

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

Die Scarf-Osteotomie bei Hallux valgus – klinische und radiologische Ergebnisse

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

vorgelegt von

Christian Perry Neumeier

aus
München

2007

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:

Prof. Dr. med. S. Keßler

Mitberichterstatter:

Priv.Doz. Dr. med. A. Baur-Melnyk

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

Dekan:

Prof. Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung:

15.11.2007

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Allgemeine Einleitung.....	1
1.2 Topographische Anatomie	2
1.2.1 Fußskelett	2
1.2.2 Muskulatur.....	5
1.2.3 Gefäße und Nerven.....	8
1.3 Ätiologie und Pathogenese	11
1.3.1 Ätiologie	11
1.3.2 Pathogenese	13
1.4 Diagnostik bei Hallux valgus	16
1.4.1 Klinische Diagnose.....	16
1.4.2 Radiologische Diagnose	17
1.5 Therapie des Hallux valgus	19
1.5.1 Konservative Therapie	19
1.5.2 Operative Therapie	20
2. Material und Methode	22
2.1 Patientengut.....	22
2.2 Anamnese und klinische Untersuchung	24
2.3 AOFAS Score nach Kitaoka et al. (1994).....	27
2.4 Methoden der radiologischen Vermessungen	30
2.4.1 Der Intermetatarsalewinkel I/II.....	30
2.4.2 Der Hallux valgus Winkel	33
2.4.3 Distaler Gelenkflächenwinkel	35
2.4.4 Vorfußadduktionswinkel	37
2.4.5 Tibiale Sesambeinposition	39
2.4.6 Sesambeinklassifikation nach Appel	41
2.4.7 Kongruenz des Metatarsophalangealgelenks, mediale und laterale Inkongruenz	43
2.4.8 Metatarsalindex.....	45
2.4.9 Distanz zwischen Metatarsale I und II.....	47
2.4.10 Metatarsaler Auftrittswinkel	48
2.4.11 Metatarsale I/II Elevationswinkel	49
2.4.12 Hallux rigidus Stadium	50

2.5 Radiologische Ausgangslage der Patienten.....	52
2.6 Operationstechnik und Nachbehandlung	53
2.6.1 Die Operationstechnik der z-förmigen diaphysären Osteotomie des Metatarsale (Scarf-Osteotomie)	53
2.6.2 Die Operationstechnik der Akin-Osteotomie	59
2.6.3 Nachbehandlung	61
3. Ergebnisse	62
3.1 Anamnese und klinischen Untersuchung	62
3.2 Der AOFAS Score nach Kitaoka et al.	65
3.3 Radiologische Messungen	68
3.3.1 Der Intermetatarsalewinkel I/II.....	68
3.3.2 Der Hallux valgus Winkel	77
3.3.3 Distaler Gelenkflächenwinkel (PASA)	86
3.3.4 Der Vorfußadduktionswinkel	93
3.3.5 Tibiale Sesambeinposition	95
3.3.6 Sesambeinposition nach Appel	97
3.3.7 Kongruenz, laterale und mediale Inkongruenz des MTPG I.....	100
3.3.8 Metatarsaleindex.....	111
3.3.9 Distanz Metatarsale I/II	112
3.3.10 Metatarsaleauftrittswinkel.....	115
3.3.11 Metatarsale I/II Elevationswinkel	116
3.3.12 Hallux rigidus Stadium	118
3.4 Komplikationen.....	121
3.5 Altersabhängigkeit der Ergebnisse.....	127
4. Diskussion.....	132
5. Zusammenfassung.....	152
6. Literaturverzeichnis	154

1. Einleitung

1.1 Allgemeine Einleitung

Zur Therapie des Hallux valgus wurden eine Vielzahl von verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten beschrieben. Viele der anfangs mit großer Euphorie betrachteten Operationsverfahren wurden wieder verlassen. Mit zunehmender Erfahrung in der Vorfußchirurgie mit ihrer gesamten Problematik zeigt sich, dass man nicht eine ideale Operationsmethode für alle Patienten finden kann, sondern die Entscheidung für ein Verfahren sehr differenziert getroffen werden sollte und die individuellen Voraussetzungen eines jeden Patienten mit einfließen sollten.

Ziel dieser Arbeit ist es, eine Operationsmethode, die derzeit von einigen Autoren aufgrund ihrer großen Variabilität favorisiert wird, nämlich die Scarf Osteotomie, also eine z-förmige Osteotomie des ersten Metatarsale, näher zu betrachten und bezüglich der Behandlungsergebnisse zu untersuchen.

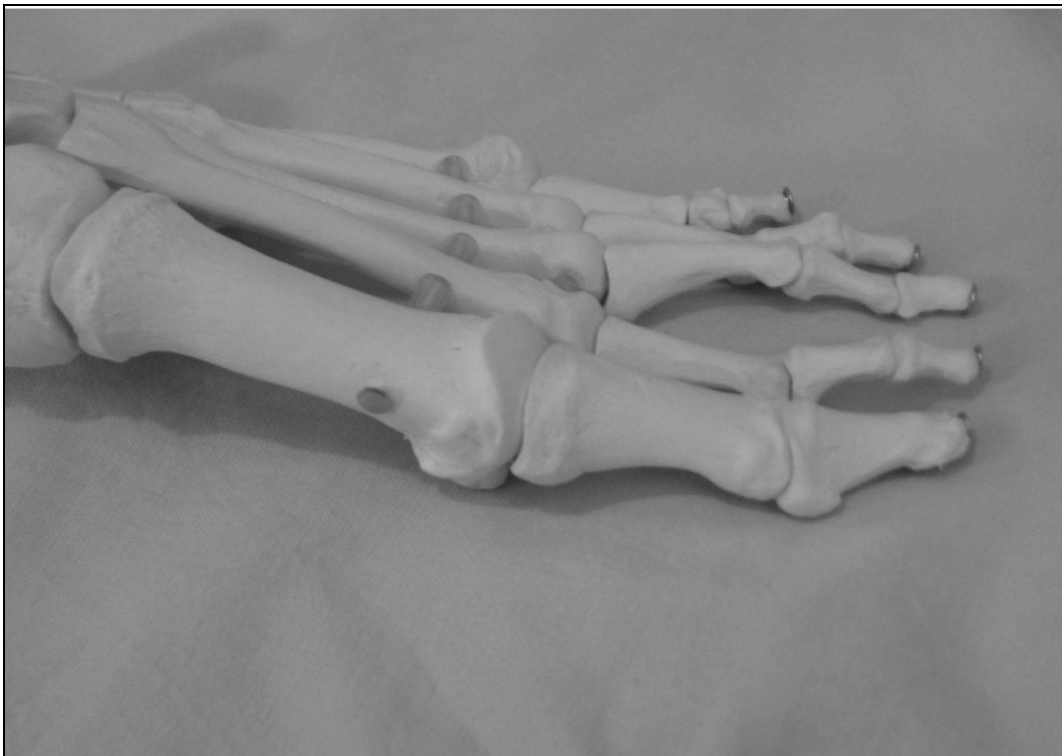
Dazu wurden 106 Patienten klinisch und radiologisch nachuntersucht, bei denen von demselben Operateur eine Scarf-Osteotomie zur Korrektur des Hallux valgus durchgeführt wurde. Die Ergebnisse dieser Nachuntersuchung werden abschließend mit denen anderer Autoren sowie mit denen anderer Operationsverfahren verglichen.

Betrachtet man die unterschiedlichen Verfahren und ihre Ergebnisse, so wird man auch zwangsläufig mit dem Problem konfrontiert, dass die Beurteilung starken individuellen Schwankungen unterworfen ist und viele Einflussfaktoren mit berücksichtigt werden müssen, um einen Vergleich möglich zu machen. Es wurden deshalb in dieser Arbeit vorwiegend häufig verwendete objektive und subjektive Messgrößen zur Beurteilung des Operationsergebnisses herangezogen.

1.2 Topographische Anatomie

1.2.1 Fußskelett

Der Hallux valgus stellt eine Pathologie dar, die sich am ersten Strahl des Vorfußes abspielt. An der Bildung dieses ersten Strahls sind der erste Mittelfußknochen sowie die proximale und die distale Phalanx der Großzehe beteiligt. Zusätzlich spielt aber auch das Metatarsacuneiforme-Gelenk sowie die gesamte Fußkonstellation eine Rolle in der Pathogenese.



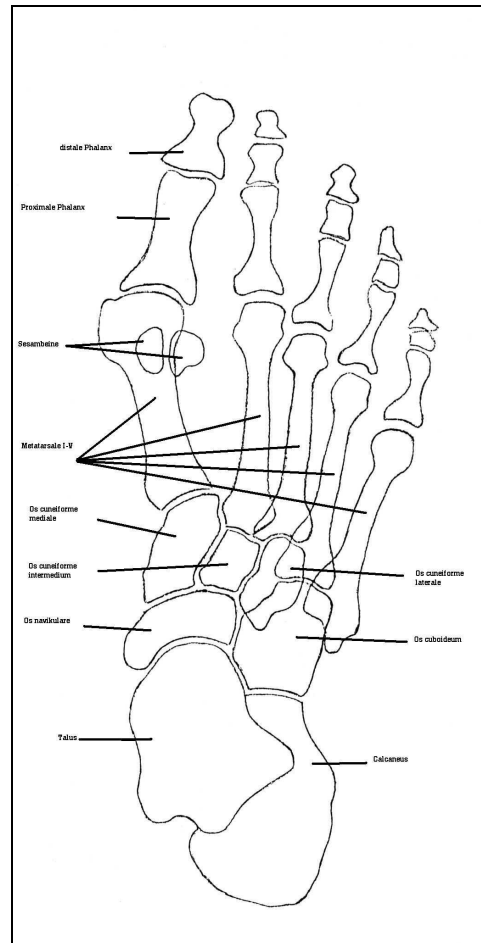


Abb. 1.1: Fußskelett am Knochenmodell und in der Schemazeichnung

Das Os cuneiforme mediale ist das größte und am weitesten distal gelegene der drei Cuneiforme. Es ist keilförmig mit einer dorsalen Basis, es finden sich Gelenkverbindungen zum ersten und zweiten Metatarsale sowie zum Os cuneiforme intermedium und zum Os naviculare.

Das Metatarsale I artikuliert nach proximal mit dem medialen Os cuneiforme im ersten Tarsometatarsalgelenk, nach distal mit der Grundphalanx der Großzehe im ersten Metatarsophalangealgelenk. Der Schaft bildet medial eine Kante aus, die die dorsale und plantare Fläche voneinander trennt. Lateral erscheint der Schaft als vertikal ausgerichtete Oberfläche, so dass eine dreieckige Form entsteht. Das Köpfchen des Metatarsale I bildet plantar zwei durch einen anteroposterior orientierten knöchernen First getrennte Rinnen aus, in denen die beiden Sesambeine zu liegen kommen.

Die Sesambeine liegen in den tibialen und fibularen Anteilen des M. flexor hallucis brevis und dienen zur Verbesserung der Mechanik durch Kraftabsorption über einen Gleitmechanismus.

Im Gegensatz zu den anderen Zehen besteht die Großzehe nur aus einer proximalen und einer distalen Phalanx. Die proximale Phalanx des ersten Strahls hat an der Basis eine ovale und konkave Gelenkfläche zum ersten Metatarsale, die etwas kleiner ist als dessen Gelenkfläche, vergleichbar mit dem Glenoid. An der dorsalen Fläche der Basis stützt der M. extensor hallucis brevis an, inferomedial findet sich der Ansatzpunkt für den M. abductor hallucis und den tibialen Anteil des M. flexor hallucis brevis, inferolateral für den M. adductor hallucis und den fibularen Anteil des M. flexor hallucis brevis. Die distale Phalanx hat eine kongruente Gelenkfläche zur proximalen Phalanx und läuft in einem Winkel von ca. 15 Grad spitz zu. Hier finden sich die Ansatzpunkte für den M. extensor hallucis longus und plantaris für den M. flexor hallucis longus.

Die Gelenke zwischen den einzelnen Bestandteilen werden durch Gelenkkapsel und Kollateralbänder verstärkt, sowie im Metatarsophalangealgelenk und im Interphalangealgelenk plantaris durch Ligamenta plantaria. Zusätzlich werden die Mittelfußknochen untereinander proximal durch die Ligamenta metatarsalia plantaria und distal durch das Ligamentum metatarsale transversum profundum miteinander verbunden. Die Sesambeine sind in das Ligamentum plantare eingebettet und haben so eine direkte Verbindung zum Metatarsale II, während sie mit dem ersten Mittelfußknochen nur über eine Gelenkfläche verbunden sind. Zur Basis der Grundphalanx besteht ebenfalls eine ligamentäre Verbindung. Die Sesambeine mit ihren bandhaften Verbindungen werden auch als phalangosesamoider Apparat bezeichnet (Sarrafián 1993).

1.2.2 Muskulatur

Die am Hallux valgus beteiligten Muskeln spielen in der Pathogenese eine wichtige Rolle.

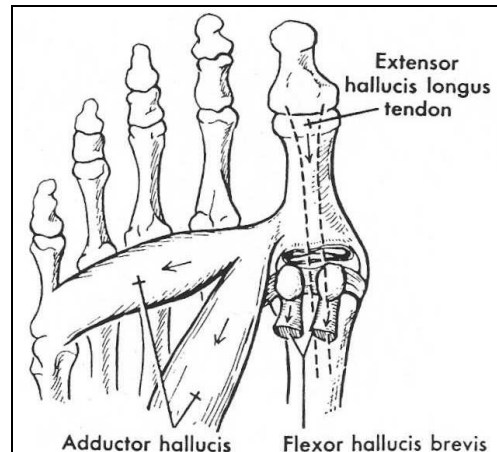


Abb. 1.2: Muskeln an der Großzehe (Mann, Coughlin 1993)

Der M. extensor hallucis longus hat seinen Ursprung ventral an der Facies medialis der Fibula und der Membrana interossea und zieht dann unter dem Retinaculum musculorum extensorum superius und dem Retinaculum musculorum extensorum inferius zum Fußrücken. Seine Sehne passiert einen eigenen fibrösen Kanal und verläuft dann anterior und etwas medial auf dem ersten Metatarsale. Ihr Ansatz liegt dorsal an der Basis der distalen Phalanx. Der M. extensor hallucis longus bewirkt eine Dorsalextension des Fußes und eine Streckung des Hallux.

Der M. extensor hallucis brevis hat seinen Ursprung anterior lateral am Calcaneus und setzt an der ersten Grundphalanx an. Seine Funktion ist eine Dorsalextension der Großzehe im Metatarsophalangealgelenk.

Der M. abductor hallucis entspringt medial am Tuber calcanei, überbrückt dann den calcanealen Kanal und bildet so zusammen mit dem Retinaculum flexorum dessen Begrenzung. Weiter distal verläuft die Sehne plantar und inseriert mit den inferolateralen Fasern am medialen Sesambein zusammen mit dem Caput mediale des M. flexor hallucis brevis, sowie an dem medialen plantaren Tuberculum der proximalen Phalanx des Hallux. Weiter superior und medial gelegene Fasern bilden

eine Verbindung zur Extensorenaponeurose. Der M. abductor hallucis bewirkt eine Plantarflexion und Abduktion der Großzehe.

Der M. flexor hallucis brevis hat einen Y-förmigen Ursprung. Der mediale Anteil stammt aus einer metatarsalen Komponente der Tibialis posterior Sehne, der laterale Teil entspringt am Os cuneiforme laterale und am Cuboid. Der Muskel zieht über den ersten interossären Raum, das erste Metatarsale und teilt sich in zwei Schenkel auf. Das etwas schmalere Caput laterale hat seinen Ansatz am lateralen Sesambein und der Basis der proximalen Phalanx, hier zusammen mit Fasern des M. adductor hallucis. Das Caput mediale inseriert am medialen Sesambein und dem medialen Anteil der Basis der Grundphalanx, zusammen mit dem M. abductor hallucis. Beide Muskelköpfe geben auch Fasern zur Plantaraponeurose ab. Die Funktion des Muskels besteht in einer Beugung im Grundgelenk.

Der M. flexor hallucis longus hat seinen Ursprung an der Fibula und der Membrana interossea, sein Ansatzpunkt liegt an der Endphalanx der Großzehe. Er bewirkt eine Plantarflexion des Fußes und eine Beugung der Zehe.

Der M. adductor hallucis besteht aus zwei Teilen, dem Caput transversum und dem Caput obliquum. Letzteres entspringt dem mittleren Abschnitt des Peroneus longus Tunnels und somit aus den calcaneocuboiden Bandstrukturen, dem Cuboid, den Metatarsalen 2 – 4 und den Ossa cuneiformia. Der weitere Verlauf des Muskels ist schräg über die Metatarsalia 2, 3 und 4 in Richtung des ersten MTP-Gelenks. Im distalen Abschnitt lassen sich drei Hauptkomponenten unterscheiden. Der mediale Teil hat seinen Ansatz direkt am lateralen Sesambein. Der tiefere zentrale Teil zieht bandförmig zur Plantarseite des lateralen Sesamoids. Der laterale Teil schließlich setzt mit einer breiten Sehne am lateralen Sesambein und der lateralen Fläche der Grundphalanx an. Das Caput transversum hingegen hat seinen Ursprung an den Grundgelenken der 3. – 5. Zehe. Dabei lassen sich auch hier drei Muskelanteile unterscheiden. Der längste und oberflächlichste entspringt am fünften Zeh und überlappt teilweise den zweiten, der vom vierten Zeh kommt. Der tiefste, kürzeste und am weitesten anterior gelegene stammt vom dritten Zeh. Die drei vereinigen sich auf Höhe der zweiten Zehe und haben ihren Ansatz am lateralen Sesambein mit

Fasern zu umgebenden Bandstrukturen, jedoch nicht zum Metatarsale. Die Funktion des M. adductor hallucis ist eine Beugung und Adduktion im Großzehengrundgelenk.

