hallux-valgus-Winkel nach *Mitchell et al.* von $\geq 15^\circ$ zu beobachten, 2 Füße zeigten eine Varusstellung im MTP-Gelenk mit Schmerzangabe.

3.2.2. Hallux-valgus-Winkel

Der präoperative Hallux-valgus-Winkel wurde mit der Methode nach *Venning & Hardy* (1951) bestimmt, da diese Methode der Winkelbestimmung in der orthopädisch-chirurgischen Fachliteratur als die „klassische“ Methode bezeichnet wird. Hier wurde ein präoperativer Winkel von 27,9° (Bereich 13°-44°) ausgemessen. Die Verteilung der präoperativen Ausgangswerte des Hallux-valgus-Winkels nach *Venning & Hardy* werden in Abb. 3.7 dargestellt.

Der durchschnittliche präoperative Hallux-valgus-Winkel (Methode nach *Mitchell et al.* 1958) betrug 24,3° (Bereich 8°-38°) und der durchschnittliche postoperative Hallux-valgus-Winkel war 9,2° (Bereich 0°-22°) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Folglich lag eine durchschnittliche Korrektur von 15,1° (Bereich 0°-32°) vor.

Die Mittelwerte der präoperativen Ergebnisse der beiden Methoden und der Mittelwert postoperativ werden in Abb. 3.8 grafisch dargestellt.

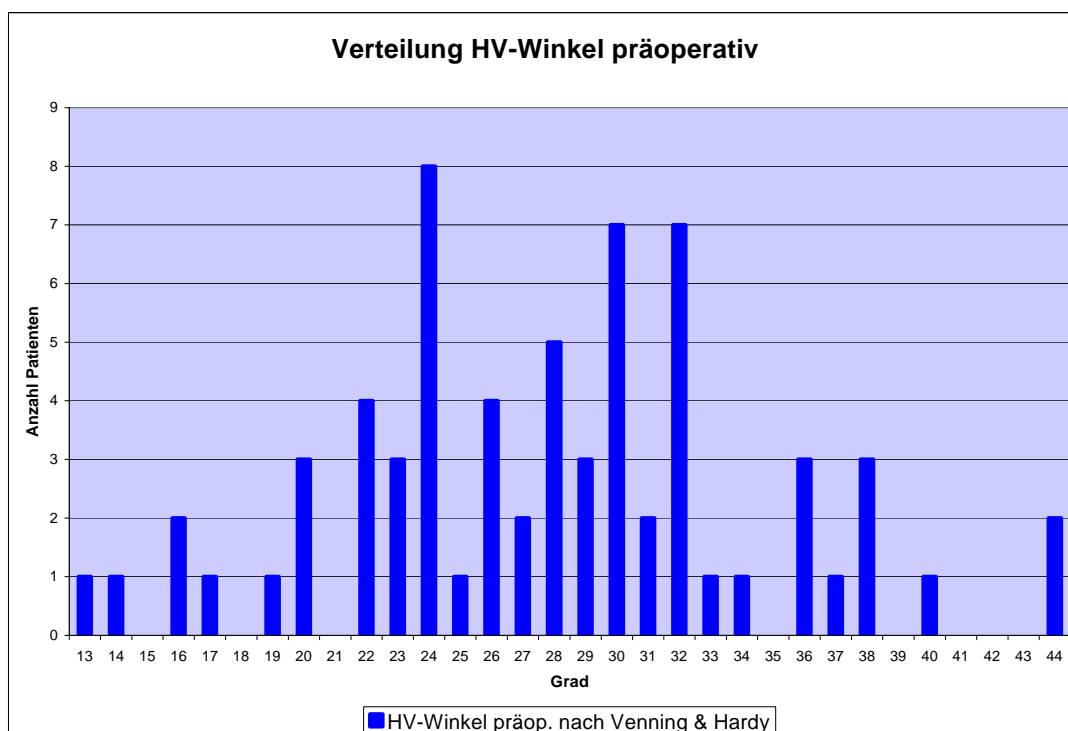


Abb. 3.7

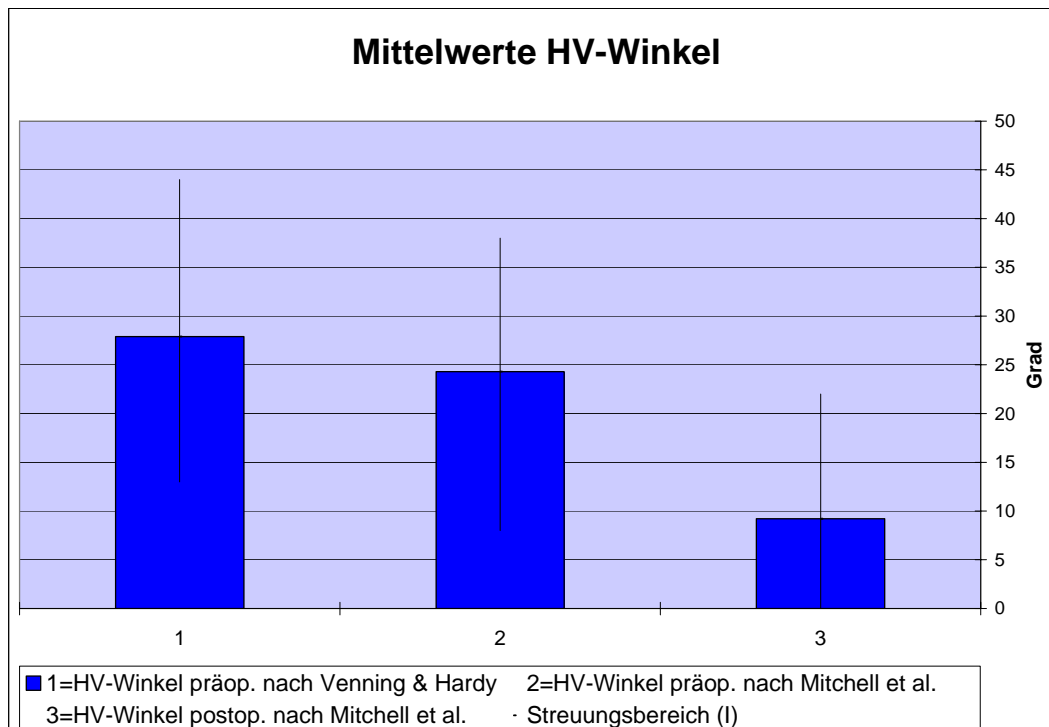


Abb. 3.8

Die Korrektur bzw. die Verbesserung des Hallux-valgus-Winkels um durchschnittlich $15,1^\circ$ lag, wie der Grafik Abb. 3.9 zu entnehmen ist, in einem Bereich zwischen 0° und 32° . 14 FüÙe erfuhren eine Verkleinerung des HV-Winkels von weniger als 10° . 35 FüÙe erfuhren eine Verkleinerung des HV-Winkels von 10° bis 18° . 18 FüÙe erfuhren eine Verkleinerung des HV-Winkels von 20° bis 32° , wobei hier die Überkorrekturen im Sinne einer Varusstellung der Großzehe inbegriffen sind.

In der Gruppe der 14 FüÙe, die weniger als 10° Korrektur des Hallux-valgus-Winkels erfahren haben, betrug der präoperative Hallux-valgus-Winkel $\leq 28^\circ$ nach *Mitchell et al.* ($\leq 31^\circ$ gemessen mit der Methode nach *Venning & Hardy*), der präoperative Intermetatarsalwinkel nach *Mitchell et al.* $\leq 10^\circ$ ($\leq 12^\circ$ nach *Venning & Hardy*). 10 dieser 14 FüÙe hatten im 100-Punkte-Score der A.O.F.A.S. die volle Punktzahl. 4 FüÙe hatten Werte zwischen 85 und 95 Punkten. In dieser Gruppe mit geringer Korrektur des Hallux-valgus-Winkels gab es keine Zusammenhänge (t-test für unabhängige Stichproben, Korrelationskoeffizient) in Bezug auf große präoperative Hallux-valgus-Winkel ($\geq 35^\circ$ mit der MeÙmethode nach *Venning & Hardy*), große präoperative Intermetatarsalewinkel ($\geq 15^\circ$ mit der MeÙmethode nach *Venning & Hardy*), große präoperative Distanzen ($\geq 15\text{mm}$) und in Bezug auf das Alter der

Patienten (Verteilung: 12 FüÙe, d.h. 10 Patienten zwischen 44 und 67 Jahre, 2 FüÙe, d.h. 1 Patient 19 Jahre alt).

In 12 Fällen (17,9%) hatten wir postoperativ ein Hallux-valgus-Rezidiv, wobei hier die Definition „Rezidiv“ vom Untersucher ab einem Hallux-valgus-Winkel $\geq 15^\circ$ postoperativ festgelegt wurde. 7 dieser 12 FüÙe waren in der Gruppe mit einer Korrektur des Hallux-valgus-Winkels von weniger als 10° , wobei jedoch auch hier 5 FüÙe einen Gesamtscore von 100 Punkten erreichten.

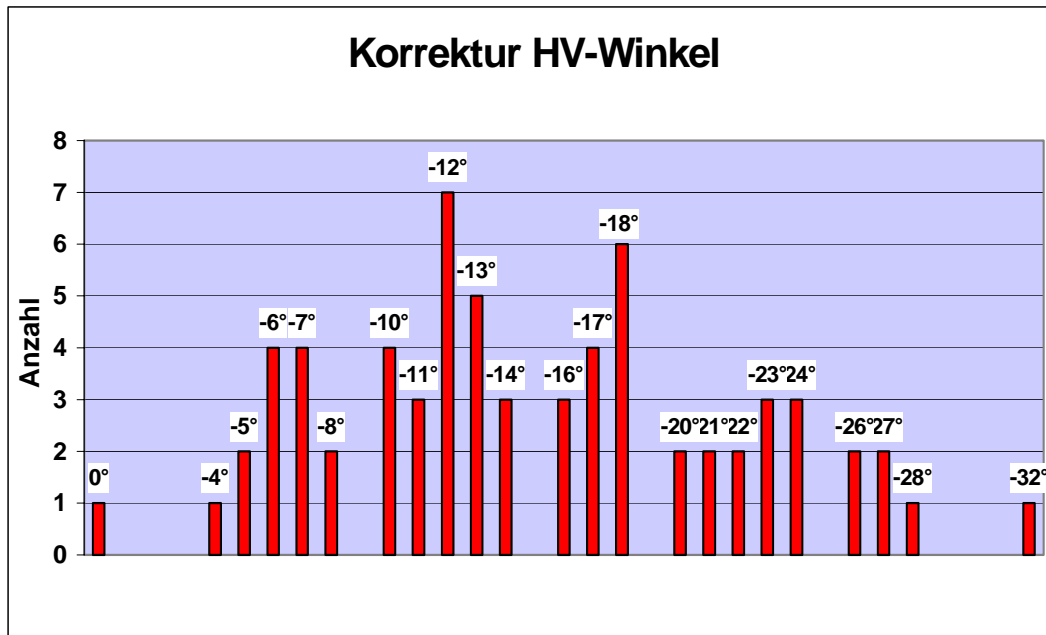


Abb. 3.9

Auffallend war in der Gruppe der Hallux-valgus-Rezidive, daß 5 FüÙe (42%) von Patienten mit einem Alter von ≥ 60 Jahren zum Zeitpunkt der Operation stammten.

10 FüÙe, die präoperativ einen Hallux-valgus-Winkel nach *Venning & Hardy* von $\geq 35^\circ$ zeigten, hatten postoperativ einen durchschnittlichen Hallux-valgus-Winkel nach *Mitchell et al.* von $12,8^\circ$ (Bereich 4° bis 22°), 4 FüÙe davon einen Winkel von $\geq 15^\circ$. Der durchschnittliche Gesamt-Score der *A.O.F.A.S.* betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (im Mittel 36,5 Monate) 90,3 Punkte (Bereich 79 bis 100).

6 dieser 10 FüÙe, die bereits präoperativ inkongruent waren, blieben postoperativ weiterhin inkongruent, eine Patientin zeigte eine starke Varusstellung der Großzehe mit einer medialen Inkongruenz von 5 mm (siehe Fallbeispiel 2).

3.2.3. Proximaler Gelenkflächenwinkel

Der proximale Gelenkflächenwinkel (Richardson, Graves, McCure und Boone 1993) war im Durchschnitt präoperativ 21,3° (Bereich 4°-46°) und postoperativ 5,8° (Bereich 0°-14°). Die Korrektur betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 15,5° (Bereich 0°-37°).

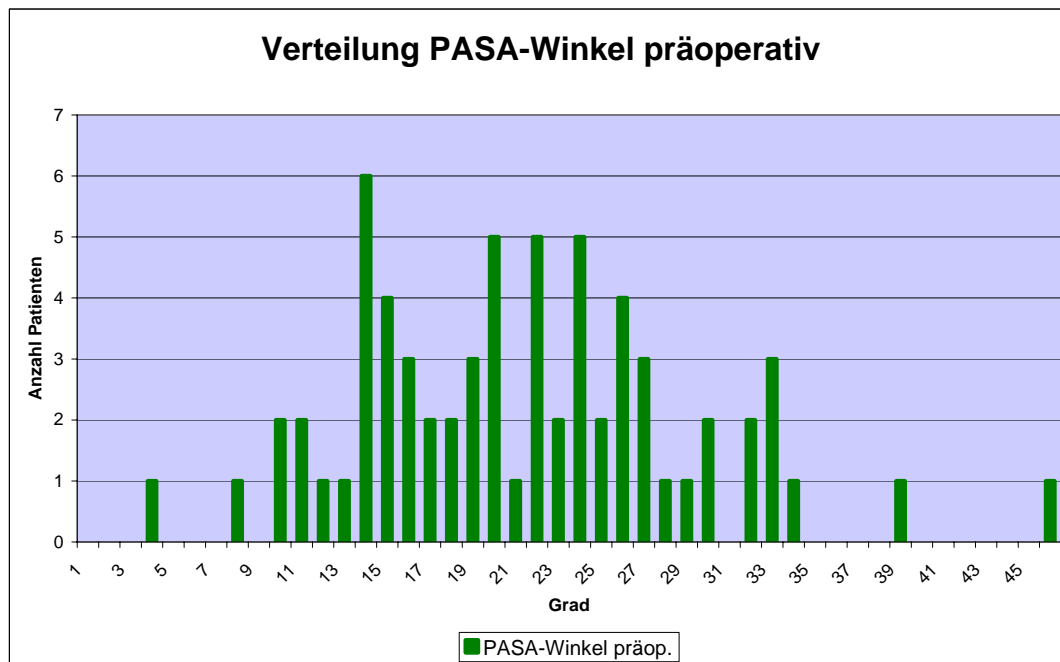


Abb. 3.10

Die Verteilung der präoperativen Ausgangswerte des proximalen Gelenkflächenwinkels ist der Abb. 3.10 zu entnehmen.

Eine grafische Darstellung der prä- und postoperativen Ergebnisse des PASA-Winkels ist in der Abb. 3.11 gegeben.

17 Füße, die präoperativ einen proximalen Gelenkflächenwinkel von $\geq 20^\circ$ hatten, zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung einen durchschnittlichen proximalen Gelenkflächenwinkel von $7,9^\circ$ (Bereich 0° bis 15°). Die Intermetarsalwinkel nach *Mitchell et al.* waren in dieser Gruppe postoperativ alle $\leq 10^\circ$ (durchschnittlich $5,3^\circ$). 5 Füße in dieser Gruppe hatten postoperativ einen Hallux-valgus-Winkel nach *Mitchell et al.* von $\geq 15^\circ$. 12 Füße blieben postoperativ inkongruent mit einer durchschnittlichen lateralen Inkongruenz von 1,5 mm und einer Varusstellung der Großzehe mit einer medialen Inkongruenz von 2 mm. Der durchschnittliche Gesamt-Score der A.O.F.A.S. betrug 90,3 Punkte (Bereich 77 bis 100).

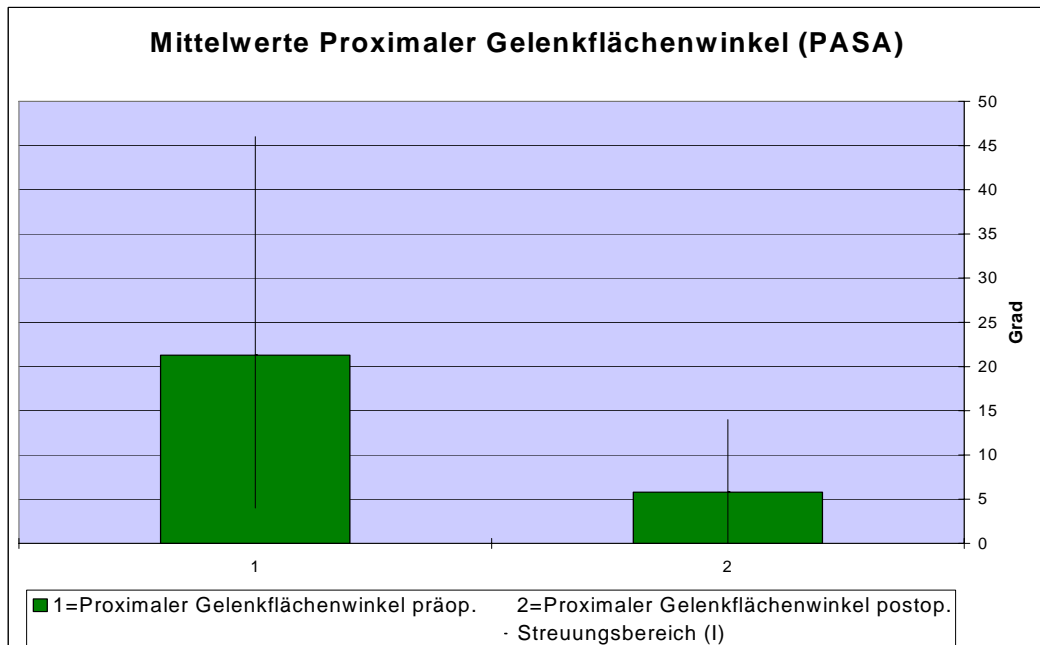


Abb. 3.11

3.2.4. Vorfußadduktionswinkel

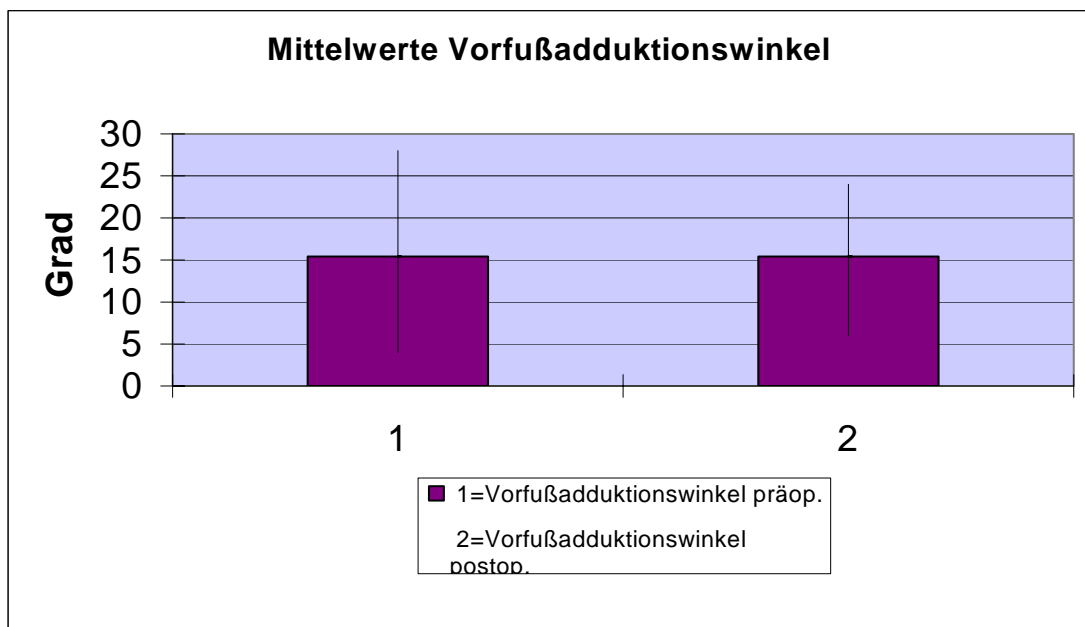


Abb. 3.12

Der durchschnittliche präoperative Wert des Vorfußadduktionswinkels (Abb. 3.12) war 15,4° (Bereich 4°-28°), der durchschnittliche postoperative Wert war

ebenfalls $15,4^\circ$ (Bereich 6° - 24°). Neben einer gewissen Meßfehlerbreite war also kein Unterschied festzustellen.