1.2.3 Gefäße und Nerven

Die Gefäßversorgung des Hallux erfolgt über zwei Hauptwege von dorsal und von plantar mit zahlreichen Anastomosen. Zum einen erfolgt sie über den Arcus plantaris profundus, der über die A. plantaris lateralis aus der A. tibialis posterior und die A. plantaris profunda aus der A. dorsalis pedis gebildet wird. Zusätzlich anastomosieren auch der R. profundus aus der A. plantaris medialis sowie Perforansarterien der Aa. metatarsalia dorsalia mit dem Arcus plantaris profundus. Aus diesem geht dann u.a. die A. metatarsalis plantaris des ersten Strahls hervor. Sie passiert den M. flexor hallucis brevis und den Metatarsaleschaft und teilt sich dann in einen medialen und einen lateralen Ast. Der mediale Teil der A. metatarsalis plantaris I erhält Zufluß aus dem R. superficialis der A. plantaris medialis, der zwischen dem Caput mediale des M. flexor hallucis brevis und dem Metatarsaleschaft hindurch zieht. Er verläuft dann weiter plantar der Sehne des M. flexor hallucis longus um das mediale Sesambein und bildet eine Anastomose mit dem Perforansast der dorsalen Metatarsalearterien. Der laterale Ast der A. metatarsalis plantaris I überquert den plantaren Teil des Caput laterale des M. flexor hallucis brevis und den M. adductor hallucis, zieht um das laterale Sesambein und vereinigt sich mit dem R. perforans der ersten Metatarsalarterie im ersten Zehenzwischenraum zur A. hallucis plantaris communis. Anschließend teilt sie sich auf in einen lateralen Ast zum zweiten Zeh und einen medialen Ast zum Hallux. Die beiden plantaren Arterien des Hallux bilden in der Mitte der proximalen Phalanx eine weitere Anastomose.

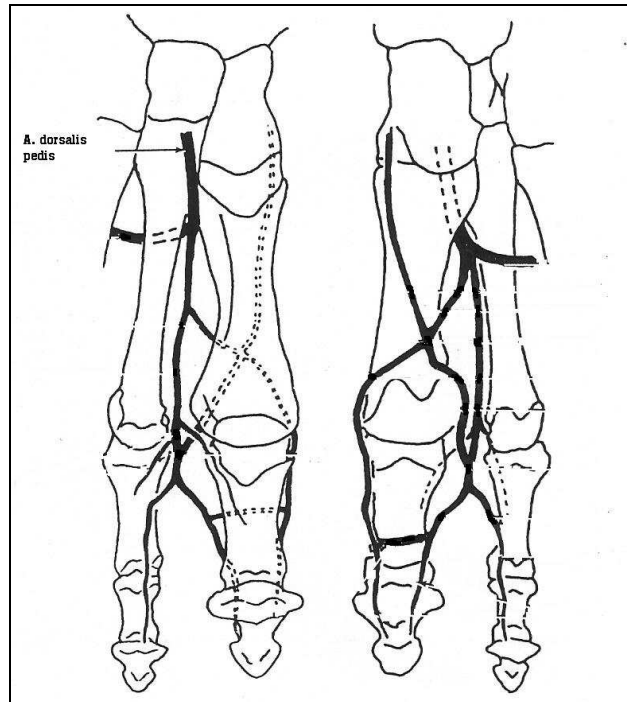


Abb. 1.3: Arterielle Versorgung der Großzehe (Saraffian 1993)

Die Blutversorgung des Metatarsaleköpfchens, die bei operativen Eingriffen am Metatarsale beeinträchtigt werden kann, erfolgt über eine A. nutritiva, die lateral die Kortikalis in distaler Richtung durchstößt und sich intramedullär in einen längeren proximalen und einen kürzeren distalen Ast aufteilt (Mann, Coughlin 1992). Der kürzere Ast anastomosiert mit metaphysären Arterien und Arterien des Kopfbereiches. Die metaphysären Arterien versorgen das Metatarsale von dorsal und von plantar, wobei der dorsale Anteil zwei Drittel des Metatarsaleköpfchens versorgt, der plantare den Rest. Die Kopfarterien kommen von lateral und medial und haben Verbindung zu den metaphysären Gefäßen.

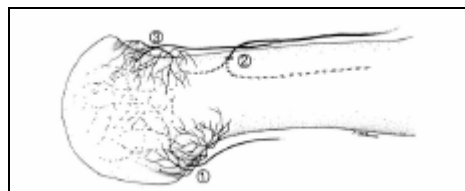


Abb. 1.4: Die Blutversorgung des Metatarsale I Köpfchens (Resch et al. 1992)

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

Die sensible Innervation der Haut der Großzehe erfolgt durch die Nn. digitales dorsales aus dem N. peroneus profundus im Bereich der einander zugekehrten Seiten der ersten und zweiten Zehe, der mediale Fußrand wird vom N. peroneus superficialis innerviert und die Fußsohle in diesem Bereich vom N. plantaris medialis. Dieser versorgt auch motorisch den M. abductor hallucis sowie das Caput mediale des M. flexor hallucis brevis. Das Caput laterale und der M. adductor hallucis werden vom N. plantaris lateralis innerviert. Der N. peroneus profundus versorgt motorisch den M. extensor hallucis brevis und den M. extensor hallucis longus.

1.3 Ätiologie und Pathogenese

1.3.1 Ätiologie

Der Hallux valgus ist nur in wenigen Fällen auf eine eindeutige Ursache zurückzuführen. Seltener tritt er als Folge entzündlicher Gelenkerkrankungen wie z.B. der chronischen Polyarthrit, posttraumatisch, als Teil einer angeborenen Fehlbildung oder bei neurologischen Erkrankungen wie der infantilen Zerebralparese auf.

Die häufigere Form des Hallux valgus ist die idiopathische Form. Hier spielen verschiedene komplexe Zusammenhänge eine Rolle. An der Entstehung der Deformität sind äußere Faktoren wie die Schuhmode und innere prädisponierende Faktoren beteiligt.

Die Schuhmode, besonders die von Damen, hat einen wesentlichen Einfluss auf die Entstehung des Hallux valgus. Durch die vorne spitz zulaufenden Schuhe wird der Zeh in eine Valgusposition gedrängt. Die Bewegungsarmut führt zu einer zunehmenden Kontraktion. Durch hohe Absätze wird der Druck auf den Vorfuß im vorne engen Schuh verstärkt. Das durch diese Form verminderte Abrollen wirkt sich störend auf die Muskelbalance aus. Es kommt zu einer verminderten Aktivität des M. flexor hallucis longus und zur Aktivitäts-Steigerung beim M. extensor hallucis longus mit einer adduktorischen Komponente (Kalmus 1931). Die Beziehung zwischen der Schuhmode und dem Auftreten des Hallux valgus wurde mehrfach untersucht und beschrieben (Elmslie 1939, Craigmile 1953, Sim-Folk und Hodgson 1958). So zeigte sich bei Untersuchungen in Japan ein deutlicher Zusammenhang zwischen der sich verändernden Schuhmode ab ca. 1970 und dem vermehrten Auftreten eines Hallux valgus (Kato und Wanabe 1981).

Die Schuhe sind jedoch nicht die alleinige Ursache. Zusätzlich besteht eine familiäre Prädisposition. So fanden zum Beispiel Hardy und Clapham (1951) bei 63 % der untersuchten Patienten mit Hallux valgus eine positive Familienanamnese, Mitchell (1958) in 58 %. Ein klarer Erbgang konnte jedoch nicht festgestellt werden.

Ein weiterer Faktor bei der Entstehung des Hallux valgus ist der Metatarsus primus varus. Man findet zwar häufig bei Patienten mit Hallux valgus auch einen Metatarsus primus varus, ein Kausalzusammenhang ist aber nicht eindeutig nachzuweisen, da beide auch unabhängig voneinander auftreten können (Craigmile 1953). Mann und Coughlin (1981) kommen zu dem Schluss, dass beim juvenilen Hallux valgus der Metatarsus primus varus eine prädisponierende Rolle spielt, hingegen beim älteren Patienten eher als sekundäre Veränderung zu betrachten ist.

Die Stellung des Tarsometatarsalgelenks spielt in der Ätiologie des Hallux valgus eine wichtige Rolle. Eine Abwinkelung nach medial oder eine abgerundeter Gelenkfläche führt gehäuft zu einem Metatarsus primus varus und in der Folge zum Hallux valgus (Haines und McDougall 1954). Die Bedeutung der medialen und lateralen Instabilität, die einen Hallux valgus begünstigt, wird dagegen als klinisch nur selten relevant eingestuft (Mann und Coughlin 1992). Eine generelle Hypermobilität der Gelenke fanden Allen et al. (1981) bei Frauen mit Hallux valgus signifikant häufiger als in der Kontrollgruppe.

Die Bedeutung der Längenverhältnisse zwischen erstem und zweitem Zeh oder erstem und zweitem Metatarsale für die Entstehung wurde immer wieder untersucht. Es fand sich häufiger eine ägyptische Fußform, also mit längeren Großzehen, bei Patienten mit Hallux valgus als in Vergleichsgruppen (Sandelin 1924, Skinner 1932). Bei der Beziehung der Metatarsale untereinander fand Nilsonne (1930) bei der Mehrzahl seiner Patienten mit Hallux valgus eine Index-plus-Variante, also mit längerem ersten Metatarsale. Hardy und Clapham (1951) fanden durchschnittlich etwas längere Metatarsale I. Es gibt aber auch gegenteilige Untersuchungen (Honig 1938). Einen wesentlichen Teil dieser Problematik stellen die unterschiedlichen Meßmethoden dar.

1.3.2 Pathogenese

Die Entstehung der Deformität auf der Basis der beschriebenen ätiologischen Faktoren ist in erster Linie durch eine veränderte Muskelwirkung begründet.

Die Ansätze der Muskulatur des Großzehen sind nicht am Köpfchen des Metatarsale I, sondern vor allem an der Basis der proximalen und distalen Phalanx, die somit die Position der Großzehe bestimmt. Unter normalen Umständen ist der Kraftvektor der Muskulatur zentral auf die Gelenkfläche des Metatarsale I Köpfchens ausgerichtet. Kommt es aber zur Störung des Muskelgleichgewichts und damit zum Hallux valgus, so schreitet eine einmal entstandene Fehlstellung bei entsprechenden prädisponierenden Faktoren durch veränderte Muskelwirkungen weiter fort.

Durch Abweichen der proximalen Phalanx nach lateral entsteht Druck auf das erste Metatarsale: Dieses weicht nach medial ab. Dadurch entsteht ein vergrößerter Intermetatarsale Winkel. Es kommt durch diese Abweichung zur Dehnung der medialen und zur Kontraktur der lateralen Gelenkkapselanteile. Die ligamentäre Verbindung der Sesambeine zum Metatarsale II über das Lig. intersesamoidale, das Lig. metatarsaleum transversum und die distalen Übergänge zur Kapsel, die sogenannte Sesambeinschlinge, mit ihrer lateralen Verankerung am Ansatz des M. adductor hallucis bleibt erhalten, durch diese Bandfixation bleiben die Sesambeine in festem Abstand zum Metatarsale II, während es zu einer Verschiebung zum Metatarsale I Köpfchen kommt. Der Druck auf die mediale Kapsel erhöht sich. Der schwächste Punkt der medialen Gelenkkapsel liegt direkt cranial der Sehne des M. abductor hallucis. Dort gibt die Kapsel bei dem chronisch erhöhten Druck nach und es kommt zum Abweichen des Metatarsale I Köpfchens nach medial, wobei der M. abductor hallucis darunter verlagert wird. Das Abweichen des Metatarsale I erscheint als scheinbare Luxation der Sesambeine. Im Frühstadium finden sich Knorpelschäden am Gleitlager des tibialen Sesambeins (Volkman 1856, Haines und McDougall 1954). Mit Fortschreiten der Deformität atrophiert die Crista, die normal die Position der Sesambeine stabilisiert. Dadurch weicht das Metatarsale weiter ab.

Durch seine Lageveränderung nach plantar wirkt der M. abductor hallucis nicht mehr stabilisierend, sondern verstärkt die Fehlstellung, da er seine abduzierende Kraft einbüßt, was zu einer Pronationsstellung des Hallux führt.

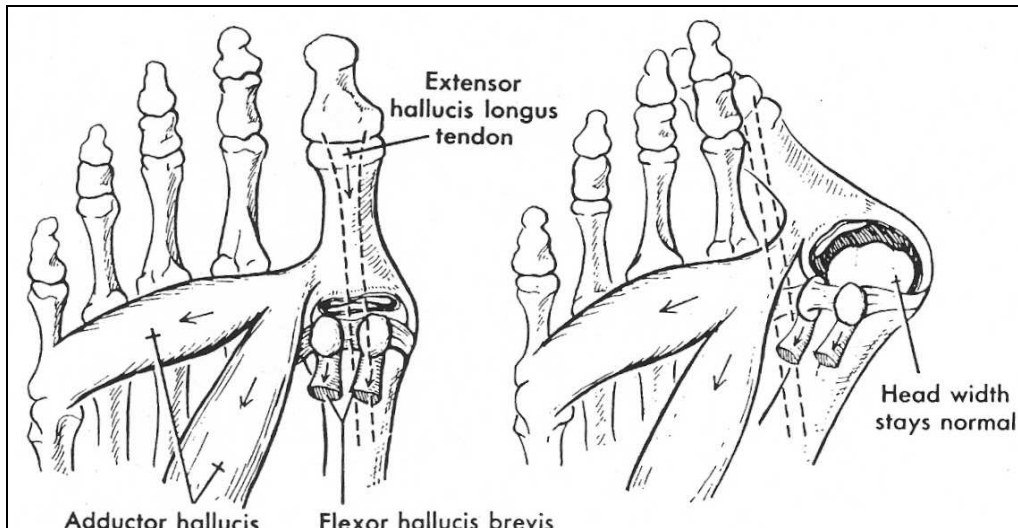


Abb. 1.5: Pathogenese des Hallux valgus mit veränderter Muskelzugrichtung
(Mann, Coughlin 1992)

Durch die Belastung der medialen Kapsel-Bandstrukturen kommt es zur Lateralisierung der Sehne des M. extensor hallucis longus, wodurch dieser eine adduzierende Wirkung erhält, was wiederum die Fehlstellung weiter verstärkt.

Die Sehne des M. flexor hallucis brevis, in der die Sesambeine liegen, weicht ebenfalls nach lateral ab. Dadurch erfolgt eine weitere Valgisierung.

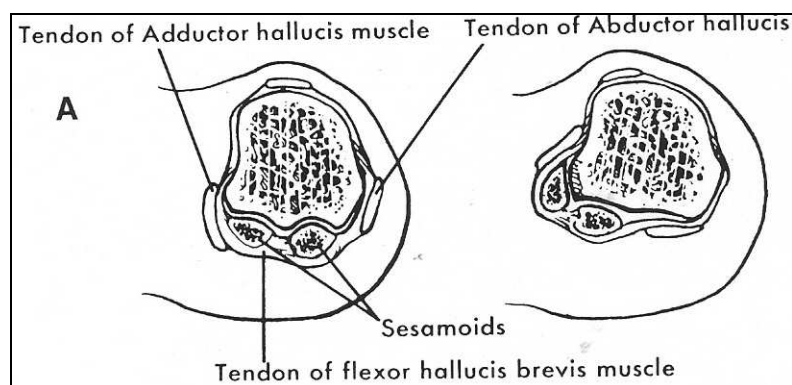


Abb.: 1.6: Lateralverschiebung der Sesambeine (Mann, Coughlin 1992)

Die zunehmende Instabilität führt dazu, daß das erste Metatarsophalangeal-Gelenk weniger Druck aufnimmt und die anderen Metatarsalia so vermehrt mit dem Körpergewicht belastet werden. Es entsteht eine Überlastungsmetatarsalgie mit entsprechender Schmerzsymptomatik.

Durch die vermehrte Prominenz des Metatarsale I Köpfchens entsteht die sogenannte Pseudoexostose mit Atrophie der medialen Knorpelanteile, da diese weniger belastet werden. Es kommt zur Rinnenbildung zwischen Pseudoexostose und artikulierender Gelenkfläche. Die Pseudoexostose führt durch Druck zur Weichteilirritation und Bursitis, was wiederum zu entsprechenden Knochenveränderungen führt.

Weiterhin geraten die Kleinzehen durch die Abweichung der Großzehe zunehmend unter Druck und es entstehen die typischen Begleitdeformitäten wie Hammer- oder Krallenzehen.

1.4 Diagnostik bei Hallux valgus

1.4.1 Klinische Diagnose

Bei der klinischen Untersuchung des Hallux valgus imponieren die Abweichung der Großzehe nach lateral, also in die Valgus-Stellung, sowie der mehr oder minder ausgeprägte Ballen. Die Haut über dem Ballen ist häufig atrophiert und gerötet, teilweise entstehen Ulcerationen. Weiterhin findet man oft eine Bursitis über dem Ballen. Durch die vermehrte Belastung der Metatarsaleköpfchen II bis IV kommt es zur plantaren Hyperkeratose in diesem Bereich. In 70 % der Fälle ist es der Ballen, der die Hauptbeschwerden macht (Mann, Coughlin 1992).

Viele Patienten klagen über eine Metatarsalgie, die durch veränderte Belastungsverhältnisse am Fuß entsteht.