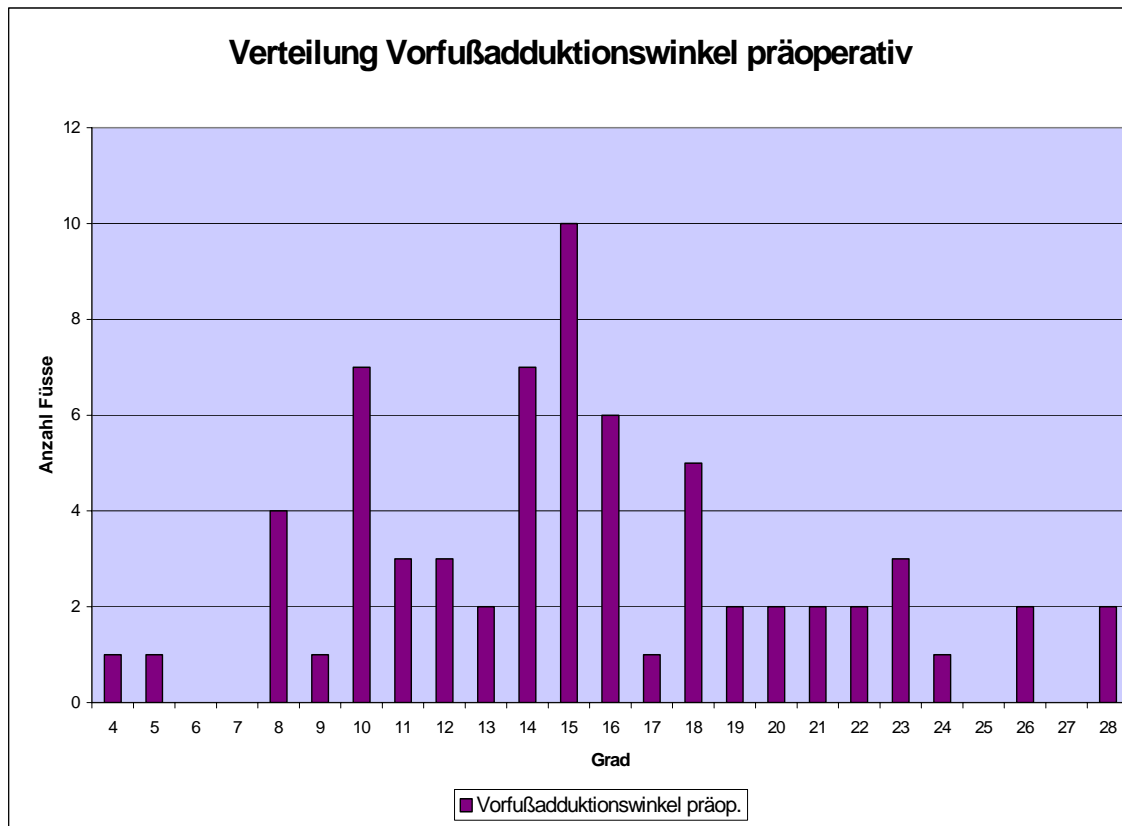


Abb. 3.13

Die Verteilung in Abb. 3.13 zeigt, daß 39 Füße einen präoperativen Vorfußadduktionswinkel von 4° bis 15° , 14 Füße einen Winkel von 16° bis 19° , 9 Füße einen Winkel von $\geq 20^\circ$ und 5 Füße einen Winkel von $\geq 25^\circ$ aufwiesen.

Bei 12 Füßen mit Hallux-valgus-Winkeln postoperativ von $\geq 15^\circ$ (Rezidiv-Bildung) waren 10 Füße mit einem präoperativ vergrößertem Vorfußadduktionswinkel ($>15^\circ$). Allein 5 dieser 12 Füße hatten postoperative Hallux-valgus-Winkel von $\geq 20^\circ$. Der größte gemessene Intermetatarsalwinkel postoperativ war in der Gruppe mit Vorfußadduktionswinkeln präoperativ $>15^\circ$ in zwei Fällen 10° . Der größte meßbare Intermetatarsalwinkel postoperativ mit 14° hatte einen Vorfußadduktionswinkel präoperativ von 14° .

Fallbeispiel 1 für einen Vorfuß adductus bei einem 57 Jahre alten Patienten, bei dem die Hallux-valgus-Deformität gut korrigiert werden konnte.



Patient W.Z., 57 Jahre,
präoperativ 2/95
deutlicher Hallux valgus
mit ausgeprägtem Vorfuß
adduktus (HV-Winkel
36°, IM-Winkel 10°,
Vorfußadduktionswinkel
28°), beginnende
Arthrosezeichen im MTP-
Gelenk.



3/95 Verlaufskontrolle
unmittelbar postoperativ.
Die Großzehe steht in
guter Stellung (HV-
Winkel 16°, IM-Winkel
5°), das MTP-Gelenk ist
kongruent,
die Sesambeine stehen
regelrecht (Appel 0/0).



3/98 Verlaufskontrolle 37
Monate postoperativ.
Die Großzehe unverändert
in guter Stellung (HV-
Winkel 16° , IM-Winkel 5° ,
Sesambeinklassifikation
nach *Appel* 0/0), gute
knöchernerne Konsolidierung
der Osteotomieflächen,
keine Arthrosezeichen.

3.2.5. Tibiale Sesambeinklassifikation nach *Hardy und Clapham*

Die tibiale Sesambeinposition (TSP) nach der Klassifikation von *Hardy & Clapham* (1951) war präoperativ im Mittel bei TSP 5 und postoperativ bei TSP 2.

Eine genauere Übersicht über die Lage des tibialen Sesambeines bei allen operierten Füßen sowohl prä- als auch postoperativ gibt die Abb. 3.14.

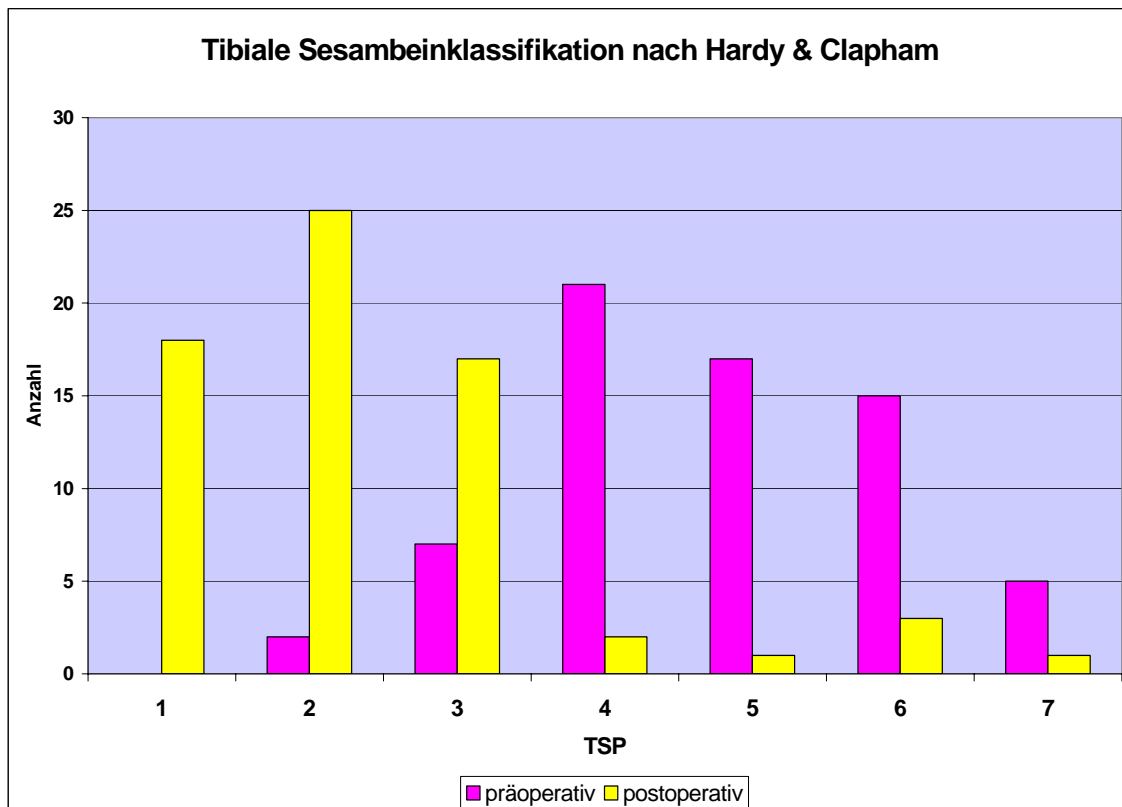


Abb. 3.14

Bei 7 Füßen lag postoperativ noch eine Tibiale Sesambeinposition (TSP) von $TSP \geq 3$ vor. Dabei war zu beobachten, daß bei diesen Patienten in Bezug auf den postoperativen Hallux-valgus-Winkel nach *Mitchell et al.* ein Korrelationskoeffizient von 0,86 vorlag, d.h. daß bei großen Hallux-valgus-Winkeln ($\geq 16^\circ$) auch eine entsprechende Luxation des Sesambeinkomplexes zu beobachten war. In Bezug auf den Intermetatarsalwinkel postoperativ lag bei diesen 7 Füßen hingegen nur ein Korrelationskoeffizient von 0,42 vor (Intermetatarsalwinkel nach *Mitchell et al.* $2-10^\circ$). Die Korrektur der Sesambeine insgesamt lag in Bezug auf die Korrektur des Hallux-valgus-Winkels bei einem Korrelationskoeffizienten von 0,36, in Bezug auf die Korrektur des Intermetatarsalwinkels bei 0,30.

3.2.6. Laterale und mediale Sesambeinklassifikation nach *Appel*

Die Lage der Sesambeine gemäß der Einteilung nach *Appel* wird in Abb. 3.15 dargestellt.

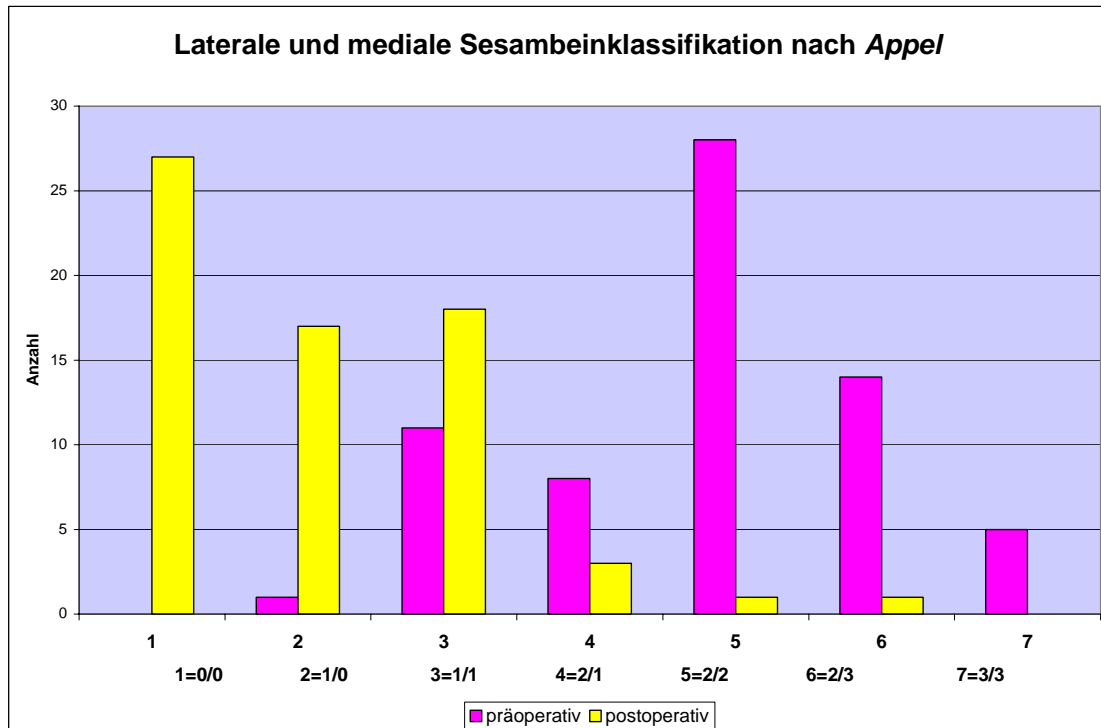


Abb. 3.15

Präoperativ hatte mit 41 die überwiegende Zahl der Füße eine Klassifikation in der mittleren Klasse (2/1 oder 2/2). 13 Füße wurden in der hohen Klasse (2/3 oder 3/3) eingeordnet und 13 Füße waren bereits präoperativ in der niedrigen Klasse (0/0 bis 1/1). Postoperativ waren 62 der 67 operierten Füße in der niedrigen Klasse (0/0 bis 1/1) zu finden nur noch vier in der mittleren Klasse (2/1 oder 2/2). Lediglich ein Fuß mußte noch in der hohen Klasse mit 2/3 klassifiziert werden.

Von der hohen Klasse kamen 10 Füße in eine niedrige, 2 Füße in eine mittlere und 1 Fuß blieb in der hohen Klasse kategorisiert. Von der mittleren Klasse, wo präoperativ die meisten Füße angesiedelt waren, kamen 39 Füße in die niedrige Klasse und 2 Füße blieben unverändert. 13 Füße, die präoperativ bereits in der niedrigen Klasse eingestuft wurden blieben ebenfalls unverändert.

Die Korrektur der Lage der Sesambeine korrelierte bezüglich der Korrektur des Intermetatarsalwinkels nach *Mitchell et al.* mit einem Korrelationskoeffizienten von

0,15, hingegen bei der Korrektur des Hallux-valgus-Winkels nach *Mitchell et al.* mit 0,43.

3.2.7. Kongruenz des Metatarsophalangealgelenkes

Bei der Bestimmung der Kongruenz bzw. Inkongruenz der Metatarsophalangealgelenke waren präoperativ 62 (92,5%) inkongruent, von denen 29 (46,8%) postoperativ kongruent wurden. Von den inkongruenten MTP-Gelenken waren 11 subluxiert, von denen nur 3 kongruent wurden. 5 Füße (7,5%) waren bereits präoperativ kongruent und blieben es auch bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Eine Definition zur Bestimmung der Kongruenz des Metatarsophalangealgelenkes wird von Piggott (1960) unter Punkt 2.5.7. im Kapitel Material und Methode gegeben. Zur Verbesserung der Beurteilung der Inkongruenz wird im folgenden Kapitel 3.2.8. erläutert, welche Ausmaße der Verschiebung der Grundphalanx gegenüber dem Metatarsale I bestanden.

3.2.8. Laterale und mediale Inkongruenz im Metatarsophalangealgelenk

Die Inkongruenz im Metatarsophalangealgelenk wurde genauer untersucht, so dass sich bei 11 Füßen präoperativ eine laterale Inkongruenz, d.h. eine Verschiebung der Grundphalanx nach lateral gegenüber dem Metatarsale I von ≥ 4 mm herausstellte (siehe Definition und Abb. 2.20.1. und 2.20.2. im Kapitel Material und Methode). Bei diesem Ausmaß der Lateralverschiebung bzw. der Kippung der Grundphalanx nach lateral konnte man beobachten, dass es sich hier bereits um subluxierte Großzehengrundgelenke (siehe Definition und Abb. 2.19.3 im Kapitel Material und Methode) im Hallux-rigidus-Stadium II (siehe Tab.2.25) handelte. Bei 40 Füßen war eine laterale Inkongruenz von 2-3mm zu messen, bei 11 Füßen eine laterale Inkongruenz von 1mm.

Bei den präoperativ inkongruenten MTP-Gelenken, die postoperativ kongruent wurden, ergab sich eine durchschnittliche Verbesserung der lateralen Inkongruenz um 2,1 mm (Bereich 1 bis 6 mm), d.h. die Grundphalanx wurde durchschnittlich um 2,1 mm nach medial verschoben, um mit 0 mm Überhang keine laterale Inkongruenz

mehr zu haben. Die 15 inkongruenten Gelenke mit gleichzeitiger Arthrose konnten nur in 6 Fällen eine Kongruenz im MTP-Gelenk postoperativ vorweisen. Bei den übrigen MTP-Gelenken, die präoperativ Arthrosezeichen zeigten und keine Kongruenz postoperativ erreichten, war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch eine laterale Inkongruenz von durchschnittlich 2 mm vorhanden.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (durchschnittlich 37,1 Monate postoperativ) wurde festgestellt, dass sich von den 11 subluxierten Gelenken mit einer präoperativen Lateralverschiebung von ≥ 4 mm bei 3 Gelenken eine Kongruenz des Metatarsophalangealgelenkes eingestellt hat.

In 7 Fällen kam es postoperativ zu einer Inkongruenz der Großzehe mit einer Verschiebung der Grundphalanx nach medial.

Fallbeispiel 2 für die Korrektur einer lateralen Inkongruenz der Großzehe bei ausgeprägter Hallux-valgus-Deformität mit bereits präoperativ bestehenden degenerativen Veränderungen (Hallux-rigidus-Stadium II) und postoperativ fortschreitender Arthrose und Bildung einer partiellen Köpfchennekrose bei einer 60 Jahre alten Patientin:



Patientin R.K., 60 Jahre alt.
Präoperativ (3/95)
ausgeprägter Hallux valgus mit einem HV-Winkel von 44° , einem IM-Winkel von 12° , einer Sesambeinklassifikation nach *Appel* von 2/2, einer lateralen Inkongruenz von 5mm, Degenerationen am MTP-Gelenk (Hallux-rigidus-Stadium II).



Postoperative Kontrolle (8/95)
mit guter Korrektur der Stellung der Großzehe (HV-Winkel 14° , IM-Winkel 6° , Sesambeinklassifikation nach *Appel* 1/1, kongruentes MTP-Gelenk, Arthrosezeichen unverändert).



Verlaufskontrolle 16 Monate postoperativ (7/96).
Weiterhin gute Stellung der Großzehe, jedoch voranschreitende Degenerationen im MTP-Gelenk mit Strukturunregelmäßigkeiten im Metatarsaleköpfchen (partielle Köpfchennekrose).



Verlaufskontrolle nach Materialentfernung 9/96.
Degenerative Veränderungen bei partieller Nekrose des Metatarsaleköpfchens und eine mediale Inkongruenz im MTP-Gelenk von 1mm, Z.n. Metallentfernung.



7/98 Verlaufskontrolle 40 Monate nach dem Primäreingriff (22 Monate nach Materialentfernung). Fast unveränderte Stellung der Großzehe (HV-Winkel 16° , IM-Winkel 6°), jedoch stark fortgeschrittene Arthrose (Hallux-rigidus-Stadium III) im MTP-Gelenk mit einer Zunahme der medialen Inkongruenz auf 5 mm.

Fallbeispiel 3 für eine laterale Inkongruenz der Großzehe und einem sehr guten postoperativen Ergebnis bei einer 26 Jahre alten Patientin:



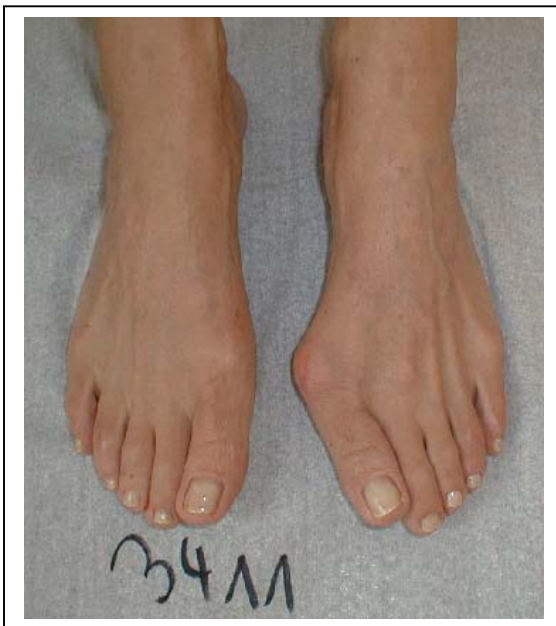
Patientin C. R., 26 Jahre,
präoperativ 2/95 deutlicher
Hallux valgus (HV-Winkel
40°, IM-Winkel 15°,
Sesambeinklassifikation
nach *Appel* 2/2, laterale
Inkongruenz 5mm.



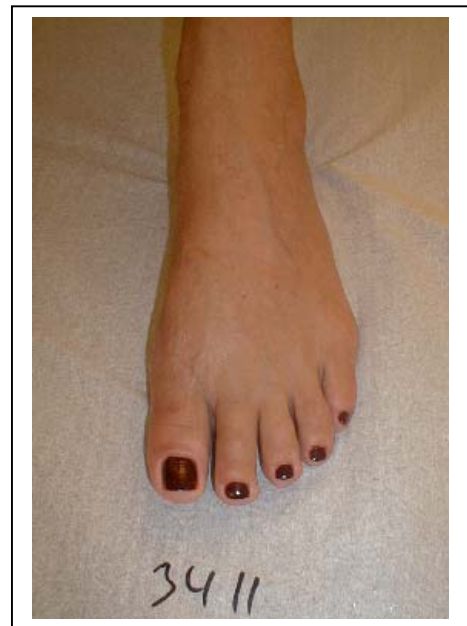
Verlaufskontrolle 24
Monate postoperativ.
Gute Stellung der
Großzehe (HV-Winkel 10°,
IM-Winkel 4°,
Sesambeinklassifikation
nach *Appel* 2/1,
Kongruenz im MTP-
Gelenk, keine
Arthrosezeichen im MTP-
Gelenk).



10/98 Verlaufskontrolle 44 Monate postoperativ.
Unverändert sehr gute Stellung der Großzehe (HV-Winkel 10° , IM-Winkel 4°) mit guter knöcherner Konsolidierung der Osteotomieflächen.
Kongruenz im MTP-Gelenk, keine Arthrosezeichen, Z.n. Metallentfernung.



Präoperativer Ausgangsbefund
2/95



44 Monate postoperativ
10/98

3.2.9. Metatarsalindex

Die Längenverhältnisse von Metatarsale I und Metatarsale II setzen sich wie folgt zusammen. 18 Füße hatten präoperativ eine Index-plus-Variante, 33 eine Index-minus-Variante und 16 eine Index-plus-minus-Variante (Abb. 3.16).