Bei der Untersuchung kann man zwischen einer weichen und einer starren oder kontrakten Deformität unterscheiden, bei der die Großzehe nicht mehr in die Normalachse gebracht werden kann. Oft findet man eine Pronation der Großzehe.

Beim Hallux valgus findet sich weiterhin oft eine Verbreiterung des Vorfußes durch einen Metatarsus primus varus.

Die funktionelle Untersuchung des Hallux erfolgt durch Prüfung der passiven Beweglichkeit. Diese wird nach der Neutral Null Methode bezogen auf die Bodenebene in Neutralstellung des oberen Sprunggelenks angegeben. Sie beträgt normalerweise 70 Grad Plantarflexion und 50 Grad Dorsalextension, also 70-0-50.

Man sollte den Fuß auch bezüglich einer Instabilität des ersten Tarsometatarsalgelenks untersuchen.

Eine gleichmäßige Bewegungseinschränkung mit Schmerzen, Crepitation und eventuell tastbare Osteophyten sprechen dabei für eine arthrotische Veränderung des Großzehengrundgelenks im Sinne eines Hallux rigidus.

Es sollte bei auf die Durchblutung, die Motorik und die Sensibilität geachtet werden.

1.4.2 Radiologische Diagnose

Zur radiologischen Diagnostik werden Röntgenaufnahmen des Fußes in zwei Ebenen angefertigt, dorsoplantar und seitlich, jeweils unter Belastung. Ergänzend kann eine Schrägaufnahme des Fußes gemacht werden.

Anhand dieser Aufnahmen können Messungen bezüglich der Kongruenz des Gelenkes vorgenommen und der Hallux valgus Winkel und der Intermentatarsale I/II Winkel bestimmt werden, die später beschrieben werden. Man beurteilt auf den Röntgenaufnahmen auch die Position der Sesambeine und das Vorhandensein eines Hallux interphalangeus.



Abb. 1.3.: Röntgen des Fußes dorsoplantar und seitlich im Stehen

1.5 Therapie des Hallux valgus

1.5.1 Konservative Therapie

Die Möglichkeit der konservativen Therapie des Hallux valgus sind eingeschränkt und meist wenig von Erfolg gekrönt.

Zunächst sollte man auf die Wahl des richtigen Schuhwerks achten, damit dieser ätiologisch bedeutsame Faktor nicht zu einem weiteren Fortschreiten der Deformität führt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Schuhe der Großzehe genügend Platz lassen und kein zu hoher Druck ausgeübt wird. Weiter sind hohe Absätze zu vermeiden, um zu verhindern, daß die Belastung der Großzehe und des Großzehengrundgelenks verstärkt wird.

Ein Ansatz zur konservativen Therapie ist die Anlage von Redressionsverbänden, die vereinzelt im Wachstumsalter eine andauernde Stellungsverbesserung bewirken und ein Fortschreiten der Deformität verhindern können. Nach Abschluss des Wachstums kann eine Verbesserung damit nicht erreicht werden. Die Hauptindikation von Redressionsverbänden besteht nach der operativen Therapie, wo eine Sicherung des Operationsergebnisses sinnvoll ist.

Eine Möglichkeit ist die Verwendung von Orthesen, wobei hier vor allem Schienen verwendet werden, die meist als Nachtschienen getragen werden. Die Versorgung mit einer solchen Hallux valgus Schiene stellt einen Versuch dar, am wachsenden Skelett eine dauerhafte Besserung der Stellung zu erreichen. Insgesamt bestehen nach Abschluss des Wachstums jedoch relativ geringe Erfolgsaussichten, so dass eine derartige Therapie über die Dauer von einem halben Jahr hinaus wenig sinnvoll ist.

Eine symptomatische Therapie mit nichtsteroidalen Antirheumatika oder anderer Schmerzmedikation kann in den Fällen erfolgen, in denen eine operative Therapie nicht gewünscht oder nicht indiziert ist oder sonstige Faktoren wie Begleiterkrankungen gegen eine operative Therapie sprechen.

1.5.2 Operative Therapie

Zur operativen Therapie des Hallux valgus sind viele verschiedene Verfahren beschrieben worden, die mehr oder weniger häufig angewendet werden.

Zunächst sollte man für die Operation die unterschiedlichen Voraussetzungen berücksichtigen, da nicht jede Hallux valgus Deformität gleich ist und somit auch nicht jede Operationsmethode auf alle Patienten angewendet werden kann. Dabei spielen die Beschwerden des Patienten eine entscheidende Rolle, weiterhin sein Beruf und die daraus resultierenden Ansprüche an den Fuß, seine sportliche Aktivität und sein Alter. Hinzu kommen die klinischen und radiologischen Verhältnisse sowie die Gefäß- und Nervensituation an dem zu behandelnden Fuß. Besonders zu berücksichtigen ist die Erwartung, die der Patient hat, da eine Unzufriedenheit nach der Operation häufig durch falsche Erwartungen bedingt sein kann.

Anhand der klinisch und radiologischen Verhältnisse teilt R.A. Mann (1996) die Deformität abhängig von der Kongruenzsituation in drei Gruppen ein.

Für den Fall eines kongruenten Metatarsophalangealgelenks wird eine Osteotomie am Metatarsale wie zum Beispiel bei der Chevron - Osteotomie, bei der das Metatarsale v-förmig osteotomiert wird oder auch der Scarf – Osteotomie, deren Technik später noch genauer beschrieben wird, empfohlen, eventuell in Kombination mit einer Osteotomie an der proximalen Phalanx nach Akin (1925). Alternativ oder auch in Kombination dazu kann ein distaler Weichteileingriff mit lateralem Release und medialer Kapselraffung durchgeführt werden.

Wenn ein inkongruentes Metatarsophalangealgelenk vorliegt, unterscheidet man bezüglich des Hallux valgus Winkels und des Intermetatarsalwinkels I/II in eine leichte Deformität mit einem Hallux valgus Winkel unter 30 Grad und einem Intermetatarsalwinkel von weniger als 15 Grad, eine mittelschwere Deformität mit einem Hallux valgus Winkel unter 40 Grad und einem Intermetatarsalwinkel von mehr als 15 Grad und schließlich bei einem Hallux valgus Winkel über 40 Grad und einem IM - Winkel über 20 Grad eine schwere Deformität.

Dabei wird die leichte Deformität ähnlich der Situation bei kongruentem Metatarsophalangealgelenk mit einer Osteotomie des Metatarsale, z.B. Chevron, die mittelschwere Deformität hingegen eher mit distalem Weichteileingriff und Metatarsale Basis-Osteotomie behandelt. Bei der schweren Deformität gehen die Möglichkeiten bis hin zur Arthrodese des Großzehengrundgelenks.

Die dritte Gruppe stellen die Patienten dar, bei denen schon starke degenerative Veränderungen im Sinne einer Arthrose im Großzehengrundgelenk vorliegen. Hier bringen Umstellungsosteotomien keine Verbesserung für den Patienten, da Schmerz und Bewegungseinschränkung durch den sich entwickelnden Hallux rigidus im Vordergrund stehen.

In diesen Fällen besteht die operative Behandlung in einer Resektionsarthroplastik nach Keller – Brandes oder einer Arthrodese.

2. Material und Methode

2.1 Patientengut

Von 118 operierten konnten 106 FüÙe von 77 Patienten (89,8%), die sich im Zeitraum von 1996 bis 1998 einer operativen Korrektur des Hallux valgus mit der Scarf – Osteotomie unterzogen haben, nachuntersucht werden, wobei die Nachuntersuchungszeit mindestens 24 Monate betrug. Bei 49 dieser Patienten (65 FüÙe) wurde zusätzlich eine Osteotomie nach Akin durchgeführt. Von den restlichen 12 operierten FüÙen lieÙen sich keine vollständigen Daten erheben. Die bis dahin erhobenen Daten mit einem Verlauf von 3 Monaten sprachen für einen unkomplizierten Verlauf, es fand sich keine Fraktur oder Dislokation, ein Rezidiv trat ebenfalls nicht auf.

Die nachuntersuchten Patienten waren im Mittel 50 Jahre alt (von 15 bis 83 Jahre mit einem Median von 53), davon waren 68 Frauen (88,3 %) und 9 Männer (11,7%).

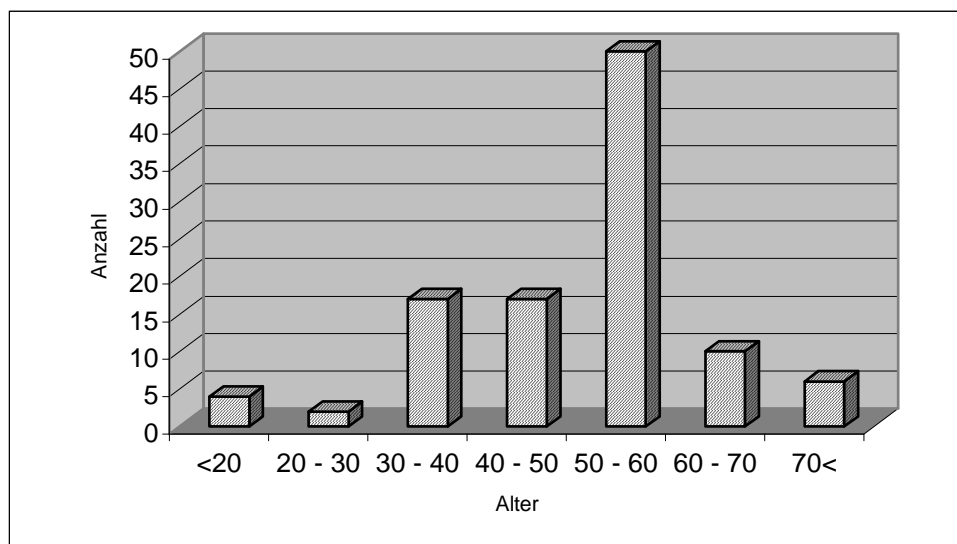


Abb. 2.1: Altersverteilung

Dabei waren die Patienten, die sich einer kombinierten Operation unterzogen, also Scarf- und Akin-Osteotomie, im Mittel 52,1 Jahre alt (17 bis 73, Median 53), während die Gruppe mit alleiniger Scarf-Osteotomie im Mittel 46,8 Jahre alt waren (15 bis 83, Median 50). In der Gruppe mit der kombinierten Operation befanden sich 41 Frauen (83,7%) und 8 Männer (16,3%), während die zweite Gruppe aus 33 Frauen bestand.

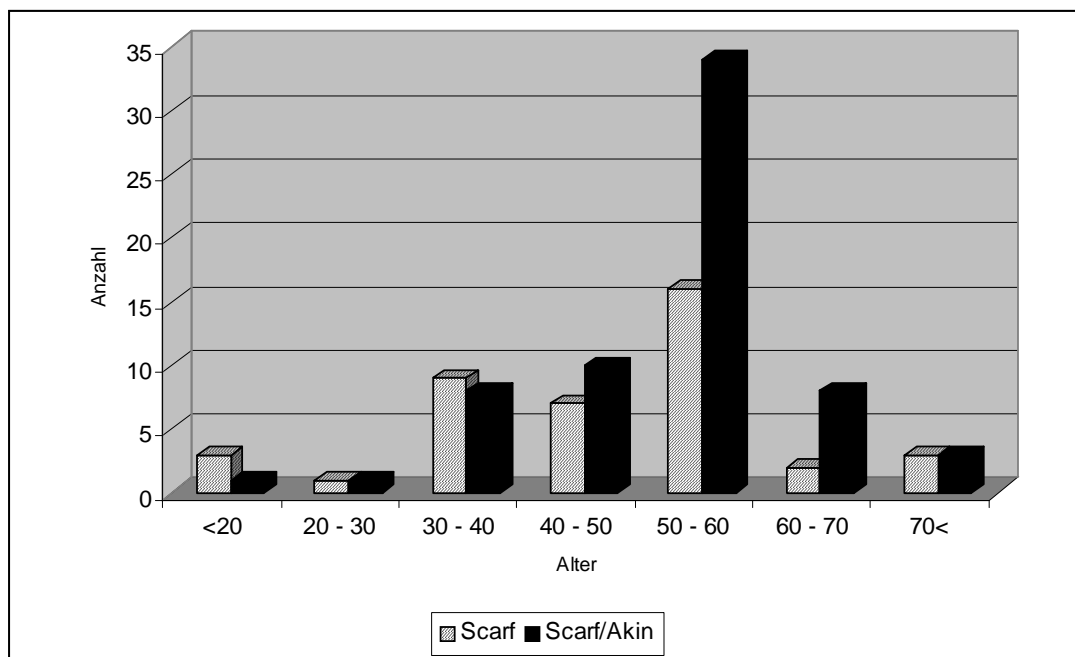


Abb. 2.2: Altersverteilung im Vergleich Scarf zu kombiniertem Scarf / Akin

Die Nachuntersuchung erfolgte anhand des Beschwerdeverlaufs, der klinischen Untersuchung, des AOFAS Scores nach Kitaoka et al. (1994) sowie anhand von Röntgenbildern des Fußes in zwei Ebenen unter Belastung, dorsoplantar und seitlich.

2.2 Anamnese und klinische Untersuchung

In der Anamnese wurden vom Patienten angegebene Schmerzen in passive Bewegungsschmerzen und Metatarsalgie unterschieden, jeweils mit der Frage, ob diese auch schon präoperativ vorhanden waren.

Die klinische Untersuchung erfolgte anhand eines Untersuchungsbogens (Abb. 2.3) und umfasste die Beweglichkeit des Hallux im Grundgelenk mit Dorsalflexion, Plantarflexion und daraus resultierender Gesamtbeweglichkeit nach der Neutral-Null-Methode, geprüft als passive Bewegung am liegenden Patienten. Weiterhin wurde die Stellung des Hallux zum zweiten Zeh in Bezug auf ein Hallux valgus Rezidiv, einen Hallux varus oder sonstige Stellungsabnormitäten wie zum Beispiel eine Elevation betrachtet. Vorhandener Clavus und eventuelle Krepitation wurden vermerkt. Es wurde auf einen eventuell vorhandenen Hallux interphalangeus geachtet.

Es wurden begleitende Deformitäten wie Hammer- oder Krallenzehen und im Verlauf der Behandlung auftretende Komplikationen vermerkt.

Als letztes wurde die subjektive Patientenzufriedenheit geprüft. Die Patienten konnten sich zum kosmetischen Ergebnis bei Ballen und Narbe äußern und sollten entscheiden, ob sie sich noch einmal derselben Operation unterziehen würden.

UNTERSUCHUNGSBOGEN FÜR HALLUX VALGUS PATIENTEN	
Name :	Geb. Datum:
OP-Datum:	
OP-Methode:	
Untersuchungsdatum:	
Nachuntersuchungszeitraum:	
Komplikationen:	
KLINISCHE UNTERSUCHUNG	
Bewegungsausmaß (Dorsalextension/Plantarflexion):	
Metatarsalgie:	
Begleitende Deformitäten:	
Besonderheiten:	
Erneute Operation: Ja Nein	
Kosmetische Beurteilung: Narbe:	
Ballen:	
SCORE NACH KITAOKA ET AL.:	
Schmerz:	
Keine Schmerzen (40)	
Leicht, gelegentlich (30)	
Mäßig, täglich (20)	
Stark, immer (0)	
Funktion:	
1. Belastungseinschränkung:	
Keine Einschränkungen (10)	
Keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten im Beruf, aber eingeschränkte Freizeitaktivitäten (7)	
Einschränkung von täglichen und Freizeitaktivitäten (4)	
Stark eingeschränkte Belastbarkeit (0)	
2. Schuhe	
Normale Schuhe ohne Einlagen (10)	
Schuhe mit Einlagen (5)	
Spezialschuhe	
3. Beweglichkeit des MTP-Gelenks (Dorsal- und Plantarflexion):	
Normal oder gering eingeschränkt (> 75°) (10)	
Geringfügig eingeschränkt (30°-74°) (5)	
Stark eingeschränkt (<30°) (0)	
4. Beweglichkeit des IP-Gelenks (Plantarflexion):	
Keine Einschränkung (5)	
Starke Einschränkung (>10°) (0)	
5. MTP-IP-Stabilität (alle Richtungen):	
Stabil (5)	
Instabil bzw. dislozierbar (0)	
6. Schwielen am MTP-IP des Hallux:	
Keine / asymptomatisch (5)	
Symptomatisch (0)	
Stellung des Hallux:	
Gut (15)	
Zufriedenstellend, geringe asymptotische Fehlstellung (8)	
Schlecht, offensichtliche und symptomatische Fehlstellung (0)	
GESAMTERGEBNIS	
<input type="checkbox"/>	

Abb. 2.3: Untersuchungsbogen Teil 1

RADIOLOGISCHE KRITERIEN:

	PRÄOPERATIV	POSTOPERATIV
Intermetatarsalwinkel I/II		
Hallux-valgus-Winkel		
Distaler Gelenkflächenwinkel		
Vorfußadduktionswinkel		
Position des medialen Sesambeines		
Lage der Sesambeine gemäß der Einteilung nach Appel		
Kongruenz bzw. Inkongruenz des Metatarsophalangealgelenkes		
Varische mediale Inkongruenz bzw. Valgische laterale Inkongruenz		
Metatarsalindex		
Distanz zwischen Metatarsale I und Metatarsale II		
Metatarsaler Auftrittswinkel		
MT I/II Elevationswinkel		
Hallux-rigidus-Stadium		

Abb. 2.4: Untersuchungsbogen Teil 2

2.3 AOFAS Score nach Kitaoka et al. (1994)

Zur weiteren Beurteilung des Operationsergebnisses wurde der von der American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) entwickelte und von Kitaoka et al. 1994 veröffentlichte Score verwendet.