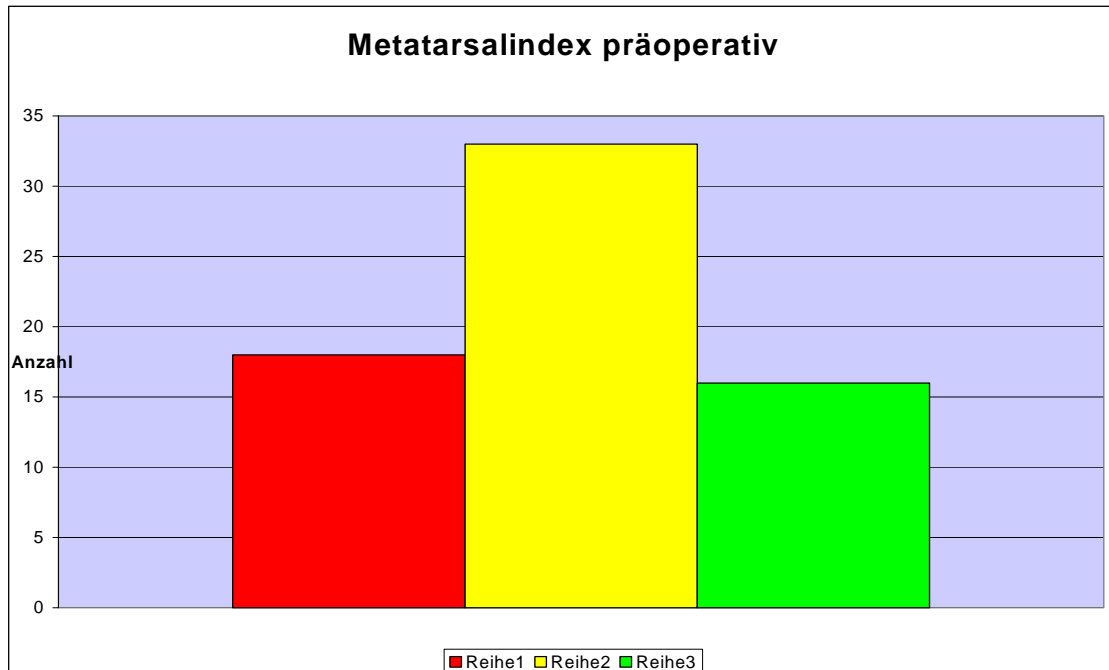


Abb. 3.16

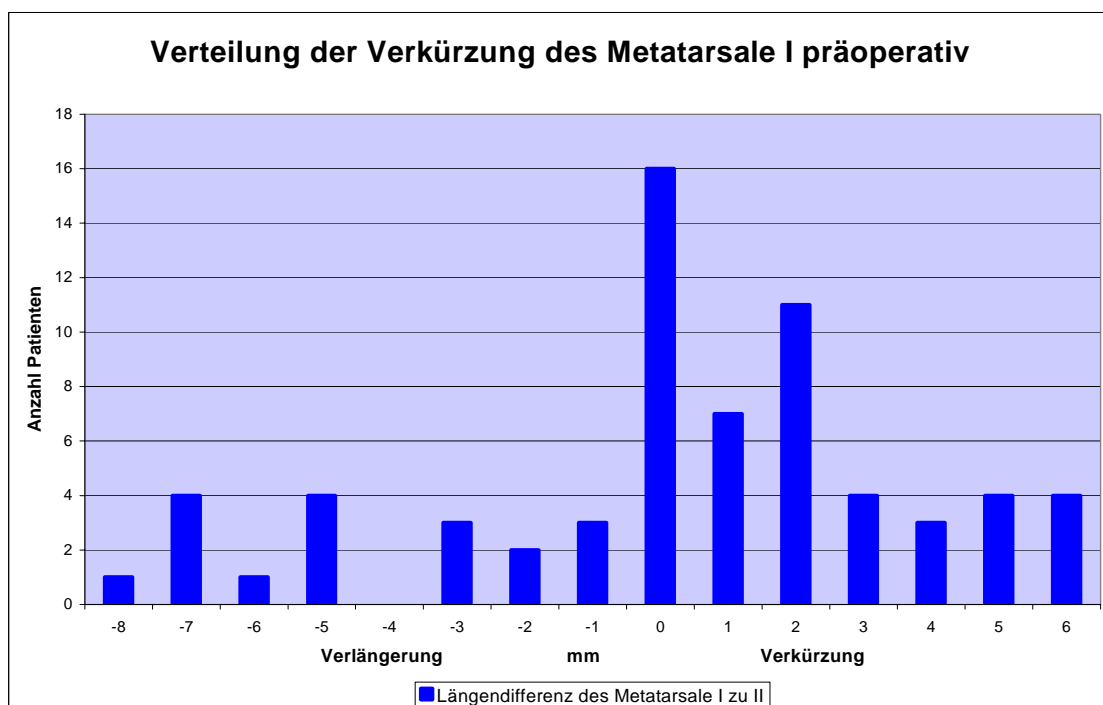


Abb. 3.17

Die Verteilung der präoperativen Ausgangswerte hinsichtlich der Verkürzung des Metatarsale I zu II ist in Abb. 3.17 dargestellt.

Die durchschnittliche Verkürzung des Metatarsale I im Vergleich zum Metatarsale II war präoperativ 0,3mm, postoperativ 2,7mm. Die durchschnittliche Verkürzung des Metatarsale I gegenüber dem Metatarsale II von prä- zu postoperativ war somit 2,4 mm.

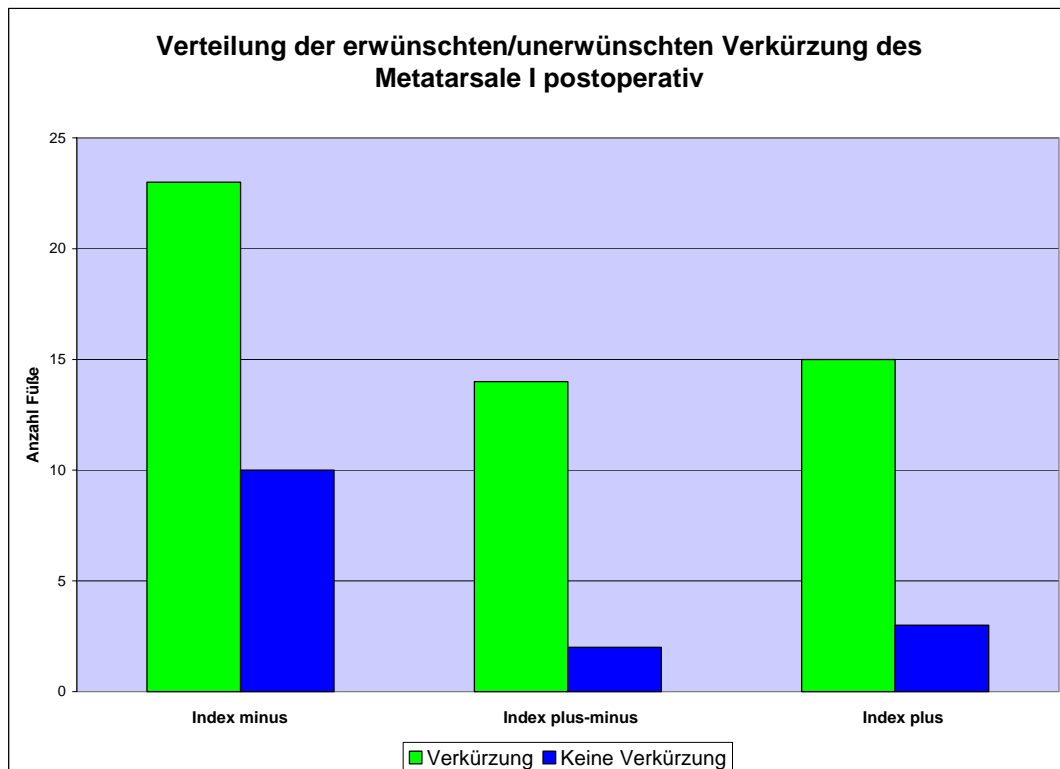


Abb. 3.18

Die Grafik (Abb. 3.18) zeigt, daß von 33 Füßen mit Index-minus-Variante bei 23 Füßen eine unerwünschte zusätzliche Verkürzung des Metatarsale I und bei 10 Füßen keine Verkürzung des Metatarsale I stattgefunden hat.

Bei 16 Füßen mit Index-plus-minus-Variante erfuhren 13 Füße eine unerwünschte Verkürzung des Metatarsale I und 3 Füße blieben bezüglich der Länge des Metatarsale I unverändert.

Die 18 Füße mit Index-plus-Variante erhielten in 15 Fällen eine erwünschte Verkürzung und in 3 Fällen keine Verkürzung des Metatarsale I.

Bei großen präoperativen Intermetatarsalwinkeln nach *Venning & Hardy* von $\geq 15^\circ$ (14 Fälle) war in 8 Fällen eine unerwünschte zusätzliche Verkürzung (präoperativ Index-minus bzw. Index-plus-minus-Varianten) zu beobachten.

3.2.10. Distanz zwischen Metatarsale I und Metatarsale II

Die Distanz zwischen Metatarsale I und Metatarsale II betrug präoperativ im Mittel 11,1 mm (Bereich 8 mm bis 20 mm). Postoperativ lag im Mittel eine Distanz von 7 mm (Bereich 0 mm bis 11 mm) vor. Es gab also eine durchschnittliche Verminderung der Distanz zwischen Metatarsale I und Metatarsale II von 4,1 mm (Bereich 0 mm bis 13 mm).

Die präoperativen Ausgangswerte und ihre Verteilung werden in Abb. 3.19 veranschaulicht.

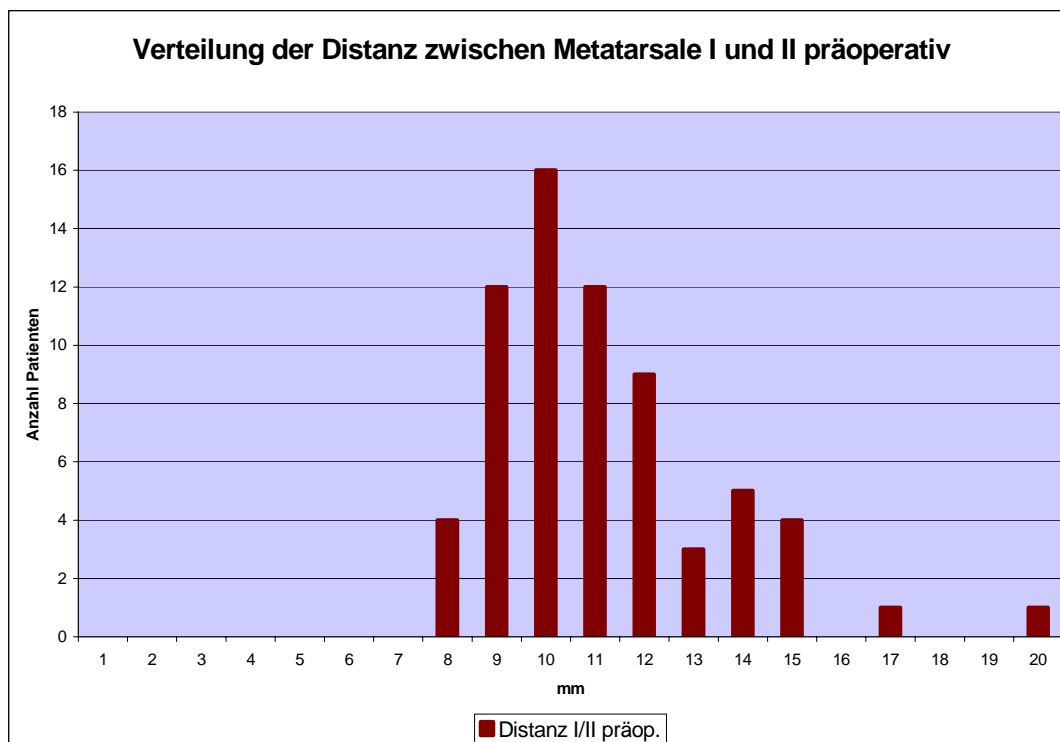


Abb. 3.19

Die prä- und postoperativen Mittelwerte der Distanz zwischen Metatarsale I und Metatarsale II und ihr Streubereich werden in Abb. 3.19 verdeutlicht.

Die Korrektur der Distanz zwischen Metatarsale I und II korrelierte mit der Korrektur des Intermetatarsalewinkels mit einem Koeffizienten von 0,82.

Bei präoperativen großen Distanzen (≥ 15 mm) lag ein Korrelationskoeffizient von 0,66 vor in Bezug auf den präoperativen Intermetatarsalwinkel.

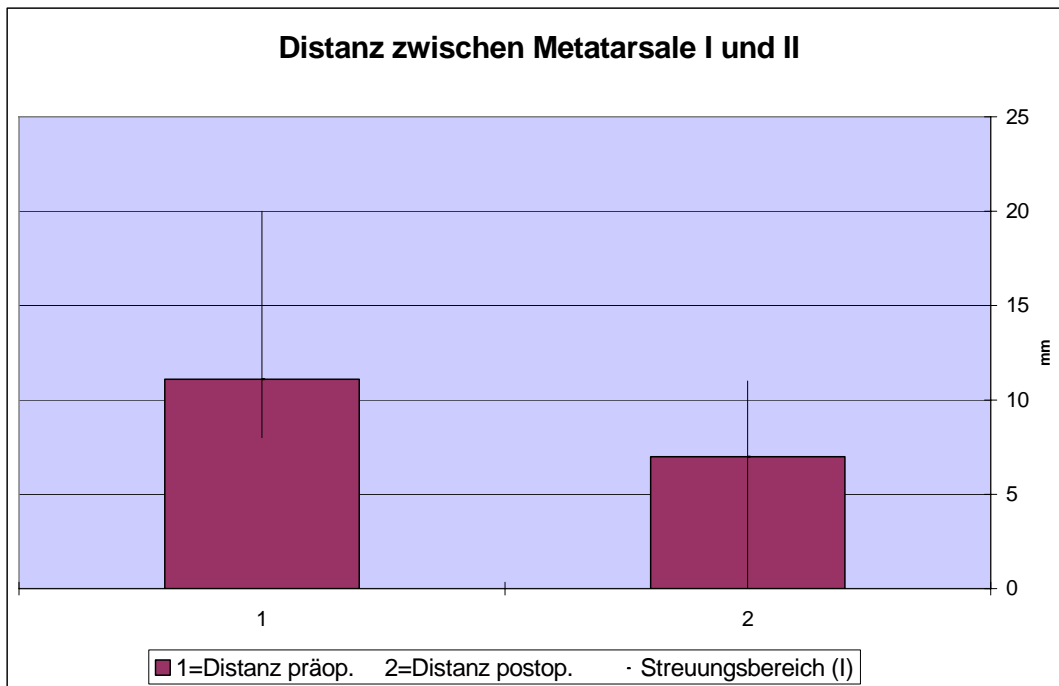


Abb. 3.20

3.2.11. Metatarsaler Auftrittswinkel

Der Auftrittswinkel des Metatarsale I betrug präoperativ durchschnittlich $18,5^\circ$ (Bereich 14° bis 24°) und postoperativ durchschnittlich $19,3^\circ$ (Bereich 11° bis 36°).

Abb. 3.21 zeigt eine grafische Darstellung.

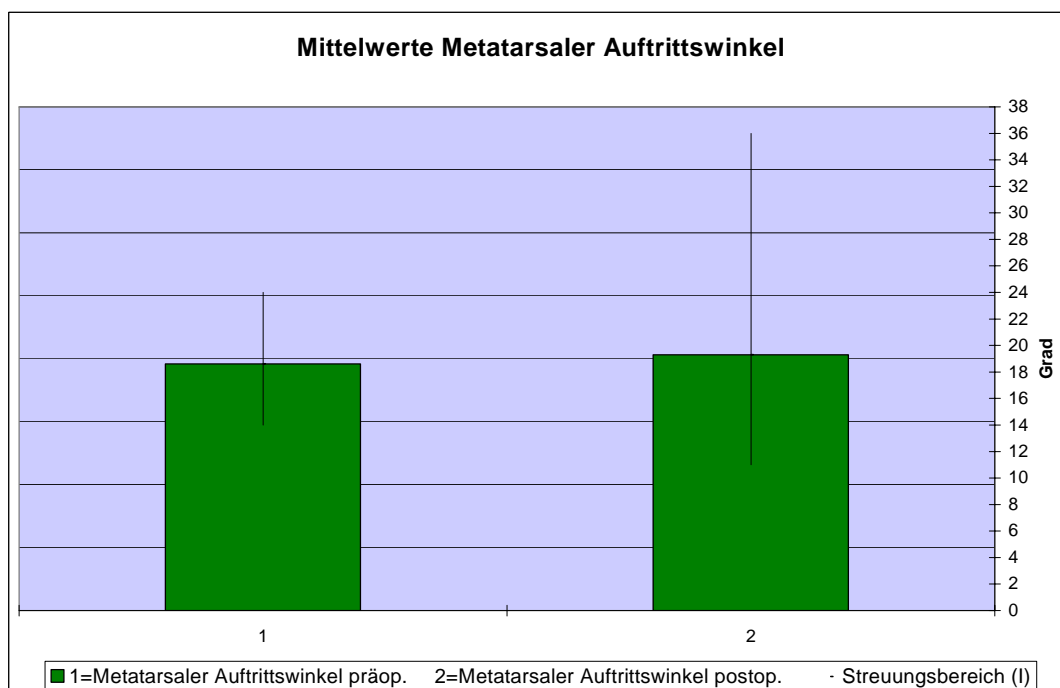


Abb. 3.21

3.2.12. Seitlicher intermetatarsaler Winkel I/II (Metatarsale-I-Elevationswinkel)

Der seitliche Intermetatarsale Winkel zwischen Metatarsale I und Metatarsale II war vor der Operation im Mittel 5° (Bereich 0° bis 10°) und nach der Operation 4° (Bereich 0° bis 9°). Durchschnittlich kam es zu einer Verkleinerung des Winkels um 1°, d.h. es kam bei 50 Füßen zu einer Senkung (Plantarisierung) des Metatarsale-I-Köpfchens. Bei 10 Füßen wurde eine Vergrößerung dieses Winkels von 1° bis 5° beobachtet, d.h. es kam zu einer Elevation des Metatarsale-I-Köpfchens. Bei 7 Füßen konnte man keinerlei Veränderungen des Winkels beobachten.

In der folgenden Grafik (Abb. 3.22) wird die Verteilung verdeutlicht, um wieviel Grad die Metatarsale-I-Köpfchen eine Plantarisierung bzw. eine Elevation postoperativ erfahren haben.

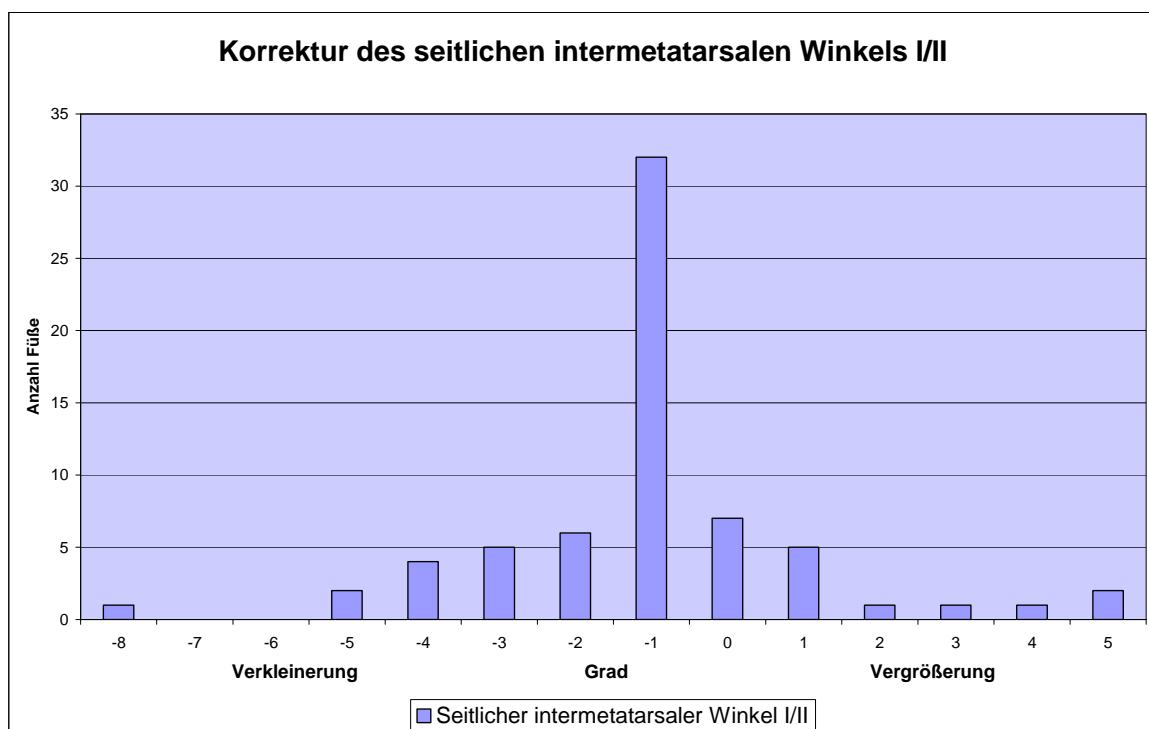


Abb. 3.22

Es war zu beobachten, daß bei 50 von 67 operierten Füßen eine erwünschte Plantarisierung des Metatarsale-I-Köpfchens stattgefunden hat. Bei 12 Füßen bestand eine Plantarisierung um mehr als 2 Grad.

Bei 7 Füßen änderte sich die Lage des Metatarsale-I-Köpfchens postoperativ nicht.

Bei 10 Füßen kam es postoperativ zu einer Elevation des Metatarsale-I-Köpfchens. Davon erfuhren 4 Füße eine Elevation von über 2°.

3.2.13. Hallux-rigidus-Stadium

Bei den 67 operierten Füßen hatten 11 Füße vor der Operation geringe Arthrosezeichen (Grad II) des ersten Metatarsophalangealgelenkes. Die Arthrosezeichen wurden gemäß der modifizierten Einteilung nach Marcinko 1994 auf der Grundlage der Klassifikation zur Einteilung eines Hallux rigidus nach Drago, Oloff und Jakobs (1984) und Regnaud (1985) beurteilt. 46 Füße (69 %) hatten postoperativ keine Arthrosezeichen, 6 Füße (9 %) wurden mit dem Hallux-rigidus-Grad I klassifiziert (Hyperextension im Grundgelenk), 14 Füße (21 %) mit Grad II (destruktive Gelenkveränderungen) und 1 Fuß (1%) mit Grad III (Vollbild der Arthrose mit Erosionen des Gelenkknorpels und dem Nachweis von subchondralen Zysten). In Abb. 3.23 wird die Verteilung der Hallux-rigidus-Stadien im Patientengut dargestellt.