Dabei werden Schmerz, Funktion, getragene Schuhe, Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk und im Interphalangealgelenk des Hallux, deren Stabilität sowie die Stellung des Hallux beurteilt und insgesamt maximal 100 Punkte vergeben. Die Verteilung der Punkte ist Abbildung 2.5 zu entnehmen.

• Schmerz (40 Punkte):	
Keine Schmerzen	40
Leicht, gelegentlich	30
Mäßig, täglich	20
Stark, immer	0
• Funktion (45 Punkte):	
1. Belastungseinschränkung:	
Keine Einschränkungen	10
Keine Einschränkung der täglichen	
Aktivitäten im Beruf, aber eingeschränkte Freizeitaktivitäten	7
Einschränkung von täglichen und Freizeitaktivitäten	4
Stark eingeschränkte Belastbarkeit	0
2. Schuhe	
Normale Schuhe ohne Einlagen	10
Schuhe mit Einlagen	5
Spezialschuhe	0
3. Beweglichkeit des MTP-Gelenks (dorsal und plantar):	
Normal oder gering eingeschränkt (> 75°)	10
Geringfügig eingeschränkt (30°-74°)	5
Stark eingeschränkt (<30°)	0
4. Beweglichkeit des IP-Gelenks (Plantarflexion):	
Keine Einschränkung	5
Starke Einschränkung (>10°)	0
5. MTP-IP-Stabilität (alle Richtungen):	
Stabil	5
Instabil bzw. dislozierbar	0
6. Schwielen am MTP-IP des Hallux:	
Keine / asymptomatisch	5
Symptomatisch	0
• Stellung des Hallux (15 Punkte):	
Gut	15
Zufriedenstellend, geringe asymptomatische Fehlstellung	8
Schlecht, offensichtliche und symptomatische Fehlstellung	0
Gesamt	100

Abb. 2.5 : Hallux Metatarsophalangeal-Interphalangeal Scale nach Kitaoka et al (1994)

Die Beurteilung der Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk ist der Tabelle 2.1 zu entnehmen.

>75 °	10 Punkte
65 – 70°	9 Punkte
60 – 65°	8 Punkte
55 – 60°	7 Punkte
50 – 55	6 Punkte
45 – 50°	5 Punkte
40 – 45°	4 Punkte
35 – 40°	3 Punkte
30 – 35	2 Punkte
25 – 30°	1 Punkt
< 30°	0 Punkte

Tab. 2.1: Punkteverteilung der MTPG – Beweglichkeit

2.4 Methoden der radiologischen Vermessungen

2.4.1 Der Intermetatarsalewinkel I/II

Die am häufigsten verwandte Methode ist die erstmals von Venning & Hardy (1951) beschriebene, bei der der Intermetatarsalewinkel durch den Winkel zwischen den Schafthalbierenden des Metatarsale I und des Metatarsale II gebildet wird (Abb. 2.6). Er gibt das Ausmaß des Metatarsus primus varus an. Dabei wird eine Achse zwischen zwei Punkten in der Mitte des Schafts des Metatarsale I angelegt und der Winkel gemessen, der sich mit der Schafthalbierenden des Metatarsale II ergibt.

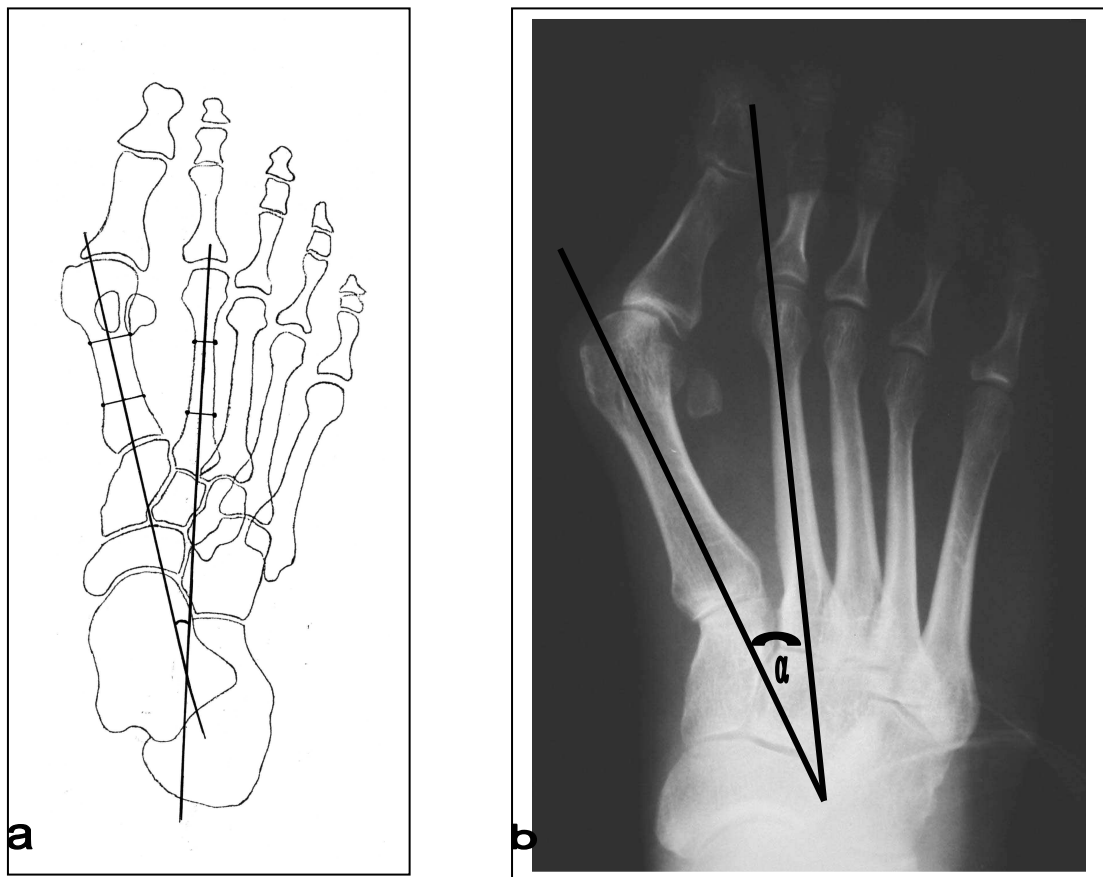


Abb. 2.6a und b: Der Intermetatarsalewinkel I/II nach Venning & Hardy (1951)

Ein Problem der Methode liegt in der Bewertung der postoperativen Röntgenaufnahmen, wie Schneider und Knahr (1998) bei einem Vergleich der verschiedenen beschriebenen Meßmethoden feststellten.

Eine ihrer Meinung nach besser geeignete Methode ist die von Mitchell et al. (1958) beschriebene, bei der die Achse durch die Mitte der Artikulationsfläche des Metatarsale I Köpfchens und der Basis gelegt wird, da diese unabhängig von durchgeführten Metatarsale-Osteotomien bleibt und so eine bessere Vergleichsmöglichkeit zwischen präoperativen und postoperativen Aufnahmen bietet (Abb. 2.7).

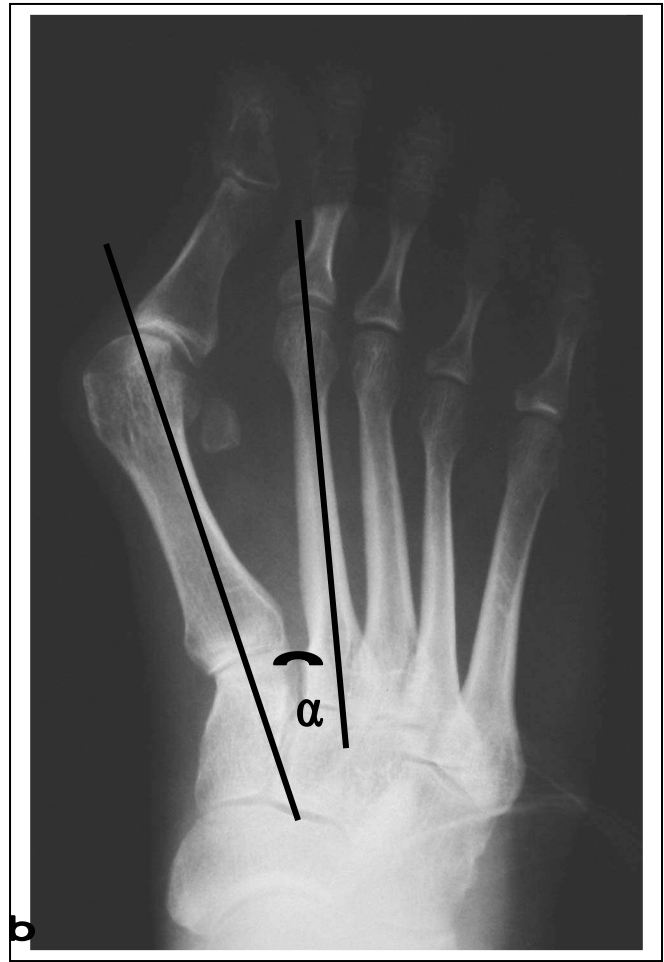
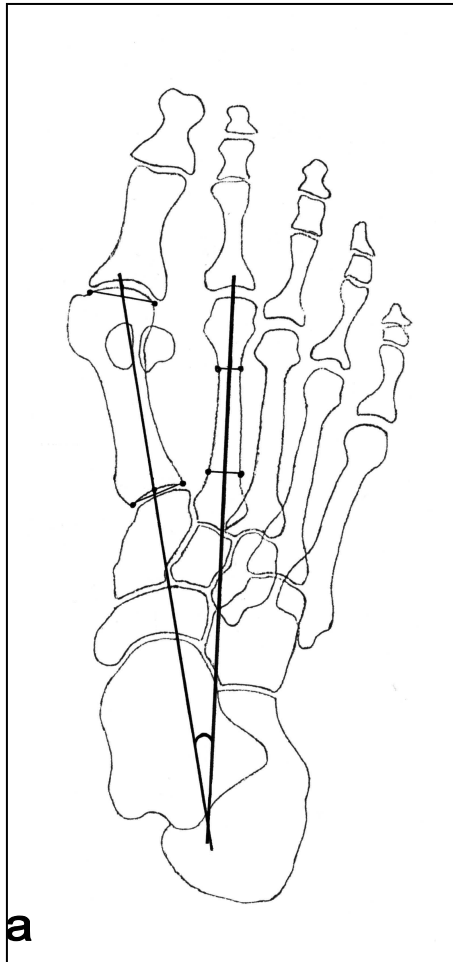


Abb. 2.7a und b: Der Intermetatarsalewinkel nach Mitchell et al. (1958)

Deshalb wurden beide Meßmethoden angewandt. Die Methode nach Mitchell et al., weil sie die genaueren Ergebnisse liefert, die Methode nach Venning & Hardy, um eine bessere Vergleichbarkeit mit anderen Studien zu erreichen.

2.4.2 Der Hallux valgus Winkel

Der Hallux valgus Winkel oder Metatarsophalangealwinkel des ersten Strahls ergibt sich aus den Schafthalbierende des Metatarsale I und der Grundphalanx. Dabei ergeben sich die bereits beschriebenen Möglichkeiten zur Konstruktion der Achse durch das Metatarsale I, wobei auch hier beide Methoden angewandt wurden (Abb. 2.8 und 2.9).

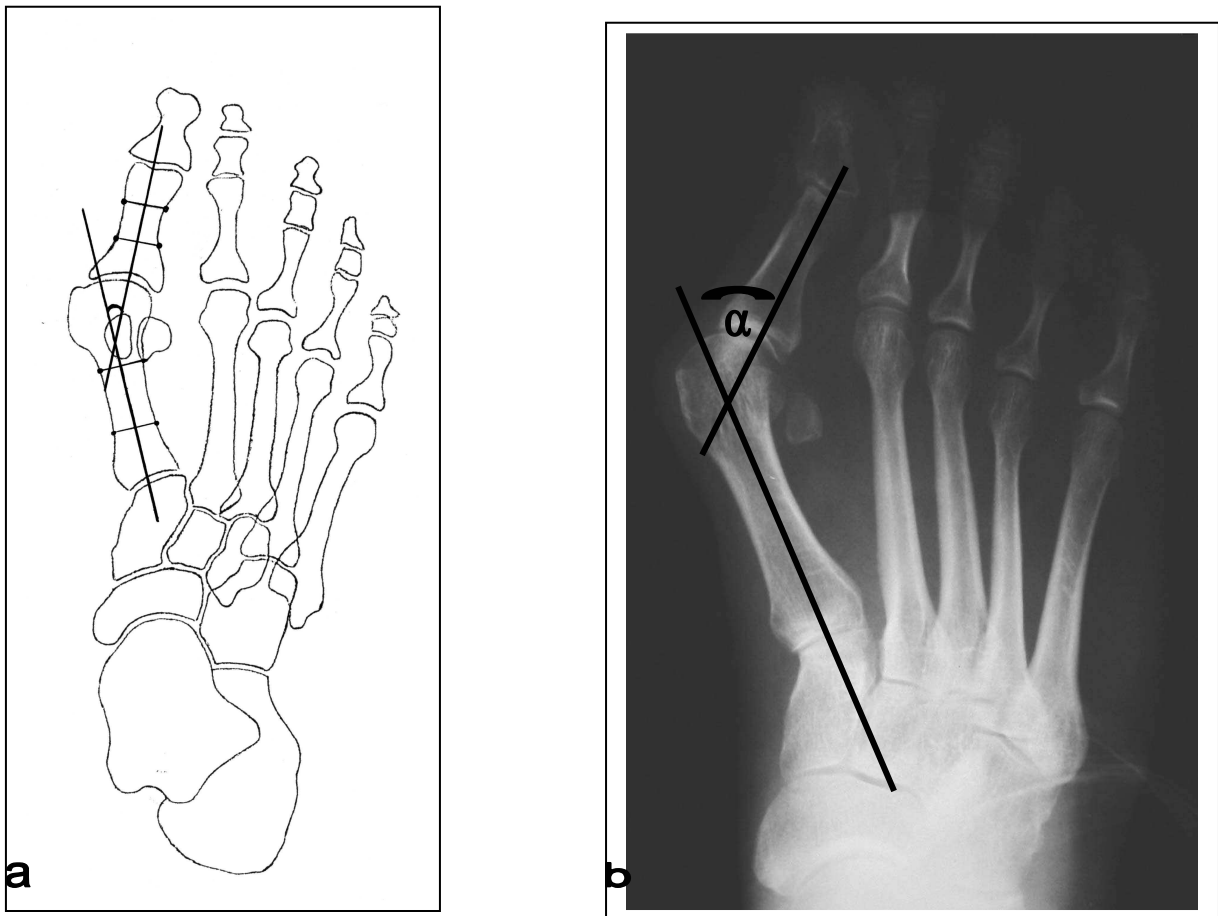


Abb. 2.8a und b: Der Hallux valgus Winkel nach Venning & Hardy.

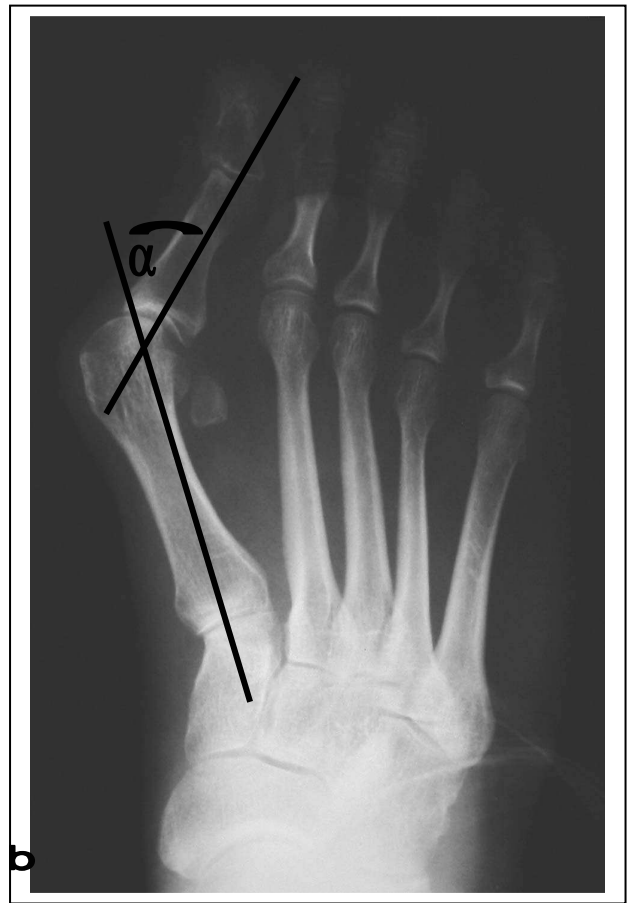
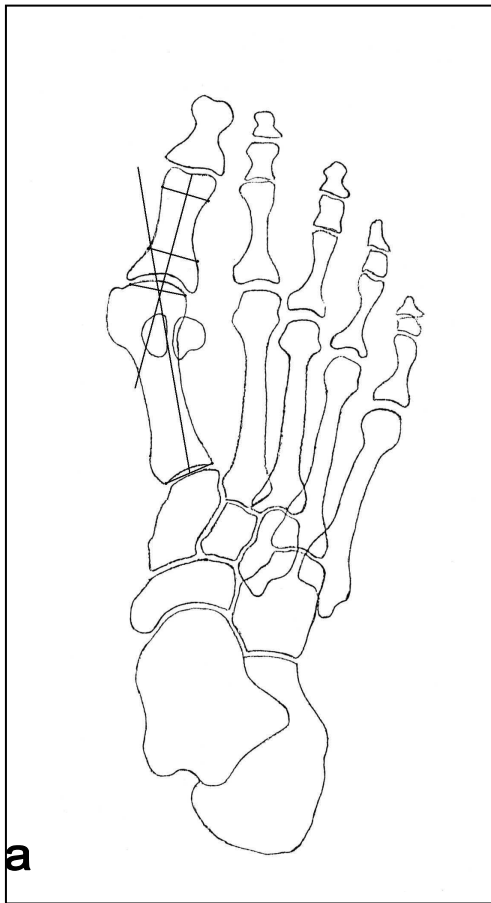


Abb. 2.9a und b: Der Hallux valgus Winkel nach Mitchell et al.

2.4.3 Distaler Gelenkflächenwinkel

Dieser Winkel, der auch als PASA (Proximal Articular Set Angle) oder DMAA (Distal Metatarsal Articular Angle) bezeichnet wird (Richardson, Graves, McCure und Boone 1993), gibt die Abkipfung der Gelenkfläche des Metatarsale I Köpfchens an und wird konstruiert, indem eine Senkrechte auf die Schafthalbierende des Metatarsale I gelegt und der Winkel gemessen wird, der sich nun zwischen dieser und einer Linie, die die Endpunkte der gelenkbildenden Oberfläche des Köpfchens miteinander verbindet (Abbildung 2.10).

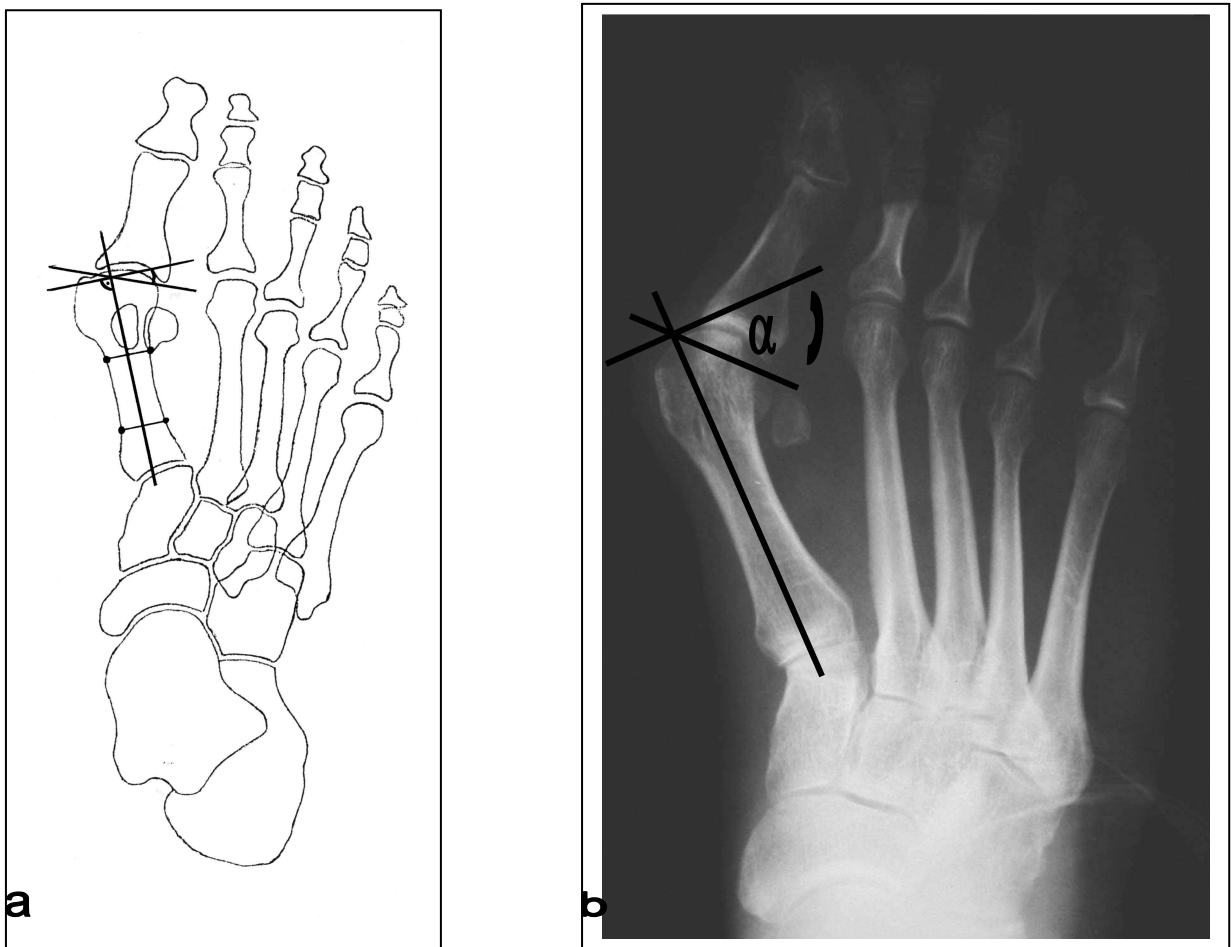


Abb. 2.10a und b: Der PASA nach Venning & Hardy.

Zur Bestimmung der Achse des Metatarsale I wurden die bereits erwähnten Methoden angewandt (Abbildung 2.11).

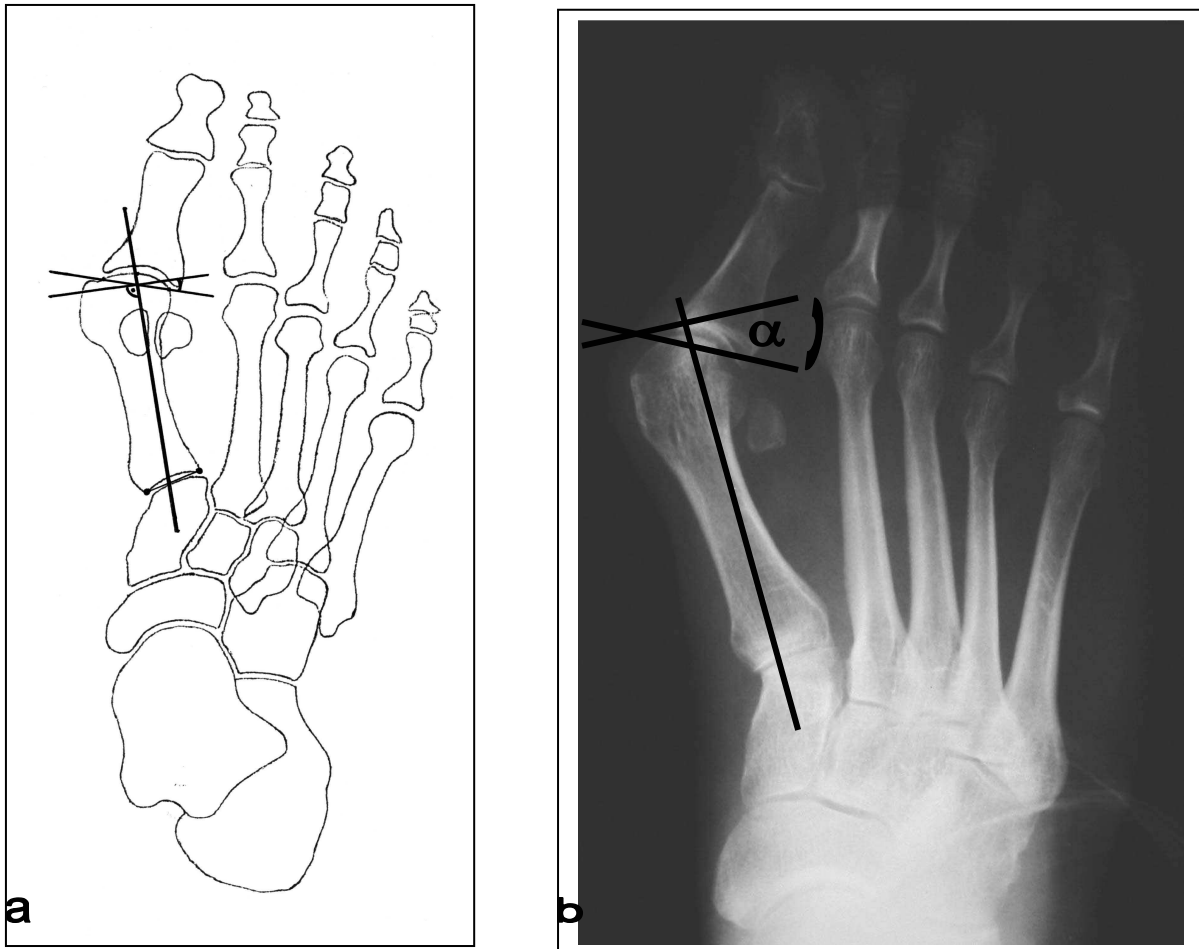


Abb. 2.11a und b: Der PASA nach Mitchell et al.

2.4.4 Vorfußadduktionswinkel

Durch diesen Winkel wird ein Bezug zwischen der Fußwurzel und dem Metatarsale hergestellt. Dies ist von Bedeutung, da ein Metatarsus adductus mit höherer Wahrscheinlichkeit zum Hallux valgus führt. Zudem kann es zu einer relativen Abnahme des Intermetatarsalwinkels kommen, was wiederum fehlerhafte Einschätzungen bedingen kann.

Gebildet wird der Metatarsus adductus Winkel, indem die Verbindungslinien der lateralen und medialen Begrenzung der Fußwurzel halbiert werden und auf die Linie zwischen den Seitenmitten ein Lot gefällt wird. Dieses wird nun in Bezug zur Schafthalbierenden des Metatarsale II gesetzt und der sich dadurch bildende Winkel abgelesen (Engle, Erlick und Krems 1983, Abbildung 2.12).

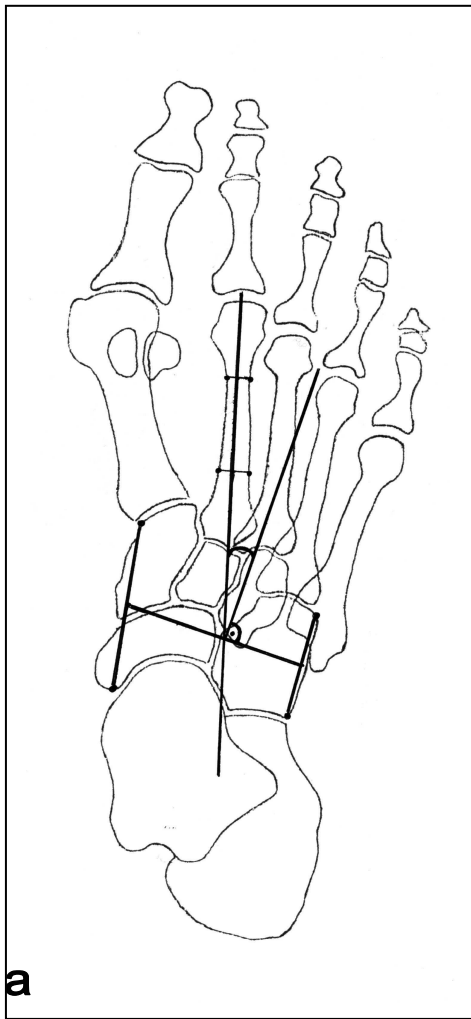


Abb. 2.12a und b: Der Vorfußadduktionswinkel.

2.4.5 Tibiale Sesambeinposition

In Untersuchungen zeigte sich eine deutliche Korrelation zwischen der Schwere des Hallux valgus und der Sesambeinposition (Hardy und Clapham 1951).

Die Einteilung erfolgt nach Hardy und Clapham (1951, 1952) anhand der Position des tibialen Sesambeins in Bezug auf die Längsachse des Metatarsale I Schafts. Von medial nach lateral werden folgende Positionen unterschieden (Abbildung 2.13):

- | |
|---|
| 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 mehr als 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 |

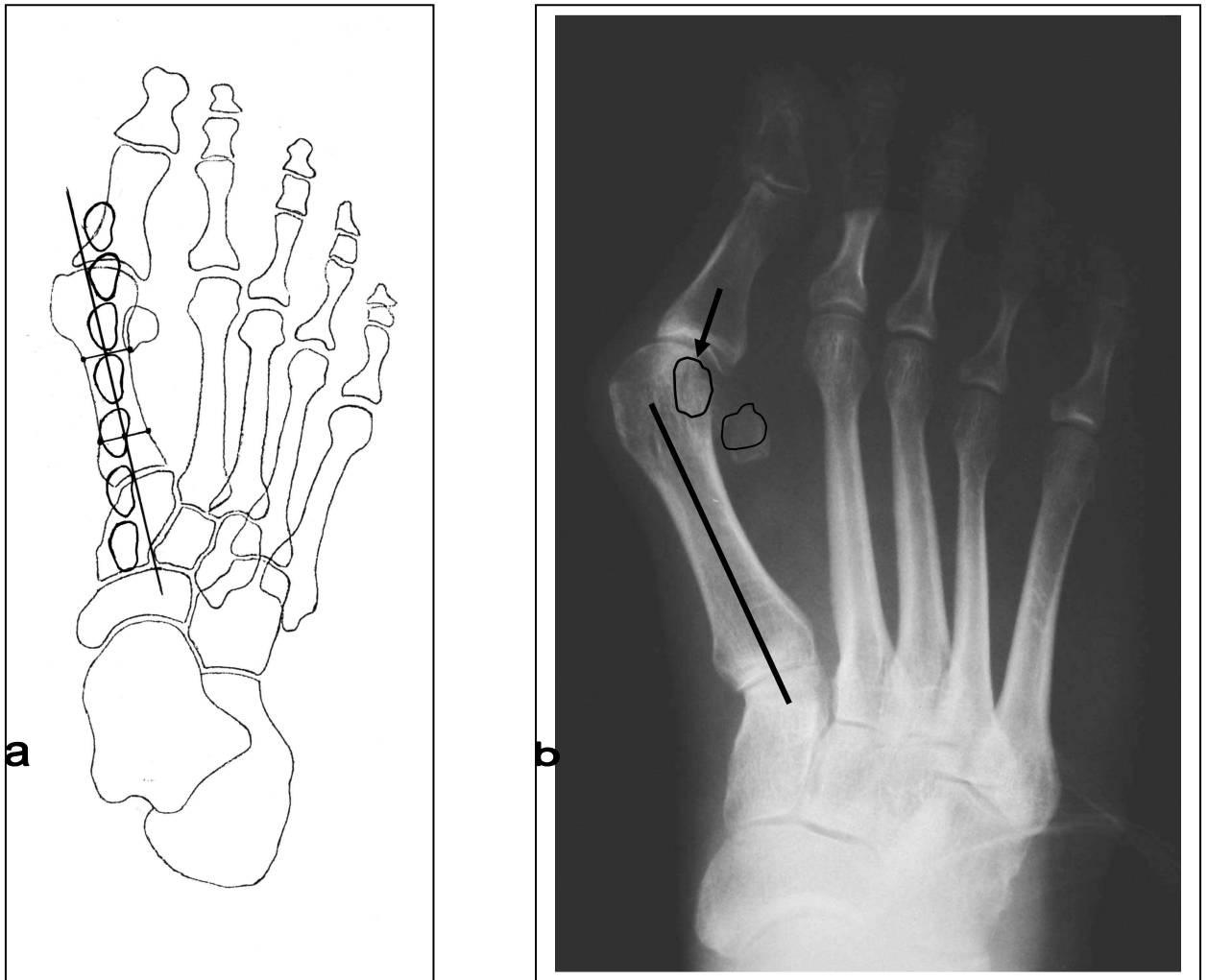


Abb. 2.13: a Die tibiale Sesambeinklassifikation
b im Beispiel Position 7

Als Normalposition wird dabei Position 3 angesehen (Hardy und Clapham 1951).

2.4.6 Sesambeinklassifikation nach Appel

Bei der durch Appel (Wetzel, Appel et al 1996) erfolgten Einteilung der Lage der Sesambeine ergeben sich 7 Klassen:

0/0	1/0	1/1	2/1	2/2	2/3	3/3
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Dabei bezieht sich die erste Ziffer auf die Position des lateralen Sesambeins, während die zweite die Position des medialen Sesambeins beschreibt. Als Bezugslinie medial dient die Schafthalbierende. Lateral wird eine weitere Bezugslinie tangential an die Kortikalis des Köpfchens angelegt.

Die Normalposition wird mit 0/0 bezeichnet. Die Position 1/0 ergibt sich, wenn das laterale Sesambein seine Bezugslinie um weniger als die Hälfte überragt. Wenn das mediale Sesambein zusätzlich seine Bezugslinie um weniger als die Hälfte überragt, erhält man die Position 1/1. Überragen eines oder beide ihre Bezugslinien um mehr als die Hälfte ergeben sich die Einstufungen 2/1 und 2/2. Sobald nur das mediale Sesambein ganz über die Bezugslinie ragt, während das laterale mehr als die Hälfte überschreitet, ergibt sich 2/3. Erfolgt medial und lateral der Übertritt in vollem Umfang, so wird die Position 3/3 erreicht. Die Positionen 2/3 und 3/3 entsprechen somit einer Subluxation des Metatarsaleköpfchens nach medial (Wetzel, Appel et al 1996). In Abbildung 2.12 und 2.13 wird dies bildlich dargestellt.