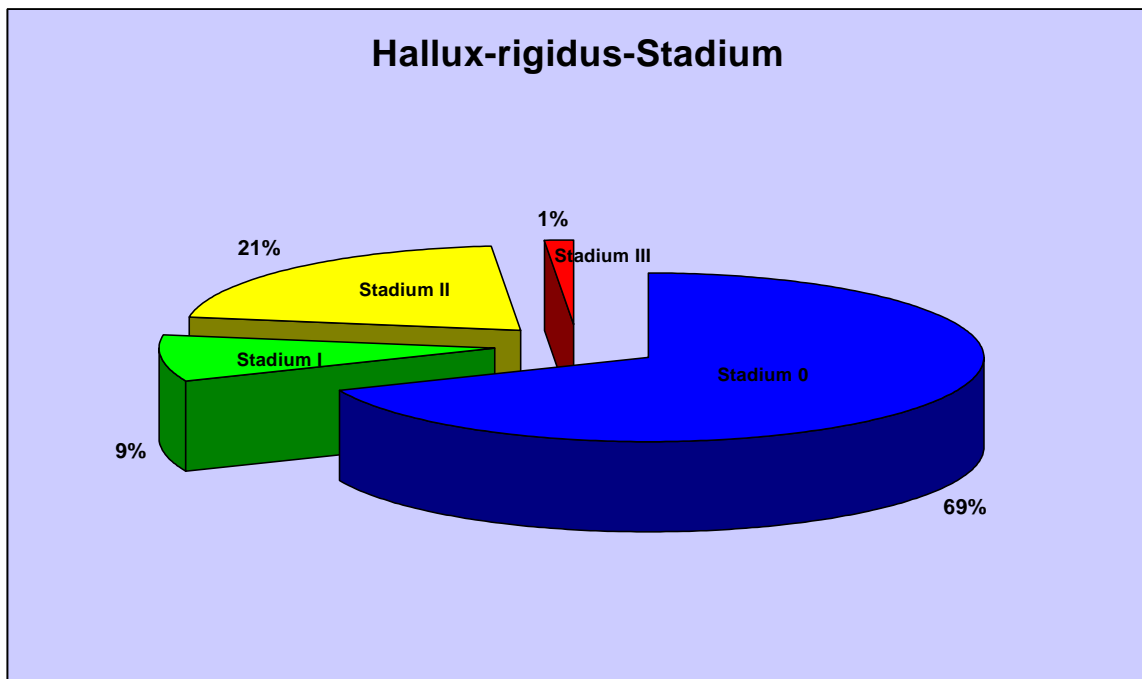


Abb. 3.23

3.3 Statistische Ergebnisse

Unter dem vorhergehenden Punkt 3.2 wurden die Ergebnisse deskriptiv beschrieben. In einer explorativen Datenanalyse wurde in unterschiedlichen Tests mit Hilfe von Microsoft Excel 97 und des SPSS-Programms Version 9.0 für Windows 98 (z.B. t-Test für unabhängige Stichproben, Korrelation) ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen einzelnen Merkmalen gesucht.

Wir haben zum Gesamt-Score der A.O.F.A.S. (Kitaoka et al. 1994) unterschiedliche Gruppen statistisch untersucht. Die Unterteilung in Patienten jünger als 60 Jahre und 60 Jahre und älter, Geschlecht, Intermetatarsal-Winkel (*Venning & Hardy*) präoperativ kleiner und größer gleich 15 Grad, laterale Inkongruenz (Erklärung siehe Kapitel 2) präoperativ größer gleich und kleiner 2 mm.

Statistische Untersuchung des Gesamt-Scores der A.O.F.A.S. (t-Test für unabhängige Stichproben)	
Gruppenbildungen	Signifikanzniveau
Patientenalter <60 Jahre / ≥60 Jahre	p<0,7
Geschlecht	p<0,5
Intermetatarsalwinkel präoperativ (nach <i>Venning & Hardy</i>) <15 Grad / ≥15 Grad	p<0,17
Tibiale Sesambeinklassifikation präoperativ (nach <i>Hardy & Clapham</i>) <TSP 6 / ≥TSP 6	p<0,34
Laterale Inkongruenz präoperativ < 2mm / ≥2 mm	p<0,1

Abb. 3.24

In Bezug auf das Alter und das Geschlecht läßt sich sagen, daß zwar bei älteren Patienten und bei weiblichen Patienten schlechtere Ergebnisse im Hinblick auf den Gesamt-Score der A.O.F.A.S. vorliegen, die Ergebnisse sind jedoch auf geringem Signifikanzniveau (p<0,7 bzw. p<0,5).

Bei der statistischen Unterteilung von Intermetatarsalwinkeln präoperativ kleiner und größer gleich 15 Grad zeigte sich hinsichtlich des Gesamt-Scores der A.O.F.A.S., daß Patienten mit präoperativ größeren Intermetatarsalwinkeln mit einem Signifikanzniveau von $p < 0,17$ schlechtere Gesamtergebnisse postoperativ aufwiesen. In der Gruppenbildung der Füße mit einer tibialen Sesambeinklassifikation (Hardy & Clapham 1951) präoperativ von $< TSP 6$ und $\geq TSP 6$ fand man auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,34$, daß subluxierte Sesambeine präoperativ schlechte Ergebnisse postoperativ zeigten.

Bei der Unterscheidung zwischen lateraler Inkongruenz (Erklärung siehe Kapitel 2) der Großzehe präoperativ ≥ 2 mm und < 2 mm zeigte sich im Hinblick auf den Gesamt-Score der A.O.F.A.S. mit einem Signifikanzniveau von $p < 0,1$, daß bei sehr stark inkongruenten Grundgelenken mit lateralem Überhang des Großzehengrundgliedes gegenüber dem ersten Metatarsaleköpfchen schlechtere Gesamtergebnisse vorlagen.

Wir berücksichtigten in unseren statistischen Auswertungen die Schmerzsituation der Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung anhand des Scores der A.O.F.A.S. Es wurden Gruppen kleiner und größer gleich 60 Jahre, Geschlecht, Intermetatarsalwinkel nach *Venning & Hardy* präoperativ kleiner und größer gleich 15 Grad und tibiale Sesambeinklassifikation (Hardy & Clapham 1951) präoperativ kleiner TSP 6 und größer gleich TSP 6 untersucht. Die Schmerzsituation zeigte in diesen Gruppen keine signifikanten Unterschiede, außer bei präoperativ großen Intermetatarsalwinkeln.

Die Patienten mit präoperativ größeren Intermetatarsalwinkeln ($\geq 15^\circ$) hatten postoperativ mehr Schmerzen als die Gruppe mit kleineren Intermetatarsalwinkeln präoperativ (Signifikanzniveau $p < 0,06$). Die Gruppenbildung laterale Inkongruenz präoperativ ≥ 2 mm und < 2 mm (auch mediale Inkongruenz) ergab mit einem Ergebnis auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,02$, daß die Gruppe mit einer lateralen Inkongruenz ≥ 2 mm postoperativ mehr Schmerzen aufwies.

Von den 15 Füßen mit einer lateralen Inkongruenz von ≥ 2 mm hatten 4 Füße postoperativ keine Arthrose, 6 Füße hatten Hallux-rigidus-Stadium I und 5 Füße Stadium II.

7 FüÙe mit einer medialen Inkongruenz (Hallux varus) wurden in einzelnen Gruppen von -1mm, -2mm, -3mm etc. statistisch untersucht. Diese 7 FüÙe mit einer medialen Inkongruenz wiesen insgesamt keine signifikant schlechteren Ergebnisse auf.

Es wurden bei der statistischen Überprüfung unserer Ergebnisse auch andere Gruppen gebildet. Das Signifikanzniveau in anderen Gruppenbildungen, z.B. laterale Inkongruenz ≥ 1 mm und < 1 mm ($p < 0,22$) und ≥ 0 mm und < 0 mm ($p < 0,4$), war wesentlich geringer.

In der nachstehenden Tabelle 3.25 werden übersichtlich die Gruppenbildungen zur statistischen Untersuchung dargestellt.

Statistische Untersuchung zur Schmerzsituation der Patienten anhand des Gesamt-Scores der A.O.F.A.S. (t-Test für unabhängige Stichproben)	
Gruppenbildungen	Signifikanzniveau
Patientenalter < 60 Jahre / ≥ 60 Jahre	$p < 1$
Geschlecht	$p < 0,4$
Intermetatarsalwinkel präoperativ (nach <i>Venning & Hardy</i>) < 15 Grad / ≥ 15 Grad	$p < 0,06$
Tibiale Sesambeinklassifikation präoperativ (nach <i>Hardy & Clapham</i>) $< TSP 6$ / $\geq TSP 6$	$p < 0,83$
Laterale Inkongruenz präoperativ < 2 mm / ≥ 2 mm	$p < 0,02$
Laterale Inkongruenz präoperativ < 1 mm / ≥ 1 mm	$p < 0,22$
Laterale Inkongruenz präoperativ < 0 mm / ≥ 0 mm	$p < 0,40$

Abb. 3.25

Die Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk postoperativ wurde auch in bereits oben beschriebenen Gruppenbildungen untersucht (Abb. 3.26). In der Altersgruppenbildung ergab sich auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$, daß jüngere Patienten eine bessere Beweglichkeit postoperativ aufwiesen, in der

Unterscheidung von Männern und Frauen wurde auf dem Niveau von $p < 0,3$ gefunden, daß Männer im MTP-Gelenk besser beweglich waren. Patienten mit einem präoperativen Intermetatarsalwinkel von größer gleich 15 Grad hatten postoperativ eine bessere Beweglichkeit (Signifikanzniveau $p < 0,3$). Bei einem Fuß mit einem Intermetatarsalwinkel von 15 Grad präoperativ war eine Rezidivbildung (HV-Winkel 16°) zu beobachten.

Die Unterscheidung in präoperativ stark dislozierte Sesambeine (TSP 6 und TSP 7) im Vergleich zu den anderen Positionen (TSP 1 bis TSP 5) ergab kaum Unterschiede in der MTP-Gelenks-Beweglichkeit postoperativ ($p < 0,81$). In Bezug auf die laterale Inkongruenz präoperativ ≥ 2 mm und < 2 mm fanden wir auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,15$, daß erstgenannte Gruppe eine bessere Beweglichkeit postoperativ aufwies.

Statistische Untersuchung zur Beweglichkeit der Patienten anhand des Gesamt-Scores der A.O.F.A.S. (t-Test für unabhängige Stichproben)	
Gruppenbildungen	Signifikanzniveau
Patientenalter < 60 Jahre / ≥ 60 Jahre	$p < 0,05$
Geschlecht	$p < 0,3$
Intermetatarsalwinkel präoperativ (nach <i>Venning & Hardy</i>) < 15 Grad / ≥ 15 Grad	$p < 0,3$
Tibiale Sesambeinklassifikation präoperativ (nach <i>Hardy & Clapham</i>) $< \text{TSP } 6$ / $\geq \text{TSP } 6$	$p < 0,81$
Laterale Inkongruenz präoperativ < 2 mm / ≥ 2 mm	$p < 0,15$

Abb. 3.26

3.4. Gesamtergebnisse

Unter Berücksichtigung der klinischen Ergebnisse wurde ein Gesamtergebnis ermittelt. In das Gesamtergebnis gingen die Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung anhand des 100-Punkte-Scores (Abb. 2.6) der *A.O.F.A.S.* (Kitaoka et al. 1994) und der klinische Nachuntersuchungsbogen (Abb. 2.5) ein.

Der Schwerpunkt in diesem Score (Abb. 2.6) liegt nach subjektiver Beurteilung des Patienten auf der postoperativen Schmerzproblematik, auf den Belastungseinschränkungen in Freizeit und Beruf und auf der Beschaffenheit des Schuhwerks. Objektiv wird durch den Untersucher auf die Beweglichkeit im Großzehengrundgelenk, auf die Stabilität und die Stellung der Großzehe geachtet. Ferner wurden die Gesichtspunkte kosmetische Beurteilung des Ballens, kosmetische Beurteilung der Narbe und die subjektive Zufriedenheit des Patienten zur Beurteilung herangezogen.

Das Gesamtergebnis dieser Nachuntersuchung setzt sich aus sowohl subjektiven als auch objektiven Parametern zusammen. Da die radiologischen Untersuchungsergebnisse rein objektiver Natur sind, stimmt das Gesamtergebnis mit der subjektiven Zufriedenheit des Patienten nicht unbedingt mit den radiologischen Befunden überein.

Varusfehlstellungen, Hallux-valgus-Rezidive und Arthrosebildungen werden zwar indirekt im 100 Punkte-Score der *A.O.F.A.S.* berücksichtigt, jedoch sind Patienten mit radiologisch gefundenen Auffälligkeiten (Rezidiv-Bildungen, Arthrosebildungen, Varusstellung der Großzehe, laterale Inkongruenz) nicht immer unzufrieden mit dem Operationsergebnis.

Das Gesamtergebnis orientiert sich überwiegend an der Befragung anhand des 100 Punkte-Scores der *A.O.F.A.S.* und dem von uns angefertigten Nachuntersuchungsbogen.

Zur Beurteilung des klinischen Operationsergebnisses wurde die Tabelle (Abb. 3.27) zu Hilfe genommen.

Unter Berücksichtigung dieser Kriterien waren 33 Füße mit sehr guten, 27 Füße mit guten, 4 Füße mit mäßigen und 3 Füße mit schlechten Ergebnissen zu beurteilen.

In Abb. 3.28 wird das Gesamtergebnis der Nachuntersuchung unter Zuhilfenahme der dargestellten Tabelle (Abb. 3.27) anhand einer Grafik dargestellt.

100-Punkte-Score der A.O.F.A.S.	
100-90 Punkte	Sehr gut
89-80 Punkte	Gut
79-50 Punkte	Mäßig
49-0 Punkte	Schlecht
Kosmetische Beurteilung des Ballens durch den Patienten	
	Sehr gut
	Gut
	Mäßig
	Schlecht
Kosmetische Beurteilung der Narbe durch den Patienten	
	Sehr gut
	Gut
	Mäßig
	Schlecht
Subjektive Zufriedenheit des Patienten	
	Sehr gut
	Gut
	Mäßig
	Schlecht

Abb. 3.27

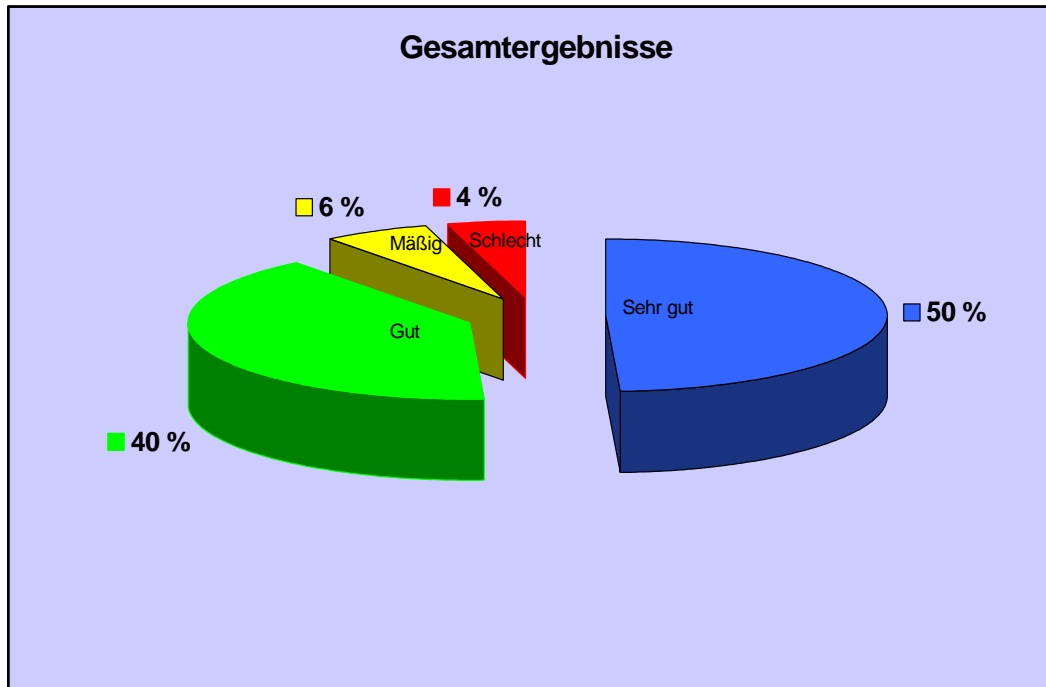


Abb. 3.28

4. DISKUSSION

Die v-förmige subkapitale Osteotomie, die von Austin & Leventen (1981) beschrieben wurde, ist eine heute häufig angewandte Methode zur Korrektur der Hallux-valgus-Deformität. Ihren Namen verdankt sie dem als „Chevron“ bezeichneten v-förmigen Militärabzeichen. In der medizinischen Fachliteratur haben in den vergangenen 20 Jahren einige Autoren über die auch als Osteotomie nach *Austin* bekannte Operationsmethode berichtet. Eine Auswahl der verschiedenen Autoren ist in Tab. 4.1 gegeben.

Das Ziel der Osteotomie nach *Austin* (Chevron-Osteotomie) besteht im Heranführen des Metatarsale-I-Köpfchens an das Metatarsale-II-Köpfchen unter Berücksichtigung der dorsoplantaren Position (Verkleinerung des Intermetatarsalwinkels), der Wiederherstellung der physiologischen Verhältnisse im Metatarsophalangealgelenk (Beseitigung der Subluxationsstellung und der Inkongruenz), der Beseitigung der Pseudoexostose medial am Metatarsale-I-Köpfchen, der Erreichbarkeit der freien Beweglichkeit am ersten Metatarsophalangealgelenk, der Wiederherstellung der anatomischen Verhältnisse unter Berücksichtigung der Biomechanik und der Korrektur der Lage der Sesambeine (Wülker 1997, Wetzel, Appel, Hess, Schwarzkopf und Puhl 1996). Postoperativ sollte der Patient schmerzfrei sein, weite und flache Schuhe tragen können und seinen persönlichen Bedürfnissen in Beruf und Freizeit wieder nachgehen können.

Die Operation nach *Austin* hat sich mit ihren vielseitigen Möglichkeiten zur Verschiebung des Metatarsaleköpfchens nach lateral, plantar, proximal und distal und der Kippung nach lateral oder medial als gelenkerhaltendes Verfahren in der Therapie zur Korrektur der Hallux-valgus-Deformität bewährt. Sie zeichnet sich außerdem durch eine ausreichende Stabilität aus, die die frühe postoperative Belastbarkeit erlaubt (siehe Nachbehandlung in Kapitel 2).

Die Osteotomie nach *Austin* wird laut US-amerikanischen Autoren (Coughlin 1996, Hatstrup & Johnson 1985, Mann & Coughlin 1981, Mann 1993) bei leichten bis mäßigen Fehlstellungen mit kongruentem Metatarsophalangealgelenk, einem Intermetatarsalwinkel von kleiner als 13 Grad und einem Hallux-valgus-Winkel von kleiner 30 als Grad eingesetzt. Als Kontraindikationen werden schwere Hallux-valgus-Deformitäten mit Hallux-valgus-Winkeln größer 30 als Grad, Gelenke mit

degenerativer Arthrosebildung, inkongruente Metatarsophalangealgelenke mit einem proximalen Artikulationswinkel von mehr als 15 Grad und Patienten, die älter als 60 Jahre sind, gesehen.

Entgegen der Einschränkungen der oben genannten US-amerikanischen Autoren ist eine andere Position z.B. die von Steinböck (1996), daß auch Intermetatarsalwinkel von über 20 Grad und Hallux-valgus-Winkel von über 50 Grad der Operation nach *Austin* unterzogen werden können. Auch präoperative Arthrosebildung oder ein hohes Alter der Patienten sind für Steinböck keine Kontraindikationen unter der Voraussetzung, daß eine gute Beweglichkeit und Trophik des ersten Strahles besteht. Steinböck sagt, daß man dann jedoch auch an weiterführende laterale Entspannungsmaßnahmen denken muß.

Trnka et al. (1997) sagen in ihrer Veröffentlichung, daß es keine Altersgrenze für die Chevron-Osteotomie gibt, vorausgesetzt die Blutversorgung des Metatarsaleköpfchens und die Knochenqualität sind gut.

Ziel dieser Arbeit war zu zeigen, welche Behandlungsergebnisse sich mit der in der Fußchirurgie häufig angewandten Osteotomie nach *Austin* zur Korrektur der Hallux-valgus-Deformität erzielen lassen. Im Rahmen der Nachuntersuchung wurden umfangreich prä- und postoperative Röntgenaufnahmen vermessen und klassifiziert (siehe Kapitel 2). Unter Zuhilfenahme des 100-Punkte-Scores (Abb. 2.6) der A.O.F.A.S. (Kitaoka et al. 1994) und einer klinischen Nachuntersuchung, die anhand eines für diesen Zweck ausgearbeiteten Bogens (Abb. 2.5) dokumentiert wurde, konnten die Ergebnisse unseres Patientenguts ausgewertet werden. Unser Patientengut war aufgrund seiner Altersverteilung von 13 bis 69 Jahren zum Zeitpunkt der Operation und der damit verbundenen unterschiedlichen Erwartungshaltung von der Operation sehr interessant auszuwerten. Die präoperativen Voraussetzungen waren zum Teil anders gestaltet als die von den US-amerikanischen Spezialisten beschriebenen. Wir hatten neben der Altersverteilung von 18 Patienten über 60 Jahren auch 29 Patienten mit einem präoperativen Intermetatarsalwinkel nach *Venning & Hardy* von ≥ 13 Grad (Abb. 3.4) und 28 Patienten mit einem präoperativen Hallux-valgus-Winkel nach *Venning & Hardy* von ≥ 30 Grad (Abb. 3.7). Inkongruente Gelenke präoperativ waren in 62 Fällen (92,5%) zu beobachten.

Im Rahmen dieser Nachuntersuchung sollte die Indikationsstellung der Operationsmethode nach *Austin* ausgelotet werden, um somit die Probleme der Methode und ihre Grenzen erkennen zu können.

Der durchschnittliche Intermetatarsalwinkel, der bei uns mit der „klassischen“ Methode nach *Venning & Hardy* (1951) gemessen wurde und präoperativ 12,1 Grad betrug, konnte mit der Methode nach *Mitchell et al.* (1958) präoperativ mit 9 Grad und postoperativ mit 5,5 Grad ermittelt werden.

Einen Überblick über die Veröffentlichungen der letzten zwei Jahrzehnte hinsichtlich der Chevron-Osteotomie und ihrer Ergebnisse bezüglich der gemessenen Intermetatarsalwinkel gibt die Tab. 4.1 wieder.