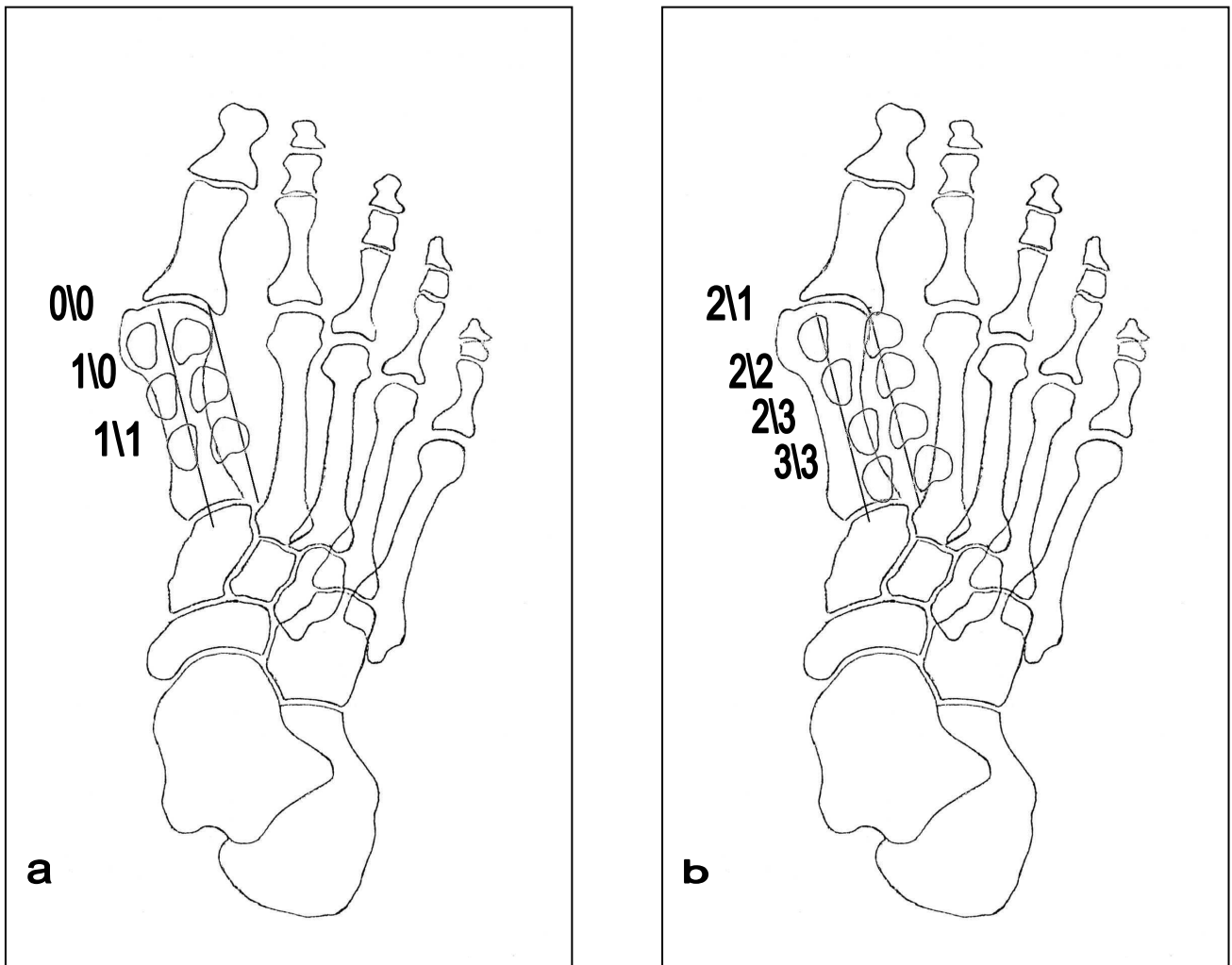


Abb. 2.12a und b: Die Sesambeinklassifikation nach Appel



Abb. 2.13: Beispiel für die Sesambeinklassifikation nach Appel

2.4.7 Kongruenz des Metatarsophalangealgelenks, mediale und laterale Inkongruenz

Anhand des dorsoplantaren Röntgenbildes erfolgte eine Beurteilung des Kongruenzverhältnisses des Metatarsophalangealgelenks, indem die Endpunkte der artikulierenden Gelenkfläche von Grundphalanx und Metatarsaleköpfchen jeweils mit Linien verbunden und das Verhältnis dieser Linien zueinander betrachtet wurde. Sind beide Linien parallel zueinander, so handelt es sich um ein kongruentes Gelenk, schneiden sie sich außerhalb des Gelenkes, wird dieses als inkongruent bezeichnet. Kreuzen sich die beiden Linien innerhalb des Gelenkes, so spricht man von einer Subluxation (Abbildung 2.14) (Piggott 1960, Mann & Coughlin 1981, 1992; Mann 1996).

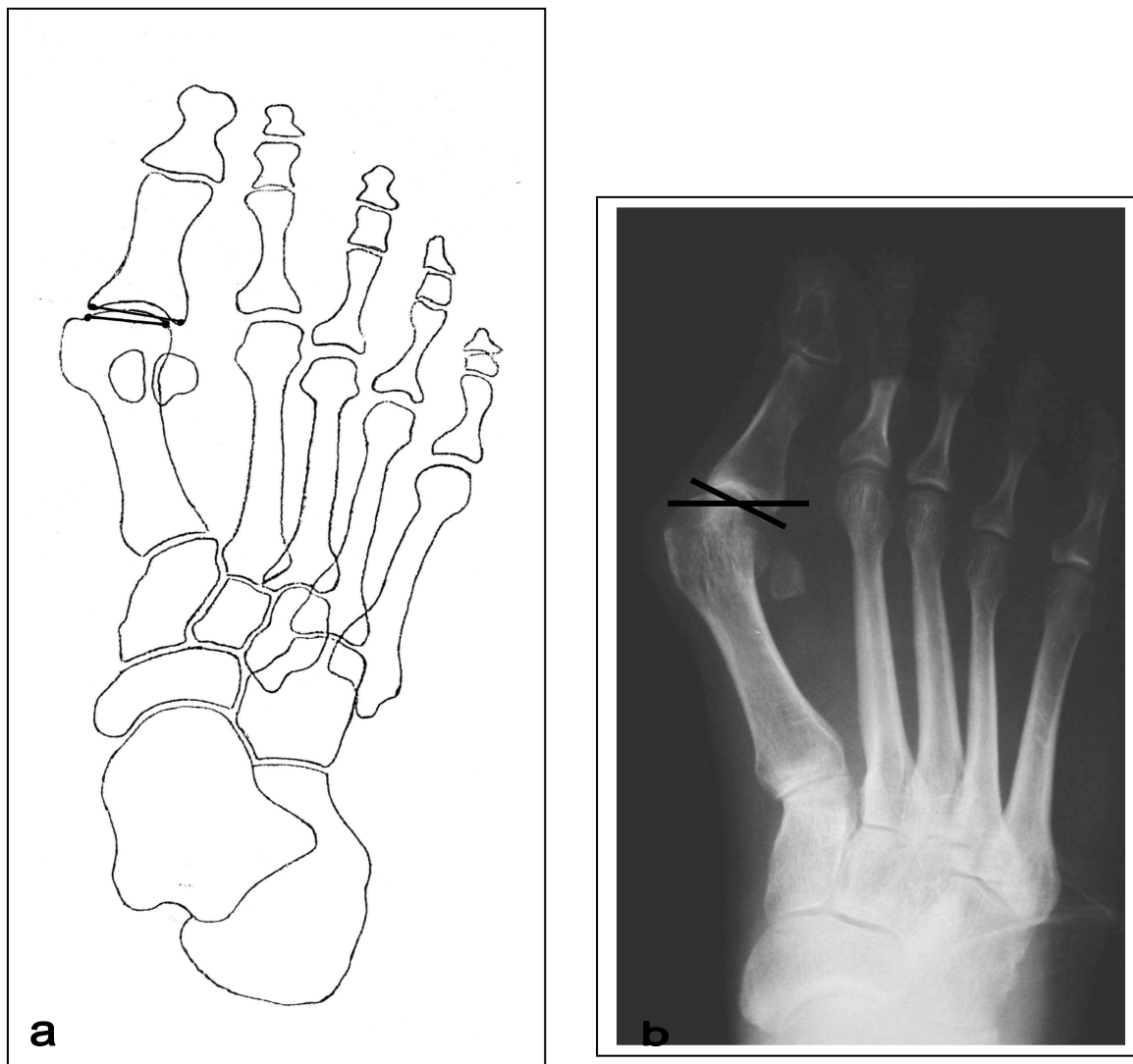


Abb. 2.14a und b: Kongruenz des MTPG. Beispiel einer Subluxation.

Diese Definition berücksichtigt nur Abweichungen der Gelenkflächen in der horizontalen Achse, so dass ein Gelenk nach dieser Definition mit deutlicher lateraler oder medialer paralleler Verschiebung der Gelenkflächen trotzdem als kongruent bezeichnet werden würde. Um eine genauere Aussage über die Verhältnisse zwischen der proximalen Phalanx und dem ersten Metatarsale treffen zu können, wurde zusätzlich die Verschiebung der Grundphalanx nach medial bzw. lateral in Millimetern bestimmt. Der Ausgangspunkt der Messung war hierbei der Rand der Gelenkfläche. Dabei wurde die Verschiebung nach medial mit einem negativen (-) und die Verschiebung nach lateral mit einem positiven (+) Vorzeichen versehen (Abbildung 2.15).

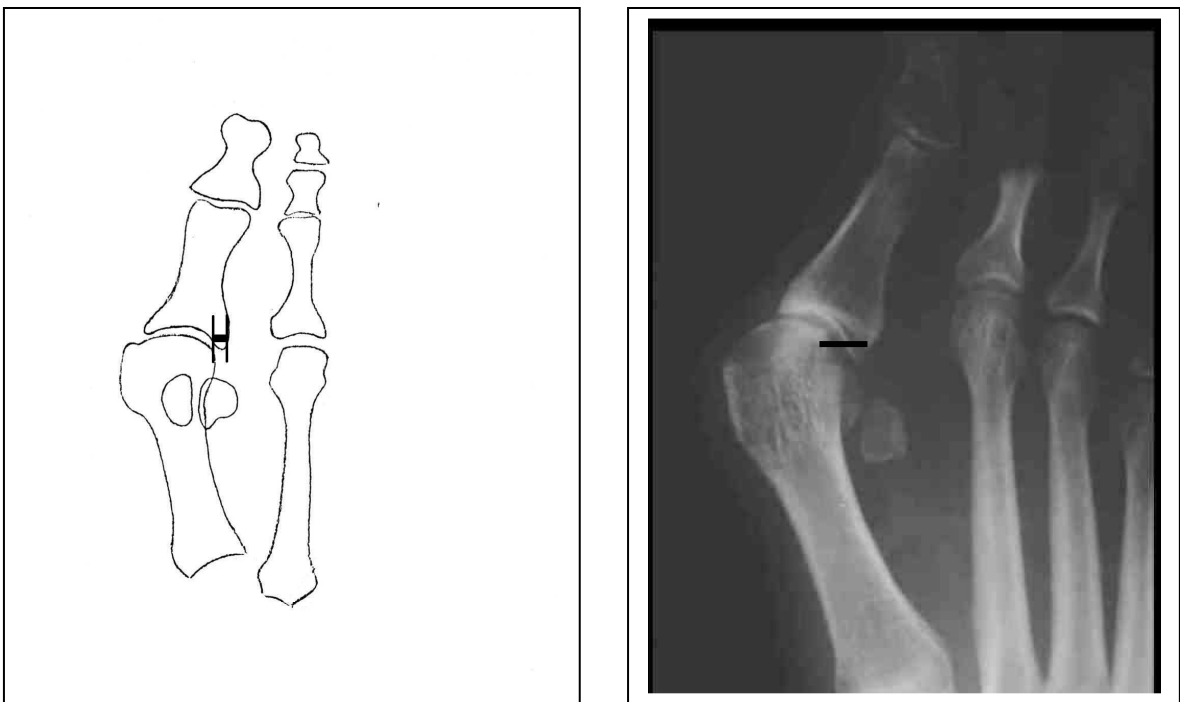


Abb. 2.15: Laterale Inkongruenz in mm

2.4.8 Metatarsalindex

Durch den Metatarsalindex erhält man Auskunft über die Längenverhältnisse von erstem zu zweitem Metatarsale. Er wird bestimmt, indem eine Senkrechte auf die Schafthalbierende des zweiten Metatarsale in Höhe dessen distalen Endes gelegt wird (Abbildung 2.16) und dann der Abstand des ersten Metatarsale zu dieser Linie bestimmt wird (Nilsonne 1930, Morton 1935).

Ist der erste Mittelfußknochen länger als der zweite, spricht man von einer Index-plus-Variante, ist es umgekehrt von einer Index-minus-Variante. Sind beide Metatarsale gleichlang, so wird dies als Index-plus-minus-Variante bezeichnet (Nilsonne 1930, Lelièvre 1967, Viladot 1993). Die Verkürzung bzw. Verlängerung wurde präoperativ und postoperativ bestimmt und in Millimetern gemessen.

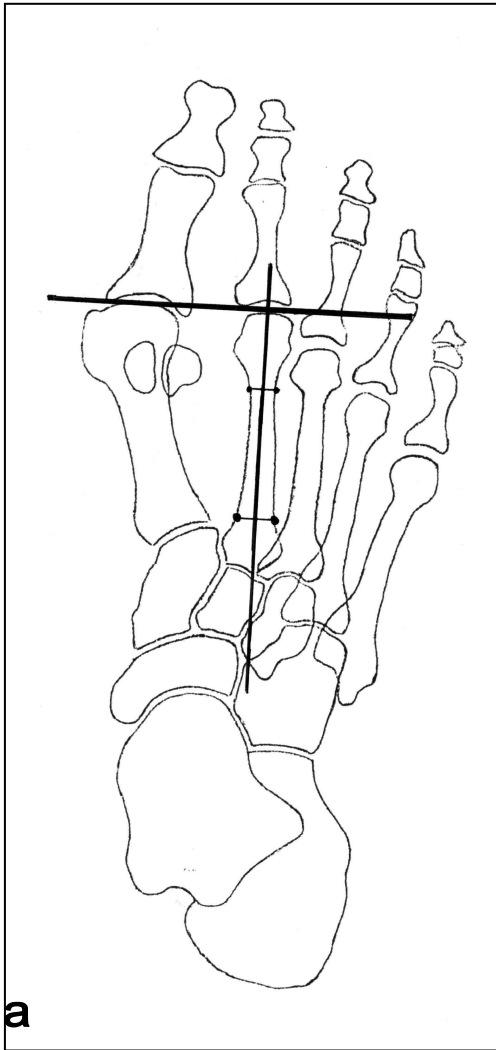


Abb. 2.16a: Der Metatarsale – Index

b: Im Beispiel Index plus Variante

Die beschriebene Methode wurde aufgrund der Tatsache verwendet, daß sie als am realistischsten beschrieben wird, da die Fußachse beim Gehen ebenfalls in Richtung des zweiten Metatarsale verläuft (Nilsonne 1930).

2.4.9 Distanz zwischen Metatarsale I und II

Hier wurde die geringste Distanz zwischen dem ersten und zweiten Mittelfußknochen in Millimetern bestimmt, also der Abstand zwischen dem am weitesten medial gelegenen Punkt der Cortikalis des Metatarsale II Köpfchens zum lateralsten Punkt der Cortikalis des Metatarsale I Köpfchens (Abbildung 2.17).

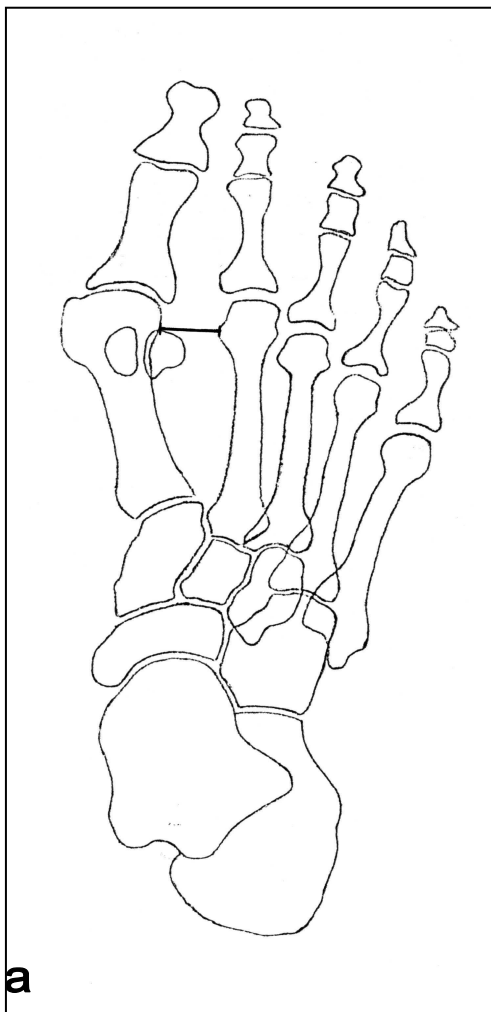


Abb. 2.17: Die Distanz zwischen dem ersten und zweiten Metatarsale.

2.4.10 Metatarsaler Auftrittswinkel

Dieser Winkel gibt auf der seitlichen Röntgenaufnahme unter Belastung die Stellung des Metatarsale I zur ebenen Auftrittfläche an. Er wird bestimmt indem eine Schafthalbierene durch das erste Metatarsale gelegt wird und der Winkel, der sich zwischen dieser Linie und der Auftrittfläche bildet, gemessen wird (Viladot 1974 u. 1979, Abb. 2.18).

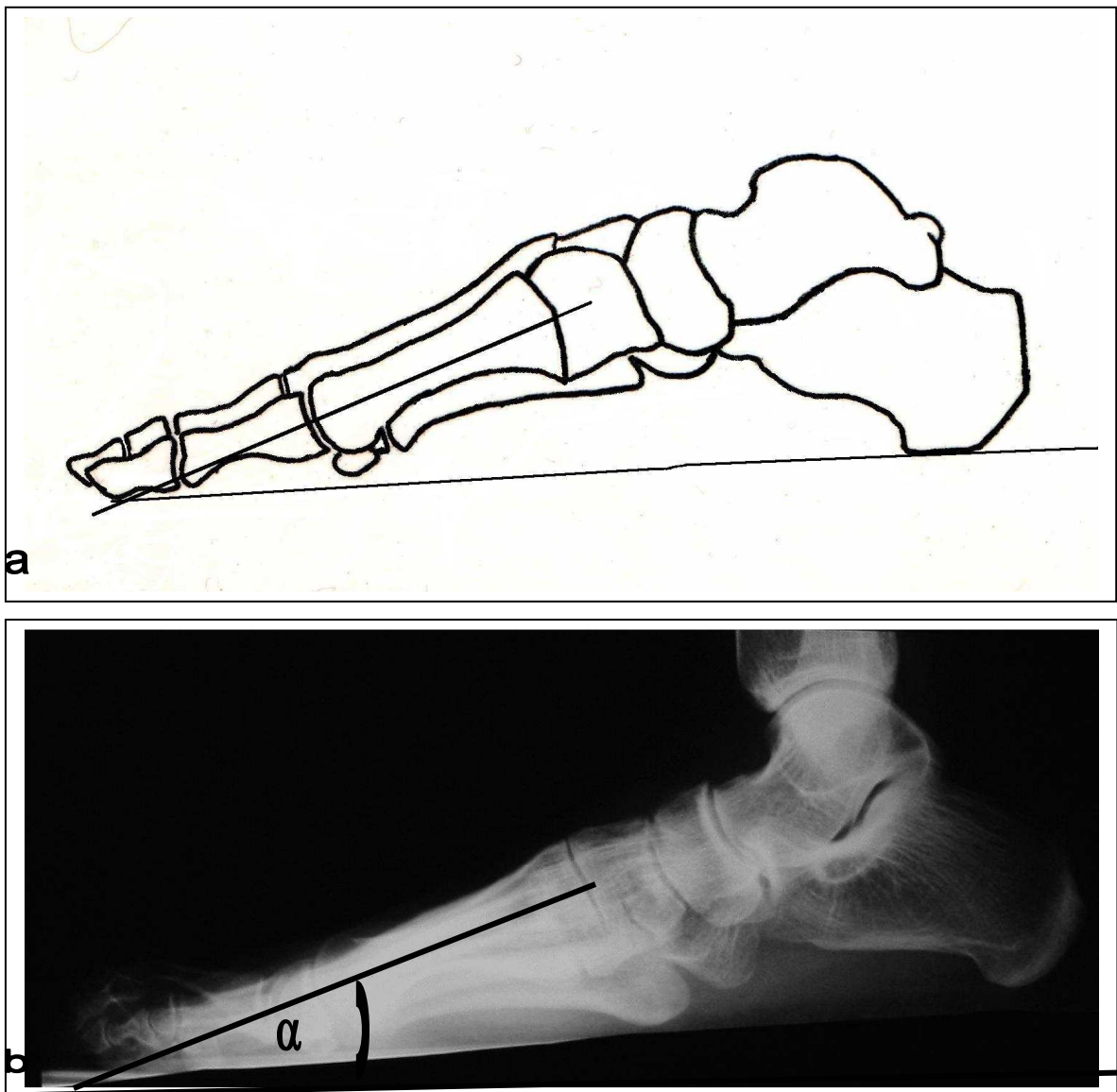


Abb. 2.18a und b: Der Metatarsaleauftrittswinkel

2.4.11 Metatarsale I/II Elevationswinkel

Dieser Winkel wurde von uns eingeführt, um die Elevation des Metatarsale I Köpfchens gegenüber dem Metatarsale II Köpfchen in der seitlichen Aufnahme zu beurteilen. Er ergibt sich aus je einer Linie an der dorsalen Cortikalis von Metatarsale Köpfchen zur Basis der beiden ersten Mittelfußknochen (Abb. 2.19). Durch diese Messung ist ein Vergleich von präoperativen und postoperativen Werten möglich.

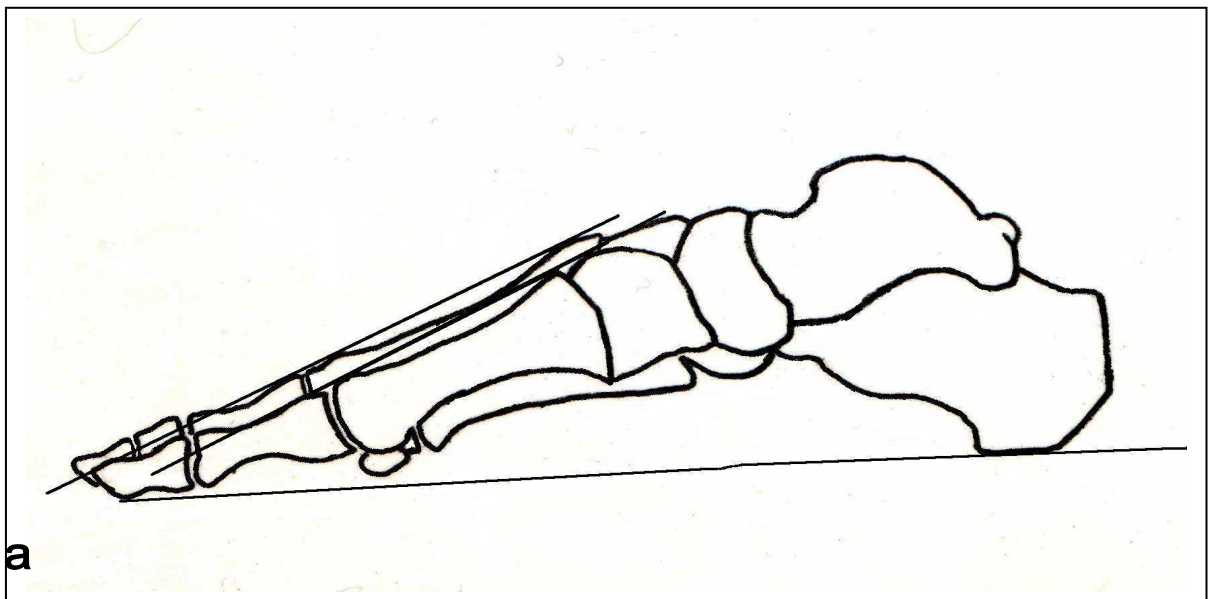


Abb. 2.19a und b: Der Metatarsale I/II Elevationswinkel.

2.4.12 Hallux rigidus Stadium

Zur Bestimmung und Einteilung der arthrothischen Veränderungen des Großzehengrundgelenks wurde die von Marcinko (1994) aufgestellte Klassifikation des Hallux rigidus verwendet, die auf einer Einteilung von Drago, Oloff und Jacobs aus dem Jahre 1984 und Regnaud beruht.

Dabei wird der Hallux rigidus in vier Stadien eingeteilt, angefangen mit Grad I, wo erste Funktionseinschränkungen ohne radiologische Veränderungen auftreten, über Grad II und III, in denen zunehmend arthrotische Veränderungen am Röntgenbild erkennbar werden und die Einschränkung weiter zunimmt, bis hin zum Grad IV, der Ankylose mit Aufhebung des Gelenkspalts und stärkster Bewegungseinschränkung (Tab. 2.2).

Grad I :	<p>Stadium der Funktionseinschränkung</p> <p>Hallux equinus/flexus, plantare Subluxation der Grundphalanx</p> <p>Metatarsus primus elevatus</p> <p>Leichte Bewegungseinschränkung bei Dorsalflexion, evtl. nur unter Belastung</p> <p>Fehlender röntgenologischer Nachweis degenerativer Gelenkveränderungen</p>
Grad II:	<p>Stadium der Adaptation</p> <p>Osteochondrale Defekte oder Läsionen mit Knorpelerosion</p> <p>Schmerzen bei endgradiger Bewegung</p> <p>Passive Bewegungseinschränkung</p> <p>Kleine dorsale Exostose</p> <p>Subchondrale Hyperostose</p> <p>Periartikuläre Osteophyten an der Grundphalanx und am Metatarsale I Kopf</p>
Grad III:	<p>Stadium des Gelenkverschleißes / Arthritis und Vollbild der Arthrose</p> <p>Schwere Abflachung des Metatarsale I Kopfes</p> <p>Vorwiegend dorsale Osteophyten</p> <p>Asymmetrische Gelenkspaltverschmälerung</p> <p>Degeneration des Gelenkknorpels mit Erosionen</p> <p>Krepitation</p> <p>Subchondrale Zysten</p> <p>Schmerzhafte Bewegung im gesamten Bewegungsablauf</p> <p>Begleitende Arthritis</p>
Grad IV:	<p>Stadium der Ankolyse</p> <p>Aufhebung des Gelenkspaltes mit weitgehendem Verlust des Gelenkknorpels</p> <p>Deutliche Ausbildung von Osteophyten mit freien Gelenkkörpern</p> <p>Bewegungsumfang von unter 10°</p> <p>Deformität oder Fehlstellung</p> <p>Mögliche komplette Ankylose</p>

Tab. 2.2: Klassifikation des Hallux rigidus nach Marcinko (1994)

2.5 Radiologische Ausgangslage der Patienten

Die präoperativen Werte für den Intermetatarsalewinkel, den Hallux valgus Winkel und der PASA sind Tabelle 2.3 zu entnehmen. Weitere präoperative Winkel Tabelle 2.4. Die Distanz zwischen den ersten beiden Metatarsale betrug durchschnittlich 11,8 mm (7 – 17, Median 12 mm), der Metatarsalindex 1,4 (-10 – 10, Median 1). 83 der Großzehengrundgelenke waren nach der gängigen Definition [56] inkongruent (79%), 22 kongruent (21%), es bestand eine durchschnittliche laterale Inkongruenz von 3,8 mm.

Winkel	Messung nach Venning & Hardy [133]	Messung nach Mitchell et al.
IM-Winkel	13,3°	9,8°
Hallux valgus Winkel	32,9°	28,9°
PASA	25,6°	21,0°

Tab. 2.3: Durchschnittliche präoperative Winkel

Winkel	Gemessener Wert
Vorfußadduktionswinkel	15,6°
Metatarsaleauftrittswinkel	18,3°
MT I/II Elevationswinkel	4,7°

Tab. 2.4: Weitere durchschnittliche präoperative Winkel

2.6 Operationstechnik und Nachbehandlung

2.6.1 Die Operationstechnik der z-förmigen diaphysären Osteotomie des Metatarsale (Scarf-Osteotomie)

Diese Osteotomie zur Behandlung des Hallux valgus, eine ursprünglich von Meyer (1926) bzw. Burutaran (1976) beschriebenden z-förmige Osteotomie im Bereich des Metatarsale I Schaftes, die ihren Namen von L.S. Weil aufgrund einer ähnlichen Zimmermannstechnik erhielt und von ihm und Borelli (1991) in den USA und L.S. Barouk (2000, 2005) ab ca. 1994 in Frankreich und in Europa verbreitet wurde, fand auch bei den von uns untersuchten Patienten Anwendung. Die Länge des Z kann dabei abhängig von der vorliegenden Deformität variiert werden (Weil 2000).

Die *Indikation* ist ähnlich wie bei anderen distalen metaphysären bzw. auch subcapitalen Osteotomien wie z.B. Chevron zu stellen, nämlich bei Patienten mit Hallux valgus ohne degenerative Veränderungen im Großzehengrundgelenk (Mann 1990, Shaffer 1994, Dutoit 1998, Weil 2000, Barouk 2000 u. 2005, Dereymaker 2000, Rippstein und Zünd 2001).

Die Technik ist geeignet, um hohe Intermetatarsalwinkel zu korrigieren, wobei durch die Breite des Schaftes der Korrekturmöglichkeit Grenzen gesetzt sind, so dass 20° bei diesem Winkel nicht überschritten werden sollten (Dutoit 1998). Eine Korrektur des PASA ist mit dieser Operation ebenfalls möglich.

Die *Osteotomie* kann entsprechend anderer Operationsverfahren am Vorfuß in Regional- oder Leitungsanästhesie durchgeführt werden. Oftmals wird jedoch eine Intubationsnarkose oder Larynxmaskennarkose gewählt.

Nach Hautdesinfektion und Herstellen der Blutleere wird der Hautschnitt etwa 6 – 10 cm lang auf der Fußinnenseite über Kopf und Schaft des Metatarsale I angelegt. Anschließend erfolgt die Präparation der Hülle des Strecksehnenapparates, diese wird inzidiert. Bei erheblichen Verkürzungen der Sehnen des M. extensor hallucis longus und brevis können diese zur späteren Verlängerung z-förmig durchtrennet

werden. Die plantar gelegene Schicht des M. abductor hallucis wird dargestellt. Bei entsprechenden pathologischen Veränderungen kann die subcutane Bursa reseziert werden. Gelenkkapsel und Periost werden in Längsrichtung eingeschnitten. Über der medial gelegenen Pseudoexostose wird die Kapsel exzidiert. Das Periost wird nach unten und nach oben abgelöst, die dorsale Kapsel nach lateral wiederum unter Schonung der Gefäßversorgung freipräpariert.

Nun wird ein Wundspreizer so eingesetzt, dass der Sehnenapparat des M. flexor hallucis brevis mit den darin liegenden Sesambeinen nach plantar gehalten wird und man Einsicht auf die laterale Gelenkseite erhält. Mit einem speziell feinen Skalpell wird die Bandverbindung zwischen Metatarsaleköpfchen und Sesambeinapparat durchtrennt (Lig. metatarso-sesamoideum).

Durch das Gelenk hindurch wird der M. adductor hallucis von der Grundphalanxbasis abgelöst und das Kollateralband teilweise inzidiert. Der Ansatz der pars lateralis des M. flexor hallucis brevis kann bei Bedarf durchtrennt werden. Anschließend erfolgt die Reposition des Metatarsophalangealgelenkes, ggf. müssen hierzu weitere Band- und Muskelteile abgelöst werden. Alternativ kann dieser Schritt über einen separaten Zugang vorgenommen werden.

Nun werden spezielle flexible Wundhäkchen eingesetzt und mit einer Kocherklemme fixiert. Der Übergang des Periosts zur Gelenkkapsel wird dargestellt. Ein 1,1 mm Kirschnerdraht wird dann so im Köpfchen positioniert, dass dieser die gewünschte Osteotomie-richtung vorgibt. Dazu wird er etwa 5 mm vom Knorpelrand im oberen Drittel des Übergangs von Metatarsaleköpfchen zum Schaft eingebracht. Auf diesen Draht wird nun ein Zielgerät aufgebracht, das die horizontale Richtung der Schaftosteotomie vorgibt. Diese verläuft nach plantar auf einen Punkt im unteren Drittel des proximalen Endes der Basis des ersten Metatarsale. Mit der oszillierenden Säge und einem 1,5 cm breiten Sägeblatt wird der Knochen in horizontaler Richtung durchtrennt. Dann erfolgt mit einem 1 cm breiten Sägeblatt das Sägen des nach schräg proximal und plantar gerichteten kurzen Schenkels der z-förmigen Osteotomie. Unter Führung der Sägelehre wird nun dorsal ein Sägeschnitt ca. 90 Grad zur horizontalen Schnittebene angebracht. Der Kirschnerdraht wird wieder entfernt. Mit der oszillierenden Säge und 1 cm breitem Sägeblatt wird anschließend

der Übergang des kurzen distalen Sägeschnitts zum horizontalen Sägeschnitt durchtrennt. Mit einem kleinen Meißel werden die beiden Knochenteile voneinander getrennt. An der lateralen Seite wird das Periost scharf durchtrennt.

Mit einer scharfen Knochenklemme wird der dorsal gelegene Teil des Metatarsale nach medial gezogen. Gleichzeitig wird der plantare Teil des Metatarsale mit dem anhängenden Metatarsaleköpfchen dosiert nach lateral verschoben, so dass die vorher auf den Röntgenaufnahmen ausgemessene notwendige Korrektur erfolgt. Mit der Messlehre wird die Korrekturdistanz nachgemessen. Diese Position wird dann mit einer speziell gebogenen Klemme (Scarf-Klemme) fixiert.

Gegebenenfalls wird das Köpfchen noch gedreht, um eine Verschiebung der Gelenkfläche nach außen zu korrigieren. Falls eine Verkürzung erwünscht ist, kann durch zusätzliche Sägeschnitte proximal und distal Knochen entfernt werden, um die gewünschte Stellung zu erreichen. Das Metatarsale liegt jetzt als zwei Halbröhren vor. Es muß darauf geachtet werden, dass diese sich nicht ineinander verschieben und verkippen. Unter Umständen ist auch eine Auffüllung der Schaftröhre mit andernorts gewonnener Spongiosa indiziert.

Unter Kompression werden Führungsdrähte vorgebohrt, über die nach Längenmessung kanülierte Schrauben eingedreht werden. Alternativ können Gewindekirschnerdrähte verwendet werden.