Autor(en)	Intermetatarsalwinkel	
	präoperativ	postoperativ
Lewis & Feffer (1981)	13°	9°
Lian & Leventen (1989)	11°	5,6°
Zimmer et al. (1989)	12,3°	7,5°
Hirvensalo et al. (1991)	14°	9°
Johnson et al. (1991)	11°	6,5°
Rossi & Ferreira (1992)	15,5°	10,4°
Donnelly et al. (1994)	12°	8°
Pochatko et al. (1994)	13°	8°
Tang, Dai, Chen (1995)	11,2°	6,5°
Steinböck (1996)	14,4°	3°
Diebold (1997)	13,2°	6,4°
Markbreiter & Thompson (1997)	15,1°	5,4°
Côrte-Real et al. (1998)	14°	10°
Chou, Mann, Casillas (1998)	11°	9°
Tan, Seow, Tay (1998)	13°	8°
Brunner et al. (2000)	14,7°	10,7°
Eigene Studie (nach <i>Venning & Hardy</i>)	12,1°	
(nach <i>Mitchell et al.</i>)	9°	5,5°

Tab. 4.1

Auf welche Art und Weise der Intermetatarsalwinkel gemessen wurde, ist allen hier genannten Veröffentlichungen nicht zu entnehmen. Es ist aber anzunehmen, daß dort mit der Methode nach *Venning und Hardy* (1951) gemessen wurde, da diese als die „klassische“ Methode anzusehen ist. Unsere Messungen wurden zusätzlich auch mit dieser „klassischen“ Methode durchgeführt, um einen Vergleich mit der internationalen Literatur zu haben. So kommen wir auch auf ein vergleichbares Ergebnis mit einem präoperativen Intermetatarsalwinkel von 12,1 Grad.

Für den Intermetatarsalwinkel nach *Venning & Hardy* (1951) werden in der Literatur Normalwerte unter 8 bis 10 Grad angegeben (Antrobus 1984, Durman 1957, Hardy & Clapham 1951, Kilmartin, Barring und Wallace 1991, Mann 1993, Wülker, Wirth und Maßmann 1991).

Wir haben mit der Methode nach *Mitchell et al.* (1958) gemessen, da diese Art und Weise der Winkelbestimmung unserer Meinung nach die einzige Methode ist, die die Schafthalbierende nach Verschiebung des Metatarsaleköpfchens postoperativ am ehesten repräsentiert. Die Längsachse geht bei dieser Methode nicht durch zwei Punkte im proximalen und distalen Schaftbereich („klassische“ Methode), sondern durch die Mitte der Gelenkflächen an der Basis und am Köpfchen des Metatarsale I. Durch diese Art der Winkelbestimmung wird die Lateralisierung des Metatarsaleköpfchens postoperativ reproduzierbarer meßbar (Schneider & Knahr 1998).

Unsere Nachuntersuchung ergab bei großen präoperativen Intermetatarsal-winkeln nach *Venning & Hardy* (15 Grad und mehr) signifikante Unterschiede im Hinblick auf das Gesamtergebnis des 100-Punkte-Scores der A.O.F.A.S. ($p < 0,06$), d.h. daß diese Gruppe von Patienten insgesamt schlechtere Ergebnisse aufzuweisen hatte. Es waren in dieser Gruppe mit Intermetatarsalwinkeln ≥ 15 Grad in 3 Fällen Rezidive aufgetreten (HV-Winkel $15 \geq$ Grad). Bei 23 Füßen (34,3 Prozent) hat sich der Intermetatarsalwinkel um weniger als 3 Grad verkleinert, d.h. die Metatarsaleköpfchen sind zwar verschoben worden, jedoch ohne sichtbaren Erfolg.

Der Hallux-valgus-Winkel betrug bei unserer Nachuntersuchung präoperativ 27,9 Grad, gemessen mit der „klassischen“ Methode nach *Venning & Hardy* (1951) und gemessen mit der Methode nach *Mitchell et al.* (1958) präoperativ 24 Grad und postoperativ 9 Grad.

Es kann in den genannten Publikationen wiederum nicht nachvollzogen werden, auf welche Art und Weise die Winkelbestimmung erfolgte. Da die präoperativen Ausgangswinkel nahezu bei allen Autoren etwas höher als bei uns sind, ist anzunehmen, daß wieder mit der Methode nach *Venning & Hardy* (1951) gemessen wurde. Wir haben uns wie bei der Messung des Intermetatarsalwinkels der Methode nach *Mitchell et al.* (1958) bedient, weil hier die Längsachse des Metatarsale I am ehesten den anatomischen Gegebenheiten in Bezug auf die Lateralisierung des Metatarsale-I-Köpfchens entspricht. Um mit den in der Fachliteratur publizierten Werten Vergleiche anstellen zu können, haben wir auch die „klassische“ Methode nach *Venning & Hardy* (1951) angewandt und kommen so auf einen präoperativen Hallux-valgus-Winkel von 27,9 Grad.

Die Tabelle (Tab. 4.2) gibt einen Überblick der in der Fachliteratur veröffentlichten Werte bezüglich des bestimmten Hallux-valgus-Winkels prä- und postoperativ.

Autor(en)	Hallux-valgus-Winkel	
	präoperativ	postoperativ
Lewis & Feffer (1981)	32°	19°
Lian & Leventen (1989)	27,6°	12,5°
Zimmer et al. (1989)	28,6°	20,5°
Hirvensalo et al. (1991)	31°	19°
Johnson et al. (1991)	21,2°	11,1°
Rossi & Ferreira (1992)	28,1°	10,5°
Donnelly et al. (1994)	25°	17°
Pochatko et al. (1994)	31°	17,5°
Tang, Dai, Chen (1995)	30,1°	16°
Steinböck (1996)	30°	18°
Diebold (1997)	28,4°	16,4°
Markbreiter & Thompson (1997)	31,3°	11,6°
Côrte-Real et al. (1998)	32°	18°
Chou, Mann, Casillas (1998)	22°	18°
Tan, Seow, Tay (1998)	27°	12°
Brunner et al. (2000)	30,5°	17,5°
Eigene Studie (nach <i>Venning & Hardy</i>)	27,9°	
(nach <i>Mitchell et al.</i>)	24°	9°

Tab. 4.2

Für den Hallux-valgus-Winkel nach *Venning & Hardy* werden in der Literatur Normalwerte zwischen 8 und 20 Grad angegeben (Antrobus 1984, Boebel & Wolff 1960, Donick et al. 1960, Durman 1957, Eulert & Mau 1986, Hardy & Clapham 1951, Kilmartin et al. 1991, Piggott 1960).

Schneider & Knahr (1998) stellten in ihrer Publikation allein fünf verschiedene Meßmethoden zur Bestimmung der Achse des ersten Metatarsale vor. Unterschiede von bis zu 9 Grad sind bei Messungen mit unterschiedlichen Methoden zur Bestimmung des Intermetatarsalwinkels oder des Hallux-valgus-Winkels herausgekommen. Laut Schneider & Knahr (1998) ist es wegen dieser großen Unterschiede nicht zu akzeptieren, Winkel als Kriterium eines Erfolges bei der Korrektur eines Hallux valgus heranzuziehen, wenn diese nicht klar definiert werden, was somit eine Bestätigung unserer eigenen Erfahrungen und Ergebnisse ist. In ihrer Studie erweist sich die Methode nach *Mitchell et al.* (1958) als die geeignetste, um die Achse des Metatarsale I zu bilden. Sie ist unabhängig von jeder Art von Osteotomie, da sich je ein Punkt proximal bzw. distal der Osteotomie befindet.

Mann & Donatto (1997) beschreiben in ihrer Veröffentlichung, daß die postoperativ angegebene Korrektur der bestimmten Winkel von der Art der Winkelbestimmung abhängt und sich damit die Größen der Korrekturen stark unterscheiden. Die Autoren selbst messen mit der Methode nach *Hardy & Clapham*.

Unserer Meinung nach sind Winkelbestimmungen (wie z.B. die Methode nach *Hardy & Clapham*), die nicht durch das Zentrum der Gelenkfläche des Metatarsaleköpfchens gemessen werden und somit nicht die Lateralverschiebung des Köpfchens postoperativ berücksichtigen, für eine Nachuntersuchung nicht verwertbar.

Der in unserer Nachuntersuchung gemessene durchschnittliche proximale Gelenkflächenwinkel nach *Richardson, Graves, McCure und Boone* (1993) war präoperativ bei 21 Grad und postoperativ bei 6 Grad. In der Literatur wird eine große Spannbreite als Normalwert angegeben, nämlich 0 bis 28 Grad (Amarnek, Mollica, Jakobs und Oloff 1986, Balding & Sorto 1985, Gudas & Marcinko 1994, Mann 1990). Bei einer Hallux-valgus-Deformität können laut Wülker, Carl und Wirth (1994) Werte über 30 Grad und mehr gefunden werden.

Da der proximale Gelenkflächenwinkel auch durch viele Meßmethoden in der Literatur beschrieben wird (Christman 1988, Mann 1990, Piggott 1960, Steel, Johnson, DeWitz und Ilstrup 1980), haben Richardson et al. (1993) die Meßmethode definiert, die von uns auch angewandt wurde. In der Arbeit von Richardson et al. (1993) wird auf die exakte Meßmethode Wert gelegt, um bei der Entscheidung zur Festlegung der richtigen Therapie einen exakten Wert zu haben, um die Indikation präzise stellen zu können, z.B. Weichteileingriff, Osteotomie oder Resektionsarthroplastik. Eine Aussage ihrer Arbeit ist, daß eine Osteotomie nur dann erfolgreich durchgeführt werden kann, wenn der proximale Gelenkflächenwinkel auch korrigiert wird. Ansonsten ist mit einem Rezidiv oder mit einem Hallux varus zu rechnen.

RA Mann beruft sich auch in seinen Veröffentlichungen auf die von Richardson et al. (1993) beschriebene Technik der Messung des proximalen Gelenkflächenwinkels. In der Arbeit von Chou, Mann und Casillas (1998) wird auf das Problem eingegangen, daß bei der Chevron-Osteotomie die Verschiebung des Kopffragments nach lateral bei sehr großen proximalen Gelenkflächenwinkeln oder bei Vorkommen eines Hallux interphalangeus der erste Strahl nach erfolgter operativer Korrektur gegen die zweite Zehe drückt, was die Patienten sehr oft stört und Schmerzen verursacht. Chou, Mann und Casillas (1998) wenden aus diesem Grund eine sog. biplanare Chevron-Osteotomie an, bei der an dem medialen Anteil der proximalen Osteotomiefläche 1 bis 3 mm Knochensubstanz zusätzlich entfernt werden, so daß die Gelenkfläche nach medial positioniert werden kann, um das Metatarsaleköpfchen optimal ausrichten zu können. Mit dieser Methode kann auf zusätzliche Eingriffe wie z. B. die Operation nach *Akin* verzichtet werden (Chou, Mann und Casillas 1998).

Austin & Leventen (1981) beschreiben in ihrer Veröffentlichung, daß man nach erfolgter Osteotomie das Metatarsaleköpfchen medialseitig in den Meta-tarsaleschaft eindrücken kann und somit eine medialwärts gerichtete Gelenkfläche erhält, die die Großzehe der zweiten Zehe fernhält.

Mann (1995) hält dagegen, daß es ohne eine zusätzliche Entfernung von Knochenanteilen medial der proximalen Osteotomiefläche nicht möglich ist, den proximalen Gelenkflächenwinkel genügend zu korrigieren, da der Knochen bei jungen Patienten zu hart ist. Die Erfahrungen des Operateurs (Dr. Christian Kinast) sind dahingehend, daß bei vielen Patienten ab 40 Jahren die Konsistenz des Knochens weich bis sehr weich (reines Fettmark) ist.

Nach den Erfahrungen unserer Nachuntersuchung konnten ohne einer zusätzlichen medialen Osteotomie auch zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden. In unserer Nachuntersuchung waren es nur 10 Füße, die einen proximalen Gelenkflächenwinkel von 30 Grad und mehr aufzeigten, davon hatte ein Fuß sogar einen präoperativen Ausgangswert von 46 Grad. Diese Patientin mit einer massiven Hallux-valgus-Deformität entwickelte nach erfolgter Korrektur im Laufe von 40 Monaten einen Hallux varus (siehe Fallbeispiel 2 im Kapitel Ergebnisse).

Der in unserer Arbeit gemessene Vorfußadduktionswinkel (Metatarsus-adductus-Winkel) nach *Engle, Erlick und Krems* (1983) wird selten bei Nachuntersuchungen von anderen Autoren herangezogen. Dieser Winkel ist für die Beurteilung der Hallux-valgus-Deformität aus zweierlei Hinsicht interessant. Zum einen führt ein vergrößerter Vorfußadduktionswinkel zu einer relativen Abnahme des Intermetatarsalwinkels, wodurch man in der radiologischen Beurteilung falsche Schlüsse in Hinsicht auf das Ausmaß der Deformität ziehen kann. Zum anderen führt ein vergrößerter Metatarsus-adductus-Winkel mit einer höheren Wahrscheinlichkeit zum Hallux valgus (*Gudas & Marcinko* 1994). Als Normalwert werden 0 bis 15 Grad angegeben, von einem leichten Metatarsus adductus spricht man bei Werten zwischen 16 und 19 Grad, von einem mäßigen bei Werten zwischen 20 und 25 Grad und von einem schweren Metatarsus adductus bei Werten über 25 Grad (*Banks, Hsu, Mariash und Zirm* 1994, *Engle, Erlick und Krems* 1983, *LaReaux & Lee* 1987). *LaReaux & Lee* (1987) sagten, daß ein Metatarsus adductus mit dem juvenilen Hallux valgus assoziiert ist. *Banks et al.* (1994) sprachen sogar von einer linearen Korrelation zwischen einem zunehmenden Vorfußadduktionswinkel und einem zunehmenden juvenilen Hallux valgus. In unserem Patientengut konnten wir diese Aussage nur bedingt bestätigen, da wir bei vier juvenilen Halluces valgi in nur zwei Fällen vergrößerte Vorfußadduktuswinkel beobachteten.

In unserer Nachuntersuchung fiel auf, daß Vorfußadduktionswinkel >15 Grad präoperativ in 10 Fällen (83 %) bei den 12 Hallux-valgus-Rezidiven (Hallux-valgus-Winkel ≥ 15 Grad) vertreten waren.

Die Lage des medialen bzw. tibialen Sesambeines gegenüber der Schafthalbierenden des Metatarsale I ist ein wichtiges Kriterium um zu überprüfen, wie weit das Metatarsale-I-Köpfchen aus dem Sesambeinkomplex herausgetreten ist. *Hardy und Clapham* (1951) entwickelten diese Klassifizierung, da sie durch die gute

radiologische Darstellung der Sesambeine leicht nachzuvollziehen ist. Außerdem fanden sie in ihrer Arbeit eine hohe Korrelation (Korrelationskoeffizient 0,8) zwischen dem Grad der Abweichung des medialen Sesambeines und dem Schweregrad der Hallux-valgus-Deformität. Diese Aussage konnten wir in unserer Nachuntersuchung bestätigen mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,86 zwischen Sesambeinposition (TSP) größer gleich TSP 3 und dem Ausmaß der Hallux-valgus-Deformität (Hallux-valgus-Winkel). Eine Position des tibialen Sesambeines von 3 und weniger wird in der Literatur als normal angesehen (Gudas & Marcinko 1994, Hardy & Clapham 1951).

Wir bedienen uns einer weiteren Einteilung zur Klassifizierung der Lage der Sesambeine, nämlich der nach *Appel*. Diese siebenstufige Klassifikation wurde von ihm nach anatomischen, röntgenologischen und computertomografischen Befunden konzipiert. Sie berücksichtigt sowohl die Lage des medialen Sesambeines zur Schafthalbierenden des ersten Metatarsale als auch die Lage des lateralen Sesambeines zur lateralen Schafthkortalis (Wetzel et al. 1996). In ihrer Publikation wurde ein hoch signifikanter ($p=0,00002$) Zusammenhang zwischen der präoperativen Sesambeinlage und der Subluxationsstellung des Metatarsophalangealgelenkes und somit dem Grad der Ausprägung der Hallux-valgus-Deformität gefunden. Mann & Coughlin (1986) stellten fest, daß bei einem Hallux-valgus-Winkel von 40 Grad und mehr eine Dislokation des lateralen Sesambeines auftritt. Durch diesen Zusammenhang sollte daher die Beurteilung des Sesambeinkomplexes unbedingt als Voraussetzung für jede Operationsplanung bei einem Hallux valgus dienen. Piggott (1960) beschrieb in seiner Veröffentlichung, daß jeder Fuß mit einer Verschiebung bzw. Luxation der Sesambeine ($TSP \geq 6$) mit einer Subluxation im ersten Metatarsophalangealgelenk einhergeht. Diese Tatsache bestätigte sich bei uns, indem 13 Füße, die in der hohen Kategorie ($TSP \geq 6$ nach *Hardy & Clapham*, 2/3 und 3/3 nach *Appel*) eingestuft wurden, subluxierte Großzehengrundgelenke hatten. In 6 Fällen blieben die MTP-Gelenke postoperativ subluxiert, in 7 Fällen wurden sie kongruent.

Die Veränderung der Sesambeinlage nach *Appel* ergab in Hinblick auf die Änderung des Intermetatarsalwinkels einen Korrelationskoeffizienten von 0,15. Die Änderung des Hallux-valgus-Winkels ergab einen Korrelationskoeffizienten von 0,43. Somit besteht zwischen der Sesambeinlagenveränderung und der Hallux-valgus-Winkel-Korrektur ein engerer Zusammenhang als zur Intermetatarsal-winkelkorrektur.

Ein wesentliches Ziel des operativen Eingriffs zur Korrektur des Hallux valgus sollte die Wiederherstellung der Kongruenz des Metatarsophalangealgelenkes sein. In nahezu keiner der uns vorliegenden Arbeiten, die sich mit Ergebnissen aus Nachuntersuchungen beschäftigen, liegen Zahlen über Häufigkeiten von kongruenten, inkongruenten oder subluxierten Metatarsophalangealgelenken vor.

Wetzel et al. (1996) haben sich allerdings ebenfalls diesem Problem angenommen und kamen, wie schon oben erwähnt, zu dem Schluß, daß ein subluxierter Sesambeinkomplex fast immer mit einem subluxierten MTP-Gelenk vergesellschaftet ist. Piggott (1960) hat sich in der Vergangenheit damit beschäftigt, daß eine Subluxation im Großzehengrundgelenk als Prädiktor für die Wahrscheinlichkeit eines weiteren Fortschreitens der Hallux-valgus-Deformität angesehen werden kann. Er belegt dies anhand einer Studie mit Jugendlichen und jungen Erwachsenen. In dieser Veröffentlichung hat er auch die Definition für ein kongruentes, inkongruentes und subluxiertes Gelenk gegeben (siehe Punkt 2.5.7. im Kapitel Material und Methode).

Um die Beurteilung des MTP-Gelenkes bezüglich Kongruenz bzw. Inkongruenz besser beurteilen zu können, wurde vom Untersucher zusätzlich die Verschiebung der Grundphalanx gegenüber dem Metatarsale I nach lateral und medial gemessen. Zusätzlich wurde durch die Messungen auch die Verschiebung nach medial genauer beleuchtet. Insgesamt war bei 7 Füßen eine Verschiebung der Grundphalanx nach medial postoperativ zu beobachten (Hallux-varus-Stellung).

Bei der statistischen Analyse (Tab. 4.3) der Daten war aufgefallen, daß ab einer lateralen Inkongruenz präoperativ von größer gleich 2 mm signifikante Unterschiede im Hinblick auf die Ergebnisse vorlagen. Bei der Untersuchung des Gesamt-Scores der A.O.F.A.S. (American Orthopedic Foot And Ankle Society) fanden wir auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,1$, daß bei dieser Gruppe schlechtere Resultate vorlagen. In Bezug auf die laterale Inkongruenz ≥ 2 Millimeter präoperativ ergab sich auch, daß auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,02$ die Schmerzsituation postoperativ schlechter war.

Interessanterweise war auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,15$ die Beweglichkeit in dieser Gruppe postoperativ besser, was womöglich auf die gelockerten Kapsel-Band-Strukturen zurückzuführen ist.

Zusammenfassung der statistischen Ergebnisse für die Gruppenbildung zur lateralen Inkongruenz < 2 mm und ≥ 2 mm präoperativ (t-Test für unabhängige Stichproben)			
	Mittelwerte der Gruppenbildungen präoperativ		Signifikanz
	< 2 mm	≥ 2 mm	
<u>Gesamtscore</u> der A.O.F.A.S.	91,8 Punkte	88,2 Punkte	p<0,1
<u>Schmerzbewertung</u> (nach Gesamtscore der A.O.F.A.S.)	38,2 Punkte	35,7 Punkte	p<0,02
<u>Beweglichkeit</u> (nach Gesamtscore der A.O.F.A.S.)	6,8 Punkte	7,6 Punkte	p<0,15

Tab. 4.3

Durch den Metatarsalindex haben wir die Längenverhältnisse der Metatarsalia I und II bestimmt. Wir haben uns der Methode nach *Nilsonne* (1930) bedient (siehe Punkt 2.5.9. im Kapitel Material und Methode). Alternativ dazu gäbe es die Methode nach *Hardy & Clapham* (1951), bei der die Längenverhältnisse als ungefähre Fortsetzung eines um die Metatarsaleköpfchen II bis IV gelegten Kreisbogens und eines um das Metatarsale-I-Köpfchens gelegten Kreisbogens ermittelt werden. Es wäre auch möglich, die Längen der Metatarsalia I und II direkt auszumessen, doch würde hier eine Plantarneigung der Metatarsalia zu unkorrekten Ergebnissen führen. Die Methode nach *Nilsonne* (1930) entspricht laut *Morton* (1935) am ehesten der funktionellen Mechanik des Fußes, da die Fußachse bei der Abrollbewegung in Richtung des Metatarsale II verläuft. Unterschiedliche Meßmethoden können zu deutlich verschiedenen Ergebnissen führen (*Eulert* 1986, *Steinböck* 1993). So ist eine genaue Angabe der Längenverhältnisse nur sinnvoll, wenn nach derselben Methode gemessen wurde. Einen groben Anhalt über die Längenverhältnisse gibt jedoch die Bezeichnung Index-plus-, Index-minus- oder Index-plus-minus-Variante. Bei unserer Nachuntersuchung kam es zu einer durchschnittlichen Verkürzung des Metatarsale I von 2,5 mm (Bereich -4 mm bis 7 mm). Zum Vergleich betrug die

durchschnittliche Verkürzung bei Lian & Leventen (1989) postoperativ 4,3 mm (Bereich -2 mm bis 11 mm). Hirvesalo et al. (1991) fanden in ihrer Studie ebenfalls eine durchschnittliche Verkürzung des Metatarsale I um 2,5 mm (Bereich 0 mm bis 8 mm). Johnson et al. (1991) beschrieben eine durchschnittliche Verkürzung von 2 mm (Bereich -2 mm bis 9 mm). Die durchschnittliche Verkürzung des ersten Metatarsale betrug in einer Studie von Rossi & Ferreira (1992) 1,5 mm und bei Markbreiter & Thompson (1997) 2,56 mm. Bei Austin und Leventen (1981) wurde sogar eine Verkürzung des ersten Metatarsale von 6 mm (1/4 inch) gemessen, ohne daß es im Sinne eines Morton`schen Neuroms zu einer Verlagerung der Schmerzen zu den kleinen Zehen hin kam.

Die Untersuchung der Verkürzung des Metatarsale I ist ein wichtiger Prädiktor für das eventuelle Auftreten einer Transfermetatarsalgie vom ersten auf den zweiten Strahl postoperativ.

In der Literatur wird auf die Nachteile einer postoperativen Verkürzung des ersten Metatarsale und der damit verbundenen Entstehung von Transfermetatarsalgien hingewiesen. In Kombination mit einer Elevation des ersten Metatarsaleköpfchens ist die Verkürzung des ersten Strahles oftmals die Ursache von Transfermetatarsalgien auf die kleinen Zehen (Kinnard & Gordon 1984, Hatstrup & Johnson 1985, Johnson 1989, Mann 1993 und Choudhury, Kitaoka und Peterson 1997). Laut Johnson (1989) und Mann (1993) können mit der Möglichkeit der Plantarflexion des ersten Metatarsaleköpfchens bei der Chevron-Osteotomie entstehende Metatarsalgien vermieden werden.

Das Verhindern von großen Verkürzungen des Metatarsale I ist laut Hirvensalo et al. (1991) eines der großen Vorteile der Chevron-Osteotomie, wobei ein Längenverlust allein durch den Sägeschnitt oft nicht vermieden werden kann.

In unserer Untersuchung konnte keine Transfermetatarsalgie beobachtet werden. In 14 Fällen bestanden Metatarsalgien präoperativ am 2. Strahl, die postoperativ in 10 Fällen beseitigt wurden. Bei 10 Füßen, die eine Verkürzung des ersten Metatarsale und gleichzeitig eine Elevation des ersten Metatarsaleköpfchens erfahren haben, wurden postoperativ keine Schmerzen angegeben.

Hatstrup & Johnson (1985) berichteten über 3 Füße mit Metatarsalgien in ihrer Studie von 22 operierten Füßen, die postoperativ auftraten und den Hauptgrund der Unzufriedenheit der Patienten darstellten. Donnelly et al. (1994) beobachteten in keinem Fall das Auftreten einer Transfermetatarsalgie postoperativ bei 15 Patienten.

Bei einer Untersuchung von Sammarco et al. (1993), in der auf übermäßige Verkürzungen des Metatarsale I bei der Chevron-Osteotomie verzichtet wurde, traten ebenfalls keine Transfermetatarsalgien auf.

Neben dem Intermetatarsalwinkel I/II, der in nahezu allen Publikationen von Hallux-valgus-Nachuntersuchungen erwähnt wird, interessierte uns die Änderung der Distanz zwischen Metatarsale I und Metatarsale II. Eine Definition für diese Meßmethode ist in der uns zur Verfügung stehenden Literatur noch nicht beschrieben worden. Diese Methode zeigt direkt das Ausmaß der Verschiebung des Metatarsale-I-Köpfchens und oftmals zugleich den Verlust der intraoperativen Korrektur. Auf unmittelbar postoperativ angefertigten belasteten Röntgenaufnahmen sind somit Korrekturverluste sichtbar. Eine Korrelation zwischen der Verkleinerung des Intermetatarsalwinkels nach *Mitchell et al.* und der Verkleinerung des Abstandes zwischen Metatarsale I und II konnte mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,52 gefunden werden. In der Veröffentlichung von Hirvensalo et al. (1991) wurde über eine Verminderung der Distanz zwischen Metatarsale I und II von 1 mm (Bereich –4 mm bis 5 mm) gesprochen, wobei in dieser Arbeit nicht auf die Art der Meßmethode eingegangen wird. Wir fanden eine durchschnittliche Verminderung der Distanz zwischen Metatarsale I und II von 4 mm (Bereich 0mm bis 13 mm). Eine Definition unserer Meßmethode wurde im Kapitel Material und Methode unter Punkt 2.5.10. beschrieben.

In unserer Nachuntersuchung wurde in 15 Fällen (22%) das Auftreten einer Arthrose beobachtet (14 Füße Hallux-rigidus-Stadium II, 1 Fuß Hallux-rigidus- Stadium III), wobei man beim Stadium III der Hallux-rigidus-Klassifikation von einem Vollbild der Arthrose mit deutlichen radiologischen Degenerationszeichen spricht. Andere Autoren fanden in Ihren Nachuntersuchungen nach erfolgter Chevron-Osteotomie ebenfalls Arthrosebildungen. Lian & Leventen (1989) beschrieben bei 12 % Ihrer 90 mit der Methode nach *Austin* operierten Füße neue Osteophytenbildungen und somit Arthrosezeichen. Schöb et al. (1993) fanden in ihrer Vergleichsstudie anderer häufiger Operationsverfahren bei der Methode nach *Keller-Brandes* (95 Füße, mittlerer Nachuntersuchungszeitraum 55 Monate) 5 Füße mit Arthrosen und bei der Methode nach *Kramer* (167 Füße, mittlerer Nachuntersuchungszeitraum 60 Monate) 35 Füße mit Arthrosen und 3 Füße mit einem Hallux rigidus.

Über eine seltene, aber schwerwiegende Komplikation, der avaskulären Nekrose, wird immer wieder berichtet. In unserer Nachuntersuchung ist in einem Fall eine Partialnekrose des Metatarsale-I-Köpfchens beobachtet worden.

Ein Fuß einer 60 Jahre alten Patientin (siehe Fallbeispiel 2 im Kapitel Ergebnisse) hatte bereits präoperativ radiologisch nachweisbare Veränderungen (Hallux-rigidus-Stadium II). Im Laufe von 18 Monaten postoperativ entwickelte sich eine partielle Köpfchennekrose des ersten Metatarsale mit deutlichen radiologischen Zeichen (Zystenbildung, Rarefizierung der Knochenstruktur), die sich im weiteren Verlauf etwas zurückbildeten. Auffallend war bei der Röntgenkontrolle 40 Monate postoperativ eine Zunahme der Arthrose im Metatarsophalangealgelenk und wurde mit dem Hallux-rigidus-Stadium III klassifiziert (siehe Kapitel Material und Methode unter Punkt 2.5.13.).

Die avaskuläre Nekrose des Metatarsaleköpfchens ist an sich selten und wird wegen der besonderen Blutversorgung gewöhnlich nach distalen Osteotomien am Metatarsale I in Kombination mit lateralem Weichteilrelease beobachtet. Nach Easley & Kelly (2000) ist die avaskuläre Nekrose im Gegensatz zur Arthrose nur vorübergehend und wird selten symptomatisch. Das Metatarsaleköpfchen paßt sich den veränderten Blutversorgungsbedingungen an. Es gibt keine standardisierte Therapie bei Auftreten einer avaskulären Nekrose. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß körperliche Aktivität und passendes Schuhwerk ein gutes Therapiemanagement sind (Easley & Kelly 2000).

Austin & Leventen (1981) fanden in ihrer Veröffentlichung bei 1200 untersuchten Füßen keinen einzigen Fall von avaskulärer Nekrose, wobei keine Angaben über das Follow-up gemacht wurden. Keinen Fall von avaskulärer Nekrose gab es auch in der Studie von Hatstrup & Johnson (1985), die allerdings auf den kurzen Nachuntersuchungszeitraum von 28 Monaten hinwies. In der Studie von Horne et al. (1984) wurden bei 12 Prozent ihrer nachuntersuchten Patienten radiologische Zeichen einer leichten avaskulären Nekrose gefunden. Williams et al. (1989) berichteten über keinen Fall von Nekrosebildung über einen Zeitraum von 12 bis 48 Monaten postoperativ. Ähnliches fanden Lian & Leventen (1989), Zimmer et al. (1989), Hirvensalo et al. (1991), Rossi & Ferreira (1992), Donnelly et al. (1994) und Peterson et al. (1994), die keine Anzeichen einer avaskulären Köpfchennekrose in ihrer Nachuntersuchung finden konnten. Pring et al. (1985) haben in ihrer Nachuntersuchung von 59 Chevron-Osteotomien einen Fall einer möglichen,

avaskulären Nekrose beobachtet. Meier & Kenzora (1985) berichteten über eine Nekroserate bei 20 Prozent ihres Patientenguts und Johnson et al. (1991) berichteten über Zysten im Metatarsaleköpfchen bei 10 Prozent ihrer nachuntersuchten Patienten. Côte-Real et al. (1998) berichteten nur bei einem Fuß über eine Köpfchennekrose.

Ein Hallux varus fand sich in unserer Nachuntersuchung bei 7 Füßen (10,4%). Eine Großzehe in Varusstellung sieht unschön aus, verursacht Beschwerden, begünstigt die Arthrosebildung und steht oft in Fehlstellung mit Hyperextension im Metatarsophalangealgelenk und Hyperflexion im Interphalangealgelenk. Diese Komplikation, die häufig bagatellisiert wird, wird von einigen anderen Autoren beschrieben.

Lian & Leventen (1989) berichteten über 4 Halluces vari bei 90 Patienten (4,4%). Steinböck (1996) beschrieb bei 9 Füßen von 50 nachuntersuchten Patienten die Bildung eines Hallux varus postoperativ (18%). Easley et al. (1996) sahen bei 12 Prozent ihrer nachuntersuchten Füße einen Hallux varus und Markbreiter & Thompson (1997) bei 6 Prozent ihres Patientenguts. Horne et al. (1984) hingegen fanden bei 76 nachuntersuchten Füßen keinen Fall von einer Varusbildung der Großzehe.

Diese genannten Autoren definieren den Hallux varus als einen „negativen“ bzw. überkorrigierten Hallux-valgus-Winkel. Wir nahmen neben dieser Definition noch die Beurteilung einer medialen Inkongruenz (siehe Kapitel Material und Methode Punkt 2.5.8.) als Zeichen für die Hallux-varus-Bildung.

Bei anderen Methoden, wie z.B. die nach *Keller-Brandes* oder *Kramer* kam es auch zu Varusbildungen der Großzehe, wie Veröffentlichungen von Zollinger & Fellmann (1998) und Schöb et al. (1993) belegten. Bei Zollinger & Fellmann (1998) wurden 2% bei *Keller-Brandes*-Operationen angegeben, Schöb et al. (1993) berichteten über 5 Fälle von 123 ebenfalls nach *Keller-Brandes* operierten Füßen und von 5 Fällen von 259 nach *Kramer* operierten Füßen.

In den Ergebnissen unserer Nachuntersuchung wurden 13 Fälle (19 %) von Hallux-valgus-Rezidiven gefunden. Mit einem postoperativen Hallux-valgus-Winkel von >15 Grad wurde die Rezidivbildung von uns sehr kritisch festgelegt.

In anderen Untersuchungen wird zwar auch von Hallux-valgus-Rezidiven gesprochen, jedoch wird nicht erwähnt, welche Kriterien bei der Nachuntersuchung angewandt wurden, um von einem Rezidiv sprechen zu können. Mann (1993) beschreibt zwar verschiedene Voraussetzungen, die ein Hallux-valgus-Rezidiv verursachen können, er gibt jedoch keine Definition für ein Hallux-valgus-Rezidiv. Man muß wohl von Abweichungen der in der Literatur angegebenen Normalwerte für den Intermetatarsal- und Hallux-valgus-Winkel ausgehen bzw. sich auf den präoperativen Ausgangswert der Winkel beziehen.

Austin & Leventen (1981) sprachen von einer Rezidiv-Rate von 10 Prozent bei 1200 nachuntersuchten Füßen. Lewis & Feffer (1981) fanden bei 29 operierten Füßen nur ein Rezidiv (3%). Hatstrup & Johnson (1985) berichteten über 4 Rezidive bei 225 Füßen (2%). Lian & Leventen (1989) berichteten postoperativ in 11 Fällen von 119 operierten Füßen (9%) von einem Hallux-valgus-Rezidiv mit einem Hallux-valgus-Winkel von mehr als 20 Grad. Hirvensalo et al. (1991) erwähnten in ihrer Nachuntersuchung von 78 Chevron-Osteotomien eine Hallux-valgus-Rezidivrate von 10 Prozent. Donnelly et al. (1994) fanden in ihrem Patientengut mit 15 Füßen kein einziges Rezidiv. Côte-Real et al. (1998) berichteten in nur einem Fall (5,5 %) von allerdings nur 18 operierten Füßen über ein Hallux-valgus-Rezidiv.

Bei Studien anderer Operationsmethoden kamen auch Hallux-valgus-Rezidive vor. In der Studie von Fellmann & Zollinger (1998) wurde bei Operationen nach *Keller-Brandes* von 47 Prozent Rezidiven berichtet, allerdings bei einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 17 Jahren. Schöb et al. (1993) erwähnten in ihrer Veröffentlichung 5 Fälle (4 %) von Hallux-valgus-Rezidiven bei 123 ebenfalls mit der Methode nach *Keller-Brandes* operierten Füßen. In derselben Publikation wurde von 27 Rezidiven (13,1%) bei 259 mit der Methode nach *Kramer* operierten Füßen gesprochen.

Bei den Füßen mit einem präoperativen Intermetatarsalwinkel von ≥ 15 Grad nach *Venning & Hardy* kam es in 3 Fällen zu einer Hallux-valgus-Rezidivbildung, bei Patienten mit einem Hallux-valgus-Winkel nach *Venning & Hardy* ≥ 35 Grad kam es in 4 Fällen zu einem Rezidiv. Bei den Füßen mit einer präoperativ bestehenden lateralen Inkongruenz ≥ 2 Millimeter kam es in 9 Fällen zu einem Rezidiv hinsichtlich des Hallux-valgus-Winkels. Insgesamt beobachteten wir in 13 Fällen das Auftreten eines Hallux-valgus-Rezidivs in unserem Patientengut (Hallux-valgus-Winkel ≥ 15 Grad).

Die gesamte passive Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk, die bei uns postoperativ durchschnittlich 68 Grad (Dorsalextension plus Plantarflexion) betrug, ist vergleichbar mit anderen Veröffentlichungen.

Präoperativ wurde die Beweglichkeit nicht regelmäßig dokumentiert. Die Erfahrung des Operateurs zeigt aber, daß die Beweglichkeit postoperativ nahezu immer schlechter war. Die Gründe hierfür sind in der Kapselraffung und der damit entstehenden Beweglichkeitseinschränkung zu suchen.

Lian & Leventen (1989) fanden z.B. nur eine Gesamtbeweglichkeit von durchschnittlich 47 Grad. Hirvensalo et al. (1991) hingegen fanden eine durchschnittliche präoperative Gesamtbeweglichkeit von 74 Grad, die sich postoperativ sogar um 4 Grad verbesserte. Mit unserem Ergebnis deckt sich die Studie von Johnson et al. (1991), die ebenfalls eine Gesamtbeweglichkeit von 68 Grad fanden. Donnelly et al. (1994) berichteten sogar über eine Gesamtbeweglichkeit von 87 Grad, wobei sie allerdings nur bei den Fällen über die Beweglichkeit berichteten, die keinerlei Schwierigkeiten und Komplikationen in ihrem Verlauf aufwiesen. Hendrix & Davis (1989) berichteten über eine Gesamtbeweglichkeit von 60 Grad in einer retrospektiven Studie von 50 Chevron-Osteotomien. Chou, Mann und Casillas (1998) gaben eine passive Gesamtbeweglichkeit von 54 Grad (Bereich 0 bis 90 Grad) an.

Bei der statistischen Untersuchung unserer Daten ergab sich mit einer Signifikanz von $p < 0,05$, daß jüngere Patienten (≤ 60 Jahre zum Zeitpunkt der Operation) eine bessere Beweglichkeit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung als ältere (> 60 Jahre) aufwiesen. Die Patienten ≤ 60 Jahren (49 Fälle) hatten postoperativ eine durchschnittliche Beweglichkeit von 69,3 Grad (Dorsalextension plus Plantarflexion), die Patienten > 60 Jahren (18 Fälle) hatten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine durchschnittliche Gesamt-Beweglichkeit von 66,1 Grad.

Bei der Unterscheidung von präoperativen Intermetatarsalwinkeln nach *Venning & Hardy* ≥ 15 Grad und < 15 Grad ergab sich auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,3$, daß erstgenannte Gruppe postoperativ eine bessere Beweglichkeit aufwies. Auch bei der Unterscheidung der Patientengruppen mit einer lateralen Inkongruenz präoperativ ≥ 2 Millimeter und < 2 Millimeter zeigte sich auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,15$, daß präoperativ inkongruente Gelenke postoperativ beweglicher waren. Hypermobilen Patienten und Patienten mit gelockerten Kapsel-Bandstrukturen haben

somit bei größeren Intermetatarsalwinkeln und größerer Inkongruenz im Metatarsophalangealgelenk präoperativ eine bessere Beweglichkeit postoperativ.

Mit dem 100-Punkte-Vorfuß-Score der *A.O.F.A.S.* erreichten wir mit 89 Punkten ähnliche Ergebnisse wie Easley et al. (1996), die einen Score von 90 Punkten postoperativ (präoperativ 50 Punkte) bei 43 nachuntersuchten Füßen ermittelten. Markbreiter & Thompson (1997) ermittelten einen Score von 92,4 Punkten in ihrer Studie von 25 untersuchten Füßen. In der Studie von Chou, Mann und Casillas (1998) wurde ein durchschnittlicher Score von 91 (Bereich 70-100) erreicht.

Unsere kurzfristigen klinischen und radiologischen Ergebnisse der Operation nach Austin bei 67 untersuchten Füßen mit einem minimalem Nachuntersuchungszeitraum von 24 Monaten ergaben insgesamt in 89,5 Prozent der Fälle gute und sehr gute Ergebnisse. Gute bzw. sehr gute Ergebnisse hießen in dieser Nachuntersuchung, daß die Patienten im 100-Punkte-Score der *A.O.F.A.S.* (Kitaoka et al. 1994) mindestens 80 Punkte (gut) bzw. 90 Punkte (sehr gut) erreichten. Außerdem wurde die kosmetische Beurteilung des Ballens und der Narbe sowie die subjektive Zufriedenheit des Patienten mittels Benotung von sehr gut bis schlecht herangezogen (Abb. 3.27).

Andere Autoren, erwähnt im folgenden Abschnitt, berichteten über ähnliche Erfolge der Operationsmethode nach *Austin* (Chevron-Osteotomie), wobei in den Veröffentlichungen und den Abstracts nicht auf die Art und Weise der Gesamtbeurteilung eingegangen wird.

Eine Untersuchung von 27 operierten Füßen von Lewis & Feffer (1981) ergab ebenfalls 89,5 Prozent beschwerdefreie Füße, wobei keine näheren Erläuterungen für „beschwerdefrei“ gegeben werden. Horne, Tantzler und Ford (1984) sprachen bei 76 untersuchten Füßen, die in einem Zeitraum von 6 Monaten bis 8 Jahre postoperativ nachuntersucht wurden, von einer Besserung der Beschwerdesymptomatik in ca. 66 Prozent der Fälle. Eine weitere Untersuchung von Hatstrup & Johnson (1985), die 225 Füße ebenfalls mit einer mittleren Nachuntersuchungszeit von 28 Monaten beurteilten, sprach von einer Zufriedenheit der Patienten in 79 Prozent der Fälle. Lian & Leventen (1989) berichteten über 91 Prozent Schmerzfreiheit nach erfolgter Chevron-Osteotomie bei 119 Füßen. Zimmer, Johnson und Klassen (1989) gaben bei 35 Chevron-Osteotomien und einem

durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 64 Monaten zu 85 Prozent Schmerzfreiheit an. Herreros-Usher (1990) hatten 90 Prozent gute und exzellente Ergebnisse in einem Zeitraum von nur 10,3 Monaten publiziert. Ähnliche Ergebnisse, nämlich 94 Prozent zufriedene Patienten, gaben Johnson et al. (1991) bei 90 untersuchten Patienten mehr als ein Jahr postoperativ an. Hirvensalo et al. (1991) sprachen von 75 Prozent exzellenten oder guten subjektiven Ergebnissen bei 78 Chevron-Osteotomien und einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 14 Monaten. Velkes, Ganel, Nagris und Lokiec (1991) führten 80 Chevron-Osteotomien durch und fanden in einem Nachuntersuchungszeitraum von durchschnittlich 55 Monaten 90 Prozent Zufriedenheit in ihrem Patientengut. In einer Veröffentlichung von Rossi & Ferreira (1992) wurden von 168 untersuchten Füßen 93,4 Prozent als postoperativ schmerzfrei bei einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 53 Monaten angegeben. Von Donnelly, Saltzman, Kile und Johnson (1994) wurden in Ihrer Veröffentlichung postoperativ 81 Prozent von 42 operierten Füßen als schmerzfrei bezeichnet. Steinböck (1996) stellte 80 Prozent zufriedenstellende Ergebnisse bei 50 untersuchten Füßen 2 Jahre postoperativ vor. Easley et al. (1996) berichteten in einer Vergleichsstudie über 43 mit der Chevron-Osteotomie operierter Füße, die durchschnittlich 20 Monate postoperativ nachuntersucht wurden. 95 Prozent des Patientenguts waren zufrieden. Markbreiter & Thompson (1997) berichteten in ihrer Nachuntersuchung von 25 Füßen mit 75 Prozent postoperativer Schmerzfreiheit. In der Nachuntersuchung von Chou, Mann und Casillas (1998) wurden bei 13 von 17 Fällen (76%) zufriedene Operationsergebnisse angegeben. In einer Studie von Côte-Real et al. (1998) wurde über exzellente und gute Ergebnisse bei 83 Prozent der Fälle bei 18 operierten Füßen berichtet. Brunner, Thüringer und Schmidt-Hoensdorf (2000) gaben zu 78 Prozent ein gutes bzw. sehr gutes Ergebnis in einer Studie von 38 Halluces valgi bei 33 Patienten und einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 21 Monaten an.

Da jede Veröffentlichung ihre eigene Aussage bezüglich eines guten oder sehr guten Ergebnisses aufstellt und die Kriterien der Beurteilung selten erwähnt werden, ist anzunehmen, daß gute bis sehr gute Ergebnisse weitgehend mit schmerzfreien oder nahezu schmerzfreien Füßen und einer erfolgreich gelungenen Korrektur der Hallux-valgus-Deformität ohne Komplikationen oder Rezidivbildungen gleichzusetzen sind.

Abschließend kann gesagt werden, daß in unserer Nachuntersuchung anhand der klinischen Beurteilung nach dem 100-Punkte-Score der *A.O.F.A.S.* und der subjektiven Beurteilung der Narbe, des Ballens und der Zufriedenheit durch den Patienten zwar 89,5 Prozent gute und sehr gute Ergebnisse vorliegen, jedoch die radiologischen Befunde auch bei diesen Patienten teilweise Komplikationen (Rezidive, Hallux varus) zeigen.

Es erhebt sich somit die Frage, inwieweit der 100-Punkte-Score der *A.O.F.A.S.* tatsächlich ein objektives klinisches Gesamtergebnis bietet und ob dieser wirklich ein Score ist, der zuverlässig das tatsächliche Ergebnis der durchgeführten Operation widerspiegelt.

Der 100-Punkte-Hallux-Metatarsophalangeal-Interphalangeal-Score (Abb. 2.6) der *A.O.F.A.S.* (Kitaoka et al. 1994) deckt an sich alle wichtigen Bereiche, die zur klinischen Nachuntersuchung und Anamneseerhebung notwendig sind, ab. Während die Rubriken „Schmerzen“, „Belastungseinschränkung“ und „Schuhe“ subjektiv durch den Patienten beurteilt werden, sind die Punkte „Beweglichkeit“, „Stabilität“ und „Stellung der Großzehe“ sehr vom Untersucher (objektive Bewertung) abhängig.

Die Beurteilung des Schmerzes und der individuellen Einschränkung der Belastbarkeit, die natürlich nur durch den Patienten selbst vorgenommen werden kann, ist allerdings auch stark von der Erwartungshaltung und dem Alter des Patienten abhängig. So klagt z.B. eine junge Frau nach längerem Aerobic-Training und längeren Bergtouren über starke Schmerzen, hingegen eine ältere Dame, die jetzt wieder einigermaßen schmerzfrei einkaufen gehen kann, gibt gelegentliche leichte Schmerzen an. Die Bewertung des Schmerzes und der Belastungseinschränkung postoperativ ist auch stark vom Leidensdruck des Patienten präoperativ abhängig.

Die klinische subjektive und objektive Bewertung anhand des 100-Punkte-Scores der *A.O.F.A.S.* ist eine Orientierungshilfe zum Gesamtergebnis der Operation und sollte zusammen mit der subjektiven Bewertung (Ballen, Kosmetik, Zufriedenheit) des Patienten betrachtet werden.

In der Beurteilung der radiologischen Befunde waren es insgesamt 40 verschiedene Fälle (60 %), die uns negativ aufgefallen sind (Rezidiv-Bildung mit Hallux-valgus-Winkel postoperativ ≥ 15 Grad, geringe Korrektur des Intermetatarsalwinkels, Arthrosebildung, Varusstellung der Großzehe, laterale Inkongruenz am

Metatarsophalangealgelenk). Nehmen wir die schlechten klinischen (Schmerzen, eingeschränkte Beweglichkeit und Belastbarkeit) und radiologischen Ergebnisse zusammen, fanden wir insgesamt 5 (7,5 %) auffällige Patienten, deren Ergebnisse in der klinischen und radiologischen Beurteilung gleichzeitig negativ auffielen. Diese konnten als tatsächliche Komplikationen bezeichnet werden. Die anderen Patienten mit radiologischen Auffälligkeiten waren klinisch zufrieden, schmerzfrei und mußten sich in ihren alltäglichen Aktivitäten und Freizeitaktivitäten nicht in ihrer Belastung einschränken.

Bei 23 Füßen, die in der radiologischen Beurteilung wenig Korrektur des Intermetatarsalwinkels (0 bis 2 Grad Verkleinerung, 1 bis 3 Grad Vergrößerung) erfahren haben, waren nur 5 Füße klinisch mit einer schlechteren Bewertung in einzelnen Rubriken (Schmerz, Beweglichkeit, Belastungseinschränkung) auffällig. Von 12 Füßen, die einen Hallux-valgus-Winkel zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung von ≥ 15 Grad vorwiesen, hatte nur 1 Fuß klinisch eine schlechte Beweglichkeit (Dorsalextension/Plantarflexion $35^\circ/0^\circ/10^\circ$). Bei dieser Patientin kam noch ein Hallux varus (mediale Inkongruenz 5 mm), ein Hallux rigidus (Stadium II) und eine geringe Intermetatarsalwinkelkorrektur von 2 Grad hinzu.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich die distale v-förmige Osteotomie des Metatarsale I nach *Austin* (Chevron-Osteotomie) als gelenkerhaltendes Verfahren dafür eignet, Hallux-valgus-Deformitäten leichteren bis mittelschwereren Grades mit einem Intermetatarsalwinkel nach *Venning & Hardy* von < 15 Grad erfolgreich zu korrigieren. Die Methode stößt jedoch auch auf ihre Grenzen im Hinblick auf große präoperative Intermetatarsalwinkel nach *Venning & Hardy* von ≥ 15 Grad und inkongruenten Gelenken mit einer lateralen Inkongruenz (Abb. 2.20.1) von ≥ 2 Millimetern präoperativ.

In der Patientengruppe mit einem Intermetatarsalwinkel von ≥ 15 Grad präoperativ ergab sich auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,06$, daß diese Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mehr Schmerzen hatten. Auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,17$ hatten diese Patienten ein schlechteres Ergebnis im Hinblick auf die Gesamtpunktzahl im 100-Punkte-Score der A.O.F.A.S. (Kitaoka et al. 1994). Rezidiv-Bildungen in dieser Patientengruppe hinsichtlich des Hallux-valgus-

Winkels wurden in einem Fall gefunden (HV-Winkel 16°), hinsichtlich einer Arthrosebildung fand man in 5 Fällen ein Hallux-rigidus-Stadium II (leichte radiologisch nachweisbare Arthrosezeichen) und in 7 Fällen wurde das Metatarsale I um ≥ 3 Millimeter verkürzt.

In der Gruppenbildung der Patienten mit einer lateralen Inkongruenz von ≥ 2 Millimetern und < 2 Millimetern präoperativ ergab sich auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,1$, daß die Gruppe mit einer lateralen Inkongruenz präoperativ ≥ 2 Millimetern zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung einen niedrigeren Gesamt-Score erreichte. Auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,02$ hatte diese Gruppe zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mehr Schmerzen. Das bedeutet einfacher gesagt, daß Patienten, die zu lange eine notwendige Operation hinauszögern, eine laterale Inkongruenz erleben und postoperativ mit schlechteren Ergebnissen zurechtkommen müssen. Bei Patienten mit einem Alter von ≥ 60 Jahren (21 Füße) zum Zeitpunkt der Operation konnten zu 81 Prozent gute und sehr gute Gesamtergebnisse erzielt werden, obwohl bei 11 Füßen arthrotische Veränderungen bereits präoperativ bestanden. In dieser Altersgruppe der nachuntersuchten Patienten fanden wir in 5 Fällen (21%) die Bildung eines Hallux-valgus-Rezidivs, in 4 Fällen davon mit Hallux-valgus-Winkeln ≥ 20 Grad.

Der Vorteil der Osteotomie nach *Austin* liegt in der Operationstechnik, die es je nach individuellem Erfordernis ermöglicht, zugleich eine Verkürzung, eine Lateralisierung, eine Rotation der Gelenkfläche, eine Plantarisierung oder eine Dorsalisierung durchzuführen. Sie bietet dem Patienten frühe freie Beweglichkeit und frühe Belastungsfähigkeit postoperativ im Schuh mit flacher und steifer Sohle, geringe postoperative Behinderung bei Alltagsverrichtungen, gute Kosmetik und beherrschbare Komplikationen.

Die Zielgruppe der Patienten, die für die Osteotomie nach *Austin* in Frage kommt, sollte nach sorgfältiger Indikationsstellung mit Beachtung der ungünstigen Faktoren selektiert werden, um Schwierigkeiten postoperativ zu vermeiden.

Intermetatarsal-Winkel ≥ 15 Grad, Hallux-valgus-Winkel ≥ 35 Grad und eine laterale Inkongruenz ≥ 2 Millimeter sind zwar keine Kontraindikationen für eine Osteotomie nach *Austin*, jedoch wichtige Faktoren, die eine erfolgreiche Behandlung des Hallux valgus unter Umständen negativ beeinflussen. Das heißt für den Patienten, daß er

mit schlechteren Operationsergebnissen (Schmerzen, Beweglichkeitseinschränkung) rechnen muß, je länger er eine Operation hinauszögert.

Auch ältere Patienten, präoperativ bestehende Arthrosebildung und inkongruente Metatarsophalangealgelenke stellen für die Osteotomie nach *Austin* keine Kontraindikationen dar. Trnka et al. (2000) verglichen in einer Studie die Ergebnisse von 66 operierten Füßen hinsichtlich des Alters der Patienten (jünger 50 Jahre und älter). Dabei stellte sich heraus, daß die Ergebnisse (5 Jahre Nachuntersuchungszeitraum) vom Alter des Patienten unabhängig waren.

Den von amerikanischen Fußspezialisten (Coughlin 1995, Hattrup & Johnson 1985, Mann & Coughlin 1981, Mann 1993) gegebenen Einschränkungen, die Operationsmethode nach *Austin* darf nur bei Patienten mit Intermetatarsalwinkeln <13 Grad, Hallux-valgus-Winkeln <30 Grad, <60 Jahre und arthrosefreien Metatarsophalangealgelenken durchgeführt werden, können wir nur teilweise zustimmen. Unsere Ergebnisse und Erfahrungen decken sich eher denen von Cracchiolo (1993), Elleby et al. (1994), Steinböck (1996) und Trnka et al. (1997), die auch ältere Patienten mit höheren Intermetatarsalwinkeln und Hallux-valgus-Winkeln mit der Osteotomie nach *Austin* operieren.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Vom 01.04.94 bis 31.10.96 wurden von einem Orthopäden in freier Praxis (Dr. med. Christian Kinast) 67 Halluces valgi bei 51 Patienten mit der Osteotomie nach *Austin* operiert. Der minimale Nachuntersuchungszeitraum betrug 24 Monate. Die Patienten wurden anhand des 100-Punkte-Metatarsophalangeal-Interphalangeal-Scores der *American Orthopedic Foot and Ankle Society (A.O.F.A.S.)* befragt und klinisch untersucht. Es wurde das subjektive Ergebnis bezüglich der Schmerzen, der Belastungseinschränkung, der Fähigkeit, normales Schuhwerk zu tragen, der Beweglichkeit sowie der Kosmetik und der Stellung der Großzehe ermittelt. Auf prä- und postoperativen Röntgenaufnahmen wurden verschiedene Winkel und Klassifikationen vermessen.

Der Intermetatarsalwinkel verringerte sich durchschnittlich von 12,1 Grad auf 5,5 Grad, der Hallux-valgus-Winkel verkleinerte sich durchschnittlich von 27,9 Grad auf 9,2 Grad. Der proximale Gelenkflächenwinkel verminderte sich im Durchschnitt von 21,3 Grad auf 5,8 Grad.

Die tibiale Sesambeinposition (TSP) nach *Hardy & Clapham* war präoperativ durchschnittlich bei TSP 5 und postoperativ bei TSP 2. In der lateralen und medialen Sesambeinklassifikation nach *Appel* waren die meisten Füße präoperativ in einer mittleren Klasse (2/1 oder 2/2) und postoperativ in einer niedrigen Klasse (0/0 bis 1/1) zu finden.

62 MTP-Gelenke (92,5 Prozent) waren präoperativ inkongruent (11 davon subluxiert), von denen 29 (46,8 Prozent) postoperativ kongruent wurden (3 von den subluxierten MTP-Gelenken). Die durchschnittliche Verschiebung der Grundphalanx bei inkongruenten Metatarsophalangealgelenken nach lateral konnte präoperativ von durchschnittlich 2,9 Millimeter auf durchschnittlich 1 Millimeter Verschiebung nach lateral postoperativ reduziert werden.

Die durchschnittliche Verkürzung des Metatarsale I gegenüber dem Metatarsale II betrug postoperativ 2,4 Millimeter, die Distanz zwischen Metatarsale I und Metatarsale II verringerte sich in Durchschnitt um 4,1 Millimeter.

Der metatarsale Auftrittswinkel vergrößerte sich durchschnittlich um 0,8 Grad, der seitliche intermetatarsale Winkel I/II (Metatarsale-I-Elevationswinkel) vergrößerte sich in 3 Fällen, d.h. das Metatarsale-I-Köpfchen erfuhr in 3 Fällen eine Elevation.

78 Prozent der operierten FüÙe wiesen postoperativ keine radiologisch erkennbare Arthrosezeichen (Hallux-rigidus-Stadium I) auf.

Es konnte in 89,5 Prozent der Fälle ein gutes bzw. sehr gutes Ergebnis gefunden werden. Die durchschnittliche Punktzahl gemaÙ des 100-Punkte-Score der A.O.F.A.S. war 89 Punkte.

Bei Patienten von ≥ 60 Jahren konnten zu 81 Prozent gute und sehr gute Gesamtergebnisse erzielt werden, obwohl bei 11 FuÙen arthrotische Veränderungen bereits präoperativ bestanden. In dieser Altersgruppe fanden wir in 5 Fällen (21 Prozent) die Bildung eines Rezidivs (HV-Winkel ≥ 15 Grad), in 4 Fällen davon mit Hallux-valgus-Winkeln ≥ 20 Grad.

14 FuÙe, die präoperativ einen Intermetatarsalwinkel nach *Venning & Hardy* von ≥ 15 Grad aufwiesen, hatten einen durchschnittlichen Gesamtscore nach der A.O.F.A.S. von 95,4 Punkten, obwohl in dieser Gruppe 3 Rezidive (HV-Winkel ≥ 15 Grad) zu beobachten waren.

Die kosmetische Beurteilung des Ballens konnte in 94 Prozent der Fälle als gut und sehr gut bezeichnet werden. Insgesamt würden sich 92 Prozent des Patientenguts noch einmal einer Operation unterziehen.

Statistische Untersuchungen belegten, daÙ Patienten mit einer lateralen Inkongruenz präoperativ von ≥ 2 Millimetern signifikant ($p < 0,1$) schlechtere Ergebnisse zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in Hinblick auf den Gesamt-Score der A.O.F.A.S. zeigten. Auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,02$ hatte diese Gruppe auch mehr Schmerzen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Bei der Unterscheidung von präoperativen Intermetatarsalwinkeln nach *Venning & Hardy* ≥ 15 Grad und < 15 Grad ergab sich auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,3$, daÙ groÙe präoperative Intermetatarsalwinkel eine bessere Beweglichkeit postoperativ aufwiesen, was für die Hypermobilität einiger Patienten spricht.

Bei der statistischen Untersuchung unserer Daten ergab sich mit einer Signifikanz von $p < 0,05$, daÙ jüngere Patienten (< 60 Jahre zum Zeitpunkt der Operation) eine bessere Beweglichkeit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung aufwiesen.

In der Beurteilung der radiologischen Befunde waren es insgesamt 40 verschiedene FuÙe, die uns negativ aufgefallen sind: 13 Rezidive mit Hallux-valgus-Winkeln postoperativ ≥ 15 Grad, in 23 Fällen geringgradige Korrektur des Intermetatarsalwinkels (< 3 Grad), induzierte Arthrose in 15 Fällen (Hallux-rigidus-Stadium II und III), Varusstellung der GroÙzehen in 7 Fällen, laterale Inkongruenz am

Metatarsophalangealgelenk (>2 Millimeter) bei 5 Füßen, bei einem Fuß die Bildung einer partiellen Nekrose des ersten Metatarsaleköpfchens.

Unter Berücksichtigung der klinischen Ergebnisse (Schmerzen, eingeschränkte Beweglichkeit und Belastbarkeit) konnten wir in 5 Fällen (7,5 Prozent) von tatsächlichen Komplikationen mit unzufriedenen Patienten sprechen.

Die Osteotomie nach *Austin* eignet sich als gelenkerhaltendes Verfahren entgegen der Meinung verschiedener US-amerikanischer Autoren auch bei älteren Patienten mit Arthrose, bei Intermetatarsalwinkeln ≥ 15 Grad, bei Hallux-valgus-Winkeln ≥ 35 Grad und einer lateralen Inkongruenz ≥ 2 Millimeter präoperativ.

Sollten die Ausgangsbedingungen bei einem Patienten, bei dem die Osteotomie nach *Austin* geplant ist, ein Intermetatarsalwinkel ≥ 15 Grad, ein Hallux-valgus-Winkel ≥ 35 Grad, eine laterale Inkongruenz ≥ 2 Millimeter, bestehende Arthrose oder ein Alter >60 Jahre sein, sollte man sorgfältig die individuelle Situation abschätzen, um Komplikationen postoperativ zu vermeiden. Unter diesen Voraussetzungen ist die Komplikationsrate höher (ca. 25%) als unter anderen Bedingungen.

In Grenzfällen bedarf es der Suche nach einer alternativen Behandlungsmethode durch den Operateur.

6. LITERATURVERZEICHNIS

- Amarnek DL, Mollica A, Jakobs AM, Oloff LM (1986) A statistical analysis on the reliability of the proximal articular set angle. *J Foot Surg.* 25: 39-43
- Arnold H, Weber J, v. Hößlin H (1998) Ergebnisse der Korrektur des Hallux valgus in der Technik nach Mitchell. *Orthop Praxis* 34: 524-527
- Austin DW, Leventen EO (1968) Scientific exhibit of V-Osteotomy of the first metatarsal head. AAOS, Chicago 1968
- Austin DW, Leventen EO (1981) A new osteotomy for hallux valgus. *Clin Orthop* 157: 25–30
- Alvarez R, Haddad RJ, Gould N, Trevino S (1984) The Simple Bunion: Anatomy at the Metatarsophalangeal Joint of the Great Toe. *Foot And Ankle* 5: 229-240
- Antrobus JN (1984) The primary deformity in hallux valgus and metatarsus primus varus. *Clin Orthop* 184: 251–25
- Balding MG, Sorto LA (1985) Distal articular set angle, etiology and x-ray evaluation. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 75: 648-652
- Banks A, Hsu Y, Mariash S, Zirm R (1984) Juvenile hallux abducto association with metatarsus adductus. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 84: 219-224
- Barouk LS (1990) Osteotomie scarf du premier métatarsien. *Med Chirurg Pied* 10: 111-120
- Boebel A, Wolff K (1960) Über die Beziehung zwischen Großzehenlänge und Hallux valgus. *Z Orthop* 93: 254 – 259
- Brandes M (1929) Zur operativen Therapie des Hallux valgus. *Zbl Chir* 56: 2434–2440
- Brunner W, Thüringer R, Schmidt-Hoensdorf F (2000) Mittelfristige Ergebnisse nach intrakapitaler Umstellungsosteotomie nach Austin-Chevron des Os metatarsale I. *Orthop. Praxis* 36, 5: 297-300
- Chou LB, Mann RA, Casillas MM (1998) Biplanar chevron osteotomy. *Foot Ankle Int* 19(9): 579-584
- Choudhury SN, Kitaoka HB, Peterson HA (1997) Metatarsal lengthening: case report and review of literature. *Foot Ankle Int* Nov: 18(11): 739-45
- Christman RA (1988) Radiographic evaluation of the distal articular set angle. *J. Am. Podiatr. Med. Asoc.* 78: 352-354

- Corless JR (1976) A modification of the Mitchell procedure. *J Bone Joint Surg* 55-B: 138
- Côrte-Real N, Vasco Silva J, Esquivel Pereira J, Caramelo J (1998) „Chevron“ osteotomy fixed with biodegradable screws in the treatment of Hallux valgus. *Foot Ankle* 4: 87-91
- Coughlin MJ (1995) Juvenile hallux valgus: Etiology and treatment. *Foot Ankle* 16: 682-697
- Coughlin MJ (1996) Hallux valgus. *J Bone Joint Surg* 78A: 932-966
- Cracchiolo A (1993) Chevron-Osteotomie. In : Wirth CJ, Ferdini R, Wülker N (Hrsg.) *Vorfußdeformitäten*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 251–258
- Craigmile DA (1953) Incidence, origin and prevention of certain foot defects. *Br Med J* 2: 749–752
- Creer WS (1938) The foot of the industrial worker: clinical aspect; relation to footwear. *Lancet* 2: 1482-1483
- Curvale G (1990) Hallux rigidus. In: *Forefoot surgery / éd. sous la dir. de Bernard Valtin; collab. L.S. Barouk, F. Bonnel, S. Braun et al. – Expansion scientifique française, Paris, S.93-102*
- Debrunner HU, Hepp WR (1994) *Orthopädisches Diagnostikum*. Thieme, Stuttgart, New York
- Debrunner HU (1996) Ätiologie und Pathogenese des Hallux valgus. In: Blauth W (Hrsg.) *Hallux valgus*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 37–44
- Delagoutte JP, Mainard D (1990) Metatarsalgia. In: *Forefoot surgery / éd. sous la dir. de Bernard Valtin; collab. L.S. Barouk, F. Bonnel, S. Braun et al. – Expansion scientifique française, Paris, S.87-92*
- Diebold PF (1997) Distal chevron osteotomy of the first metatarsal. In: *Forefoot surgery / éd. sous la dir. de Bernard Valtin; collab. L.S. Barouk, F. Bonnel, S. Braun et al. – Expansion scientifique française, Paris, S.77-81*
- Donick II, Berlin SJ, Block LD, Costa AJ, Fox JS, Martorana VJ (1980) An approach for hallux valgus surgery – Fifteen year review : Part I. *J Foot Surg* 19: 113–126
- Donick II, Berlin SJ, Block LD, Costa AJ, Fox JS, Martorana VJ (1980) An approach for hallux valgus surgery – Fifteen year review : Part II. *J Foot Surg* 19: 171–184
- Donnelly RE, Saltzman CL, Kile TA, Johnson KA (1994) Modified Chevron osteotomy for Hallux valgus. *Foot Ankle* 15: 642-645
- Durman DC (1957) Metatarsus primus varus and hallux valgus. *Arch Surg* 74: 128-135

- Dutoit M (1998) Hallux valgus: Diaphysäre Osteotomie des Metatarsale I. In: Wülker N (Hrsg.), Stephens M, Cracchiolo III A, Operationsatlas Fuß und Sprunggelenk, Enke, Stuttgart
- D`Souza L (1998) Hohlfuß. In: Wülker N et al. (Hrsg.) Operationsatlas Fuß und Sprunggelenk. Enke, Stuttgart, S. 181-190
- Easley ME, Kelly IP (2000) Avascular necrosis of the hallux metatarsal head. Foot Ankle 5: 591-608
- Easley ME, Kiebzak GM, Davis WH, Anderson RB (1996) Prospective, Randomized Comparison of Proximal Crescentic and Proximal Chevron Osteotomies for Correction of Hallux Valgus Deformity. Foot Ankle 17: 307-316
- Elleby DH, Kostakos DP, Mariash SA, Marcinko DE (1994) Distale und subcapitale Osteotomien im metaphysären Bereich. In: Marcinko DE (Hrsg.) Hallux valgus: Morphologie, Klinik, operative Therapie. Ullstein Mosby, Berlin, S. 121–138
- Emslie M (1939) Prevention of foot deformities in children. Lancet 2: 1260- 1263
- Engle E, Erlick N, Krems I (1983) A simplified metatarsus adductus angle. J. Am. Podiatr. Med. Assoc., 73: S.620-628
- Eulert J, Mau H (1986) Der Hallux valgus: klinisches und röntgenologisches Bild. In: Blauth W (Hrsg.) Hallux valgus. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 45-52
- Fellmann J, Zollinger H (1998) Resektionsarthroplastik des ersten Metatarsophalangealgelenkes nach Keller-Brandes. Operat Orthop Traumat 10: 143-151
- Frick H, Leonhardt H, Starck D (1992) Allgemeine Anatomie, Spezielle Anatomie. Thieme, Stuttgart New York, S. 399–442
- Glynn MK, Dunlop JB, Fitzpatrick D (1980) The Mitchell distal metatarsal osteotomy for hallux valgus. J Bone Joint Surg 62-B: 188-191
- Gudas CJ, Marcinko DE (1994) Hallux valgus—eine komplexe Deformität. In: Marcinko DE (Hrsg.) Hallux valgus: Morphologie, Klinik, operative Therapie. Ullstein Mosby, Berlin, S. 11–27
- Hardy RH, Clapham JCR (1951) Observation on hallux valgus. J Bone Joint Surg 33-B: 376–391
- Hattrup SJ, Johnson KA (1985) Chevron osteotomy: analysis of factors in patients` dissatisfaction. Foot Ankle 5: 327–332
- Hawkins FB, Mitchell CL, Hedrick DW (1945) Correction of hallux valgus by metatarsal osteotomy. J Bone Joint Surg 37-A: 387–394
- Hendrix MR, Davis BL (1989) Chevron osteotomy of the first metatarsal for hallux

- valgus. S Afr Med J Okt 21; 76(8):413-416
- Herreros-Usher FA (1990) Chevron osteotomy for hallux valgus. J Bone Joint Surgery 72-B: 741-742
- Hewitt D, Stewart AM, Webb JW (1953) The prevalence of foot defects among war-time recruits. Br Med J 2: 745-749
- Hirvensalo E, Böstman O, Törmälä P, Vainionpää S, Rokkanen P (1991) Chevron Osteotomy Fixed with Absorbable Polyglycolide Pins. Foot Ankle 11: 212-217
- Hohmann G (1922) Über ein Verfahren zur Behandlung des Spreizfußes. Zbl Chir 49: 1933-1935
- Hohmann G (1951) Fuß und Bein, 5. Aufl., Bergmann, München, S. 145–180
- Horne G, Tantzler T, Ford M (1984) Chevron osteotomy for the treatment of hallux valgus. Clin Orthop 183: 32-36
- Hueter K (1871) Klinik der Gelenkkrankheiten, F.C.W. Vogel, Leipzig
- Jani L (1986) Der kindliche Knick-Senkfuß. Orthopäde 15: 199
- Jerosch J, Mamsch H (1998) Inzidenz von Fehlformen und Fehlhaltungen im Bereich des Fußes bei 10- bis 13jährigen Kindern. Orthop Praxis 34, 5: 340-346
- Johnson KA, Cofield RH, Morrey BF (1979) Chevron osteotomy for hallux valgus. Clin Orthop 142: 44-47
- Johnson KA (1989) Surgery of the Foot and Ankle. Raven Press, New York: 50
- Johnson JE, Clanton TO, Baxter DE, et al. (1991) Comparison of Chevron osteotomy and modified McBride bunionectomy for correction of mild to moderate hallux valgus deformity. Foot Ankle 12: 61-68
- Johnston O (1956) Further studies of the inheritance of hand and foot anomalies. Clin Orthop 8: 146–160
- Kilmartin TE, Barring RL, Wallace WA (1991) Metatarsus primus varus, a statistical study. J Bone Joint Surg 73-B: 937–940
- Kinnard P, Gordon D (1984) A comparison between Chevron and Mitchell osteotomies for hallux valgus. Foot Ankle 4: 241-243
- Kinast C (1996) Rehabilitationsprotokoll bei Operation nach Scarf, Patienten-Info
- Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M (1994) Clinical Rating Systems for the Ankle-Hindfoot, Midfoot, Hallux, and Lesser Toes. Foot Ankle 15: 349-352
- Klaue K, Hansen ST, Masquelet AC (1994) Clinical, quantitative assessment of first

tarsometatarsal mobility in the sagittal plane and its relation to hallux valgus deformity. *Foot Ankle* 15: 9-13

Krämer J (1978) Funktionelle Frühbehandlung bei Hallux valgus mit einer Schlaufensandale. *Z Orthop* 116: 404–406

Kramer J (1990) Die Kramer-Osteotomie zur Behandlung des Hallux valgus und des Digitus quintus varus. *Operat Orthop Traumatol* 2: 14–38

Lamprecht E (1993) Retrokapitale Metatarsale-I-Osteotomie nach Kramer. In: Wirth CJ, Ferdini R, Wülker N (Hrsg.) *Vorfußdeformitäten*, Springer, Berlin Heidelberg New York: 241-250

LaReaux R, Lee B (1987) Metatarsus adductus and hallux abducto valgus: their correlation. *J. Foot Surg.* 26: 304-308

Lelièvre J (1967) *Pathologie du pied*. Masson et Cie., Paris, S. 462–502

Leventen EO (1990) The Chevron procedure. *Orthopedics* 13: 973

Lewis RJ, Feffer HL (1981) Modified Chevron-Osteotomy of the first metatarsal. *Clin. Orthop* 157: 105-109

Lian G, Leventen EO (1989) Hallux valgus correction by chevron osteotomy. Presented at the American Foot and Ankle Society, Sun Valley, August 1989

Magerl F (1982) Stabile Osteotomien zur Behandlung des Hallux valgus und Metatarsale I varus. *Orthopäde* 11: 170

Malms (2000) Was die Füße alles tragen und ertragen müssen. In: *PM-Magazin* Ausgabe 06/2000, G+J Verlagsgruppe München, S. 80-87

Mann RA, Coughlin MJ (1981) Hallux valgus : etiology, anatomy, treatment and surgical considerations. *Clin Orthop* 157: 31-41

Mann RA, Coughlin MJ (1986) Hallux valgus and complications of hallux valgus. In: Mann RA (Hrsg.) *Du Vries` Surgery of the foot*, 5. Aufl., C.V. Mosby Company, St. Louis, 65-131

Mann RA, Coughlin MJ (1999) Adult hallux valgus. In: Mann RA, Coughlin MJ (Hrsg.) *Surgery of the foot and ankle*. Mosby St. Louis , S. 150-182

Mann RA, Donatto KC (1997) The chevron osteotomy: a clinical and radiographic analysis. *Foot Ankle Int.*, 18: 255-261

Mann RA (1990) Decision-making in bunion surgery. *AAOS Instr. Course Lect.* 39: 3-13

Mann RA (1993) Distaler Weichteileingriff und proximale Metatarsaleosteotomie. In : Wirth CJ, Ferdini R, Wülker N (Hrsg.) *Vorfußdeformitäten*. Springer, Berlin Heidelberg NewYork, S. 285–299

- Mann RA (1993) Operative Therapie in den USA. In : Wirth CJ, Ferdini R, Wülker N (Hrsg.) Vorfußdeformitäten. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 207-223
- Mann RA, Donatto HC (1997) The chevron osteotomy: a clinical and radiographic analysis. *Foot Ankle Int.* 18(5):255-261
- Mann RA (1998) Hallux varus: Sehnentransfer des M. extensor hallucis longus. In: Wülker N et al. (Hrsg.) Operationsatlas Fuß und Sprunggelenk. Enke, Stuttgart, S. 42-48
- Marcinko DE (1994) Hallux valgus: Morphologie, Klinik, operative Therapie, Ullstein Mosby, Berlin, S.231
- Markbreiter LA, Thompson FM (1997) Proximal Metatarsal Osteotomy in Hallux Valgus Correction: A Comparison of Crescentic and Chevron Procedures. *Foot Ankle* 18: 71-76
- Marwil TB, Brantingham CR (1943) Foot problems of women`s reserve. *Hosp Corp Q* 16: 98-100
- Mc Bride ED (1967) The Mc Bride bunion hallux valgus operation. Refinements in the successive surgical steps of the operation. *J Bone Joint Surg* 49: 1675-1688
- Meier PJ, Kenzora JE (1985) The risks and benefits of distal first metatarsal Osteotomies. *Foot Ankle* 6: 7-17
- Meyer HR, Muller G (1990) Regnaud Procedure for Hallux Valgus. *Foot Ankle* 10: 299-302
- Miller JW (1974) Distal first metatarsal displacement osteotomy. 1st place in the schema of bunion surgery. *J Bone Joint Surg* 56-A: 923-931
- Mitchell C, Fleming JL, Allen R, Glenning C, Sanford GA (1958) Osteotomy-Bunionectomy for hallux valgus. *J Bone Joint Surg* 40-A: 41-58
- Morton DJ (1928) Hypermobility of the first metatarsal bone: The interlinking factor between metatarsalgia and longitudinal arch strains. *J Bone Joint Surg* 10-A: 187-196
- Nilsson H (1930) Hallux rigidus and its treatment. *Acta Orthop Scand* 1 : 295-303
- Payr E (1894) Pathologie und Therapie des Hallux valgus. Braunmüller, Wien und Leipzig
- Peterson DA, Zilberfarb JL, Greene MA, Colgrove RC (1994) Avascular necrosis of the first metatarsal head: Incidence in distal osteotomy combined with lateral soft tissue release. *Foot Ankle* 15: 59
- Piggott H (1960) The natural history of hallux valgus in adolescence and early adult life. *J Bone Joint Surg* 42-B: 749-760

- Pitzen P (1959) Kurzgefaßtes Lehrbuch der Orthopädischen Krankheiten, Urban & Schwarzenberg, München und Berlin
- Platzer W (1991) Bewegungsapparat. In : Taschenatlas der Anatomie. Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, Thieme, Stuttgart New York, S. 252–275
- Pochatko DJ, Schlehr FJ, Murphey MD, Hamilton JJ (1994) Distal chevron osteotomy with lateral release for treatment of hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int* 15(9): 457-461
- Potter HG, Deland JT, Gusmer PB, Carson E, Warren RF (1998) Magnetic Resonance Imaging of the Lisfranc Ligament of the Foot. *Foot Ankle* 19: S. 438-446
- Pring DJ, Coombes RRH, Closok JK (1985) Chevron or Wilson osteotomy: a comparison and followup. *J Bone Joint Surg* 67-B: 671-672
- Resch S, Stenström A, Gustafson T (1992) Circulatory Disturbance of the First Metatarsal Head after Chevron Osteotomy as Shown by Bone Scintigraphy. *Foot Ankle* 13: S. 137-142
- Resch S (1998) Hallux valgus: Distale Osteotomien des Metatarsale I. In: Wülker N (Hrsg.), Stephens M, Cracchiolo III A, Operationsatlas Fuß und Sprunggelenk, Enke, Stuttgart
- Regnault B (1993) Regnault-Technik. In: Wirth CJ, Ferdini R, Wülker N (Hrsg.) Vorfußdeformitäten. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 269-274
- Reverdin J (1881) Anatomie et opération d' hallux valgus. *Int Med Congr* 2: 408
- Richardson E, Graves S, McClure, Boone R (1993) First metatarsal head-shaft angle: A method of determination. *Foot Ankle* 14: S. 181-185
- Rossi WR, Ferreira JCA (1992) Chevron Osteotomy for Hallux Valgus. *Foot Ankle* 13: 378-381
- Roux C (1921) Aux pieds sensibles. *Rev Med Suisse Romandes* 40: 62
- Salis H (1919) Zur Behandlung des Hallux valgus. *Münch Med Wschr* 66: 208-209
- Sammarco GJ, Brainard BJ, Sammarco VJ (1993) Bunion correction using proximal chevron osteotomy. *Foot Ankle* 14: 8-14
- Sandelin (1924) Über Hallux valgus und die von dieser Affektion bedingte Verunstaltung des Fußes und die Behandlung. *Acta Chir Scand* 56: 1-25
- Sarrafian SK (1993) Anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic, functional. Lippincott, Philadelphia, S. 305-326
- Schneider W, Knahr K (1998) Metatarsophalangeal and Intermetatarsal Angle: Different Values and Interpretation of Postoperative Results Dependent on the

- Technique of Measurement. *Foot Ankle* 19: 532-536
- Schöb O, Auracher J, Kappeler U, Meyer RP (1993) Die Operation des Hallux valgus : Ein Vergleich dreier häufiger Operationsverfahren. *Orthop Praxis* 29: 492–499
- Shaffer MW (1997) Die Osteotomie nach Meyer-Scarf. In: *Forefoot surgery / éd. sous la dir. de Bernard Valtin; collab. L.S. Barouk, F. Bonnel, S. Braun et al. – Expansion scientifique française, Paris, S.149-156*
- Shereff MJ, Yang QM, Kummer FJ (1987) Extraosseous and Intraosseous Arterial Supply to the First Metatarsal and Metatarsophalangeal Joint. *Foot Ankle* 8: S. 81-93
- Skinner BM (1932) Note on the relative lengths of the first and second toes of the human foot. *J. R. A. M. C.* 58: 215-219
- Steel MW, Johnson KA, DeWitz MA, Ilstrup DM (1980) Radiographic measurements of the normal adult foot. *Foot Ankle* 1: 151-158
- Steinböck G (1993) Pathogenese des Hallux valgus. In : Wirth CJ, Ferdini R, Wülker N (Hrsg.) *Vorfußdeformitäten*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 187-200
- Steinböck G (1996) Die horizontale v-förmige Verschiebeosteotomie des Metatarsalköpfchens nach Austin (Chevron-Osteotomie) zur Behandlung des Hallux valgus. *Orthopäde* 25: 308–316
- Tan MY, Seow KH, Tay BK (1998) Chevron osteotomy for hallux valgus—SGH experience. *Med J Malaysia* 53(1): 63-69
- Tang R, Dai K, Chen Y (1995) [Modified distal osteotomy of shortening the first metatarsal for treatment of hallux valgus], Artikel in chinesisches, *Chung Hua Wai Ke Za Zhi* 33(8): 490-493
- Thabe H (1997) *Praktische Rheumaorthopädie*. Chapman & Hall, Weinheim
- Trnka HJ, Zembsch A, Wiesauer H, Hungerford M, Salzer M, Ritschl P (1997) Modified Austin Procedure for Correction of Hallux Valgus. *Foot Ankle* 18: 119-127
- Trnka HJ, Zembsch A, Easley ME, Salzer M, Ritschl P, Myerson MS (2000) The Chevron osteotomy for correction of hallux valgus. Comparison of findings after two and five years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am* Oct: 82-A(10): 1373-8
- Velkes S, Ganel A, Nagris B, Lokiec F (1991) Chevron osteotomy in the treatment of hallux valgus. *J Foot Surg* 30(3):276-278
- Venning P, Hardy RH (1951) Sources of error in the production and measurement of standard radiographs of the foot. *Br J Radiol* 24: 18-26
- Viladot A (1974) *Patologia del Antepie*, p. 4 Ediciones Toray, SA Barcelona

- Viladot A (1993) Der sog. Standardvorfuß. In: Wirth CJ, Ferdini R, Wülker N (Hrsg.) Vorfußdeformitäten. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 13–20
- Wanivenhaus A (2001) Unterschenkel und Fuß. In: Jäger M, Wirth CJ (Hrsg.), Praxis der Orthopädie Bd.2, Operative Orthopädie. Thieme, Stuttgart, New York, Kap.19: S. 557-640
- Wanivenhaus AH, Feldner-Busetin H (1988) Basal osteotomy of the first metatarsal for the correction of metatarsus primus varus associated with hallux valgus. Foot Ankle 8: 337–343
- Wessels KD (1994) Die subkapitale Chevron-Osteotomie zur Behandlung des Hallux valgus. Orthop Praxis 30: 449–451
- Wessels KD (1998) Korrekturosteotomien zur Behandlung des Hallux valgus. Orthop Praxis 34: 121–125
- Wetzel R, Appel M, Hess G, Schwarzkopf S, Puhl W (1996) Der Sesambeinkomplex und die Hallux-valgus-Deformität. Z Orthop 134: 524–532
- Wilkins EH (1941) Feet: with particular reference to school children. Med Officer 66: 5-29
- Williams WW, Barrett DS, Copeland SA (1989) Avascular necrosis following chevron distal osteotomy: a significant risk? J Foot Surg 28: 414-416
- Wilson JN (1963) Oblique displacement osteotomy for hallux valgus. J Bone Joint Surg 45-B: 552-556
- Wülker N, Wirth CJ, Maßmann J (1991) Erkrankungen an den Sesambeinen der Großzehe. Z Orthop 129: 431–437
- Wülker N (1997) Hallux valgus – Hallux rigidus. Enke, Stuttgart
- Wülker N, Schulze M (1998) Fachlexikon Orthopädie – Fuß. ecomed, Landsberg/Lech
- Zimmer TJ, Johnson KA, Klassen RA (1989) Treatment of Hallux Valgus in Adolescents by the Chevron Osteotomy. Foot Ankle 9: 190-193

Lebenslauf

Name: Philipp Schwarz

Geburtsdatum: 21.10.1970

Geburtsort: Marburg a.d.Lahn

Staatsangehörigkeit: deutsch

Familienstand: ledig, keine Kinder

Eltern: Dr. med. Gerold Schwarz, Facharzt für Orthopädie, und Ingeburg Schwarz, geb. Philipp, Schneidermeisterin

Schulbildung: 1977 bis 1978 Grundschule Leitershofen bei Augsburg
1978 bis 1981 Grundschule St. Johann Peißenberg
1981 bis 1990 Gymnasium Weilheim
Zeugnis der allgemeinen Hochschulreife am 30.06.1990

Wehrdienst: 07/1990 bis 09/1990 Grundausbildung 8. Gebirgs-sanitätsbataillon in Kempten
10/1990 bis 12/1991 Tätigkeit als Arztschreiber beim Gebirgsfermeldebataillon in Murnau

Vor dem Studium: 01/1992 bis 03/1992 Krankenpflegepraktikum im Krankenhaus Peißenberg

Studium: 05/1992 bis 11/1999 Studierender an der Ludwig-Maximilians-Universität München
Famulaturen in den Krankenhäusern Peißenberg (Chirurgie), Murnau und Feldafing (Innere Medizin) und in der Orthopädiepraxis Dr. Schwarz in Peißenberg
Praktisches Jahr in Chirurgie und Innere Medizin (Klinikum Innenstadt München) und Orthopädie (Klinikum München-Großhadern)
3. Staatsexamen am 25.11.1999 in München

Tätigkeiten: 01/2000 bis 06/2001 Arzt im Praktikum an der III. Orthopädischen Klinik der Hessing-Stiftung Augsburg
07/2001 bis 10/2003 Assistenzarzt in der Chirurgischen Abteilung des Krankenhauses Peißenberg
11/2003 Assistenzarzt in der Orthopädischen und Chirurgischen Klinik Dr. Bertele in Ulm

Peißenberg, im März 2004

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Sigurd Keßler und Herrn Dr. Christian Kinast für die Überlassung des Themas und die gute Betreuung

Herrn Dr. Christian Kinast für wertvollen Rat, viele hilfreiche Ideen und der fortwährenden geduldigen Unterstützung, sowie seiner Praxisbelegschaft, die ebenfalls immer hilfreich zur Seite stand

Herrn Christian Neumeier für die kollegiale Zusammenarbeit und sehr angenehme Kooperation bei den Nachuntersuchungen und Messungen

Den Patienten, die sich bereitwillig der Nachuntersuchung unterzogen und zum Teil lange Wege auf sich nahmen

Den Modellen für das Fotografieren ihrer Füße

Frau Sandra Fischer, die viele Jahre an meiner Seite das Entstehen der Dissertation geduldig mitverfolgte

Meinen Eltern Dr. Gerold und Ingeburg Schwarz, die mir die Weichen zum Studium der Humanmedizin stellten und mich immer unterstützten