Die unterschiedlich stark ausgeprägte Pseudoexostose des Metatarsaleköpfchens wird anschließend reseziert, wobei darauf geachtet wird, dass plantar die Rinne, in der das mediale Sesambein verläuft, erhalten bleibt. Der Überstand des Mittelfußschafte wird ebenfalls mit der Säge entfernt. Eventuell vorhandene osteophytäre Anbauten können ebenso reseziert werden wie eine bestehende Synovitis. Aus dem entfernten Knochen gewonnene Spongiosa kann zusätzlich in die Metatarsaleschaftröhre und proximal an der Osteotomie eingebracht werden.

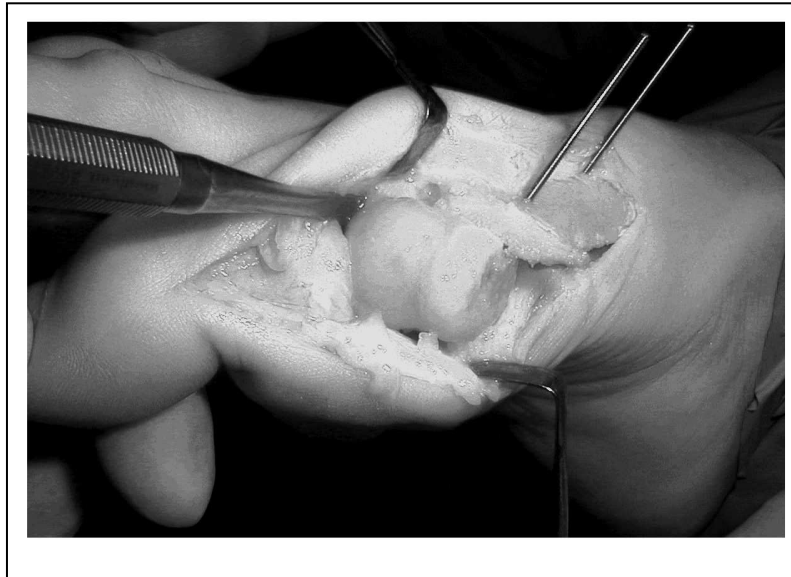


Abb. 2.20 a und b: Intraoperativer Situs

Bei einem ausgeprägten Hallux interphalangeus kann eine Akin-Osteotomie angeschlossen werden (siehe Beschreibung)

Mit einer Flaschenzugnaht wird schließlich der M. flexor hallucis brevis Komplex mit den darin liegenden Sesambeinen nach medial gezogen, wobei das dorsale Periost mit durchstochen wird. Der M. abductor hallucis wird mit einer zusätzlichen Flaschenzugnaht nach distal und medial gezogen. Periost und Gelenkkapsel werden mit resorbierbarem Nahtmaterial refixiert. Gegebenenfalls wird der Strecksehnenapparat in entsprechend gewünschter Länge zusammengenäht. Die Haut wird intracutan mit resorbierbarem Faden der Stärke 4-0 genäht, anschließend Sprühkleber aufgebracht. Zur weiteren Adaptation der Wundränder werden Steri-Strips aufgebracht.

Abschließend wird das Wundgebiet lokal mit einem lang wirksamen Lokalanästhetikum mit Adrenalin und Dexamethason infiltriert. Ein Fußblock mit selektiver Anästhesie der den Fuß versorgenden Nerven wird ebenfalls mit langwirksamem Lokalanästhetikum durchgeführt.

Der Wundverband erfolgt mit Kompressen, Umwicklung des Fußes mit Polsterwatte, redressierender Verband mit einer 6 cm breiten elastischen Binde, wobei die Touren von medial nach lateral verlaufen, um die Reposition der Großzehe in der entsprechenden Position zu halten. Kontrolle des Operationsergebnisses in mehreren Ebenen mittels Bildwandler, wenn nicht schon intraoperativ erfolgt.

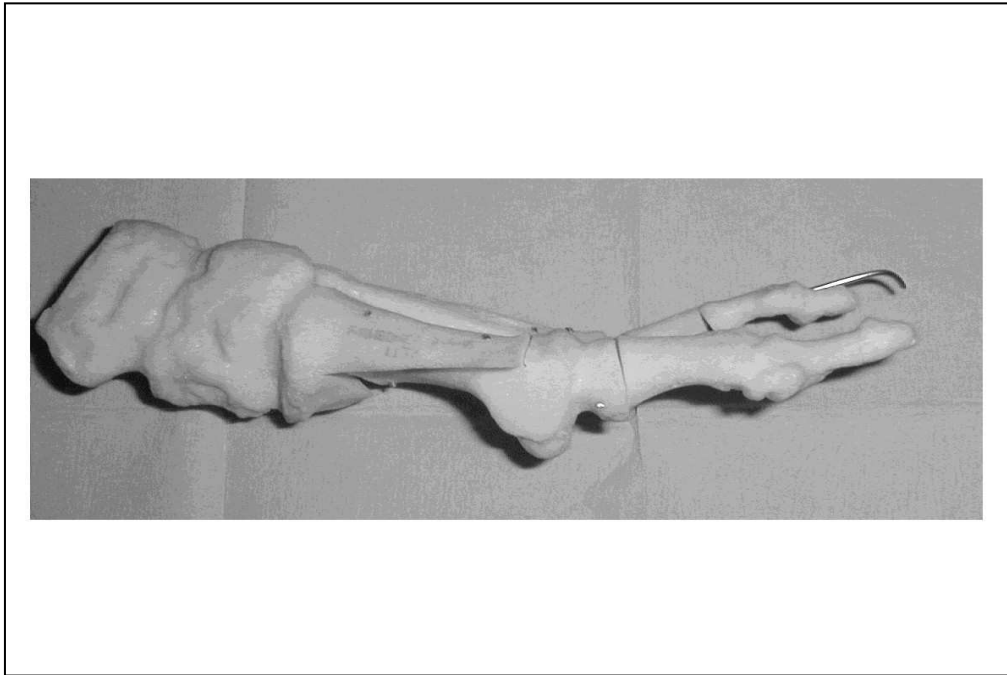


Abb. 2.21: Die Scarf Osteotomie mit Akin Osteotomie am Knochenmodell
(zusätzlich Begleit-Operation D II)

2.6.2 Die Operationstechnik der Akin-Osteotomie

Diese, erstmals von Akin (1925) beschriebene Osteotomie der Grundphalanx gehört zu den für sich alleine selten durchgeführten Operationen. Jedoch wird sie häufiger in Kombination mit anderen Methoden, vor allem Metatarsale-Osteotomien, angewendet.

Die *Indikation* dieser Operation ist gegeben, wenn ein ausgeprägter Hallux interphalangeus vorliegt.

Der Zugang bei dieser *Osteotomie* erfolgt über einen gegenüber der alleinigen Scarf-Osteotomie bis zur Grundphalanx des ersten Strahls erweiterten Hautschnitt. Das Periost wird abgeschoben und Hohmann Haken eingesetzt. Der erste Schnitt mit der oszillierenden Säge (1 cm Sägeblatt) wird nun so angelegt, dass er etwa 1 cm von der Gelenklinie senkrecht zur Achse der Grundphalanx liegt und den Knochen medial inkomplett durchtrennt. Der zweite Sägeschnitt erfolgt nun schräg dazu, so dass ein Knochenkeil entsteht. Dabei bleibt der laterale Knochenteil mit dem Periost intakt. Der lateral stehengelassene Knochenanteil wird soweit geschwächt, dass er sich biegen lässt und die gewünschte Achse erreicht wird. Unter Umständen wird noch einmal nachresiziert.

In der gewünschten korrigierten Stellung wird ein Gewindekirschnerdraht zur Fixierung eingebracht. Alternativ können auch spezielle Schrauben oder Knochenklammern verwendet werden.

Der Wundverschluss erfolgt wie oben beschrieben.



Abb. 2.22: Intraoperativer Situs bei Akin Osteotomie

2.6.3 Nachbehandlung

Wiederauftretende Schmerzen können nach Abklingen der Anästhesie durch erneuten Fußblock angegangen werden.

Postoperativ werden abschwellende Maßnahmen wie Kühlung, Hochlagern und Gabe von nichtsteroidalen Antirheumatika angewandt.

Unmittelbar postoperativ kann der Fuß im speziellen Verbandschuh (Schuh mit steifer Sohle) belastet werden, eventuell unter Verwendung von Unterarmgehstützen. Für die ersten zwei Wochen ist ein redressierender Verband zu tragen, der regelmäßig erneuert wird. Hierbei kann durch entsprechende Wickelung eine weitere Stellungskontrolle erfolgen. Das Großzehengrundgelenk sollte dabei bewegt werden, um Bewegungseinschränkungen vorzubeugen. Lymphdrainage und krankengymnastische Beübung unterstützen den Heilungsverlauf und die Rückgewinnung der normalen Funktion. Die Belastung des Fußes im Sportschuh mit fester Sohle ist nach 2 bis 3 Wochen möglich. Normalschuhe könne nach etwa 6 Wochen getragen werden.

Eine Metallentfernung ist häufig nicht erforderlich, in unserem Patientengut nur in 11 Fällen (10,3%).

3. Ergebnisse

3.1 Anamnese und klinischen Untersuchung

Das kosmetische Ergebnis des Ballens wurde postoperativ von 25 Prozent (26 Fälle) als „sehr gut“, von 70 Prozent (75 Fälle) als „gut“ und von 5 Prozent (5 Fälle) als „befriedigend“ eingestuft.

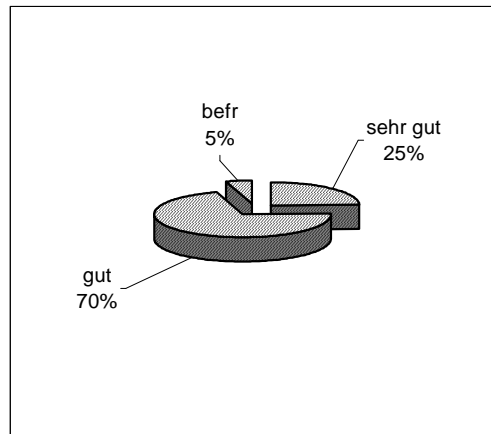


Abb. 3.1: Beurteilung des Ballens

Die Beurteilung der Narbe ergab in 40 Prozent (42 Fälle) das Ergebnis „sehr gut“, in 49 Prozent (53 Fälle) „gut“, in 7 Prozent (7 Fällen) „befriedigend“ und in 4 Prozent (4 Fälle) das Urteil „schlecht“.

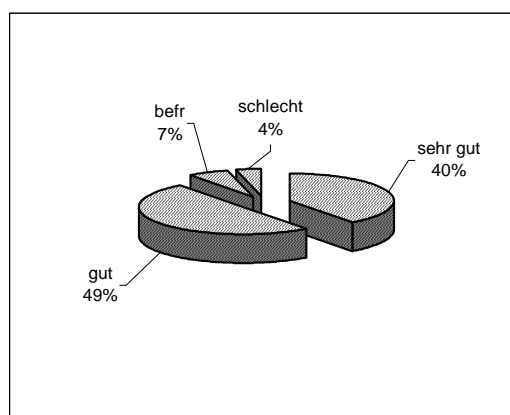


Abb. 3.2: Die Beurteilung der Narbe

Bezüglich der erneuten Entscheidung für eine Operation in der gleichen Situation waren 94 Prozent dazu bereit, 6 Prozent würden dies ablehnen.

Bei der Betrachtung des Gesamtergebnisses findet man bei der klinischen Untersuchung der Patienten eine Gesamtbeweglichkeit von im Mittel 68,6 Grad (Minimum 10, Maximum 120, Median 70) mit einer mittleren Dorsalextension von 51,9 Grad (Minimum 10, Maximum 70, Median 50) und einer mittleren Plantarflexion von 16,7 Grad (Minimum 0, Maximum 50, Median 20).

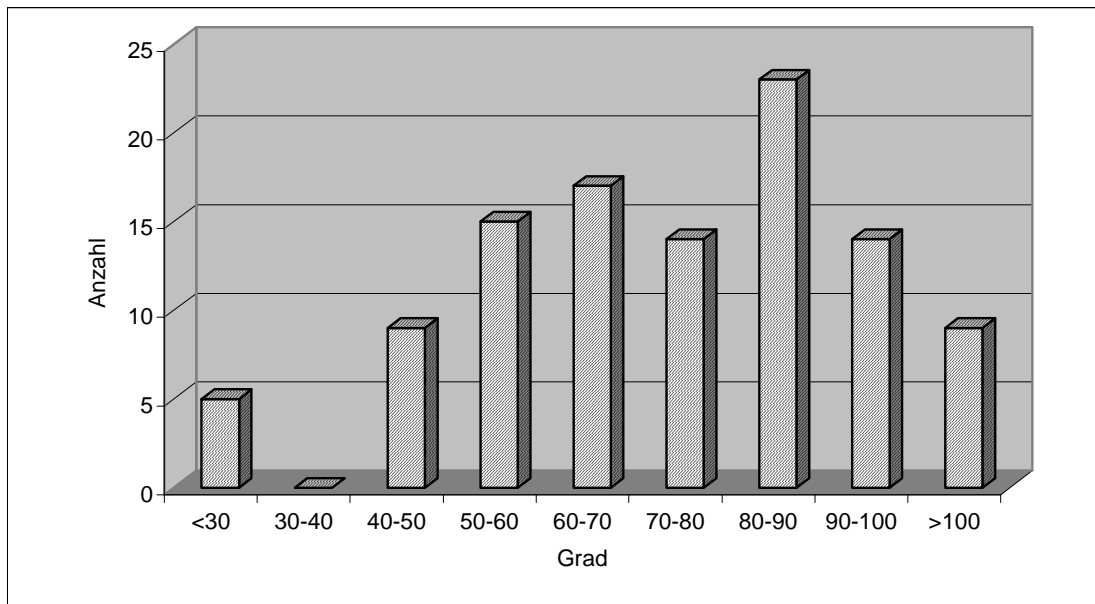


Abb. 3.3: Verteilung der Gesamtbeweglichkeit

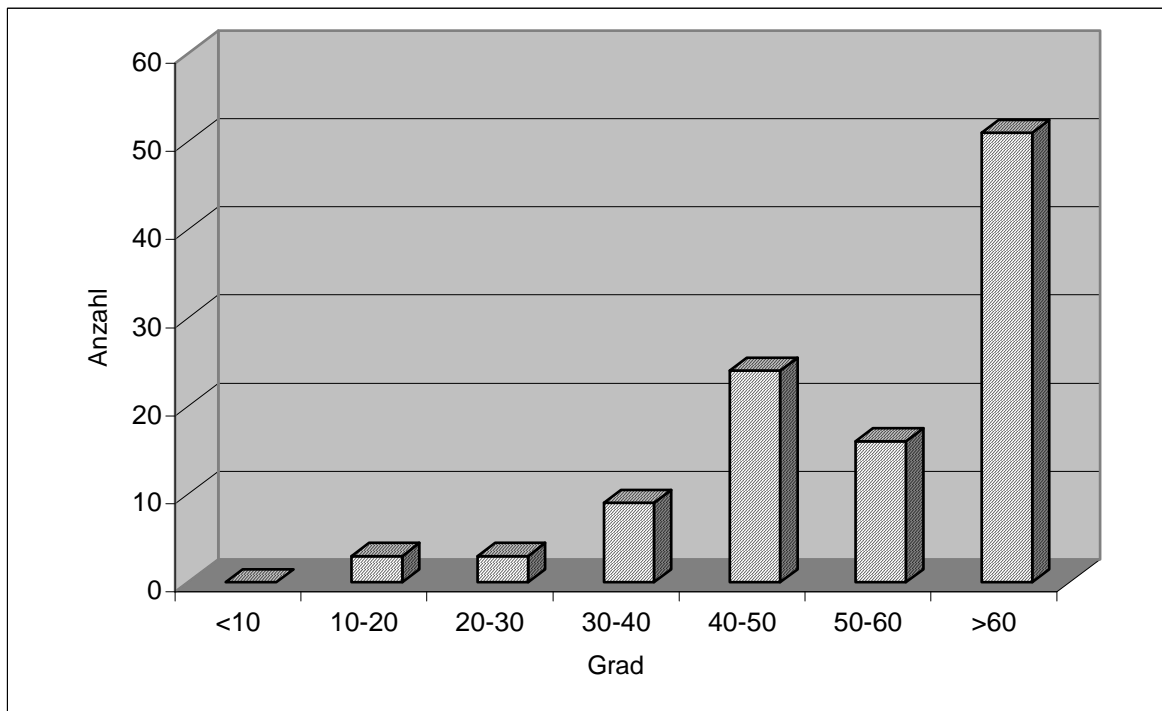


Abb. 3.4: Verteilung der Dorsalextension

Die klinische Untersuchung der Patienten mit alleiniger Scarf-Osteotomie ergab eine mittlere Gesamtbeweglichkeit von 73 Grad, mit einer mittleren Plantarflexion von 19 Grad und einer Dorsalextension von im Mittel 54 Grad.

Untersucht man die Patienten mit einer kombinierten Scarf - und Akin – Osteotomie, so findet man eine Gesamtbeweglichkeit von durchschnittlich 65,8 Grad (Minimum 10, Maximum 100, Median 70), bei einer mittleren Dorsalextension von 50,6 Grad (Minimum 10, Maximum 70, Median 50) und einer mittleren Plantarflexion von 15,2 Grad (Minimum 0, Maximum 40, Median 15).

Insgesamt lässt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten mit Scarf und denen mit kombinierter Scarf und Akin Osteotomie finden.

3.2 Der AOFAS Score nach Kitaoka et al.

Im Score nach Kitaoka et al. (1994) erreichten die Patienten insgesamt einen durchschnittlichen Wert von 89,9 (Minimum 30, Maximum 100, Median 95).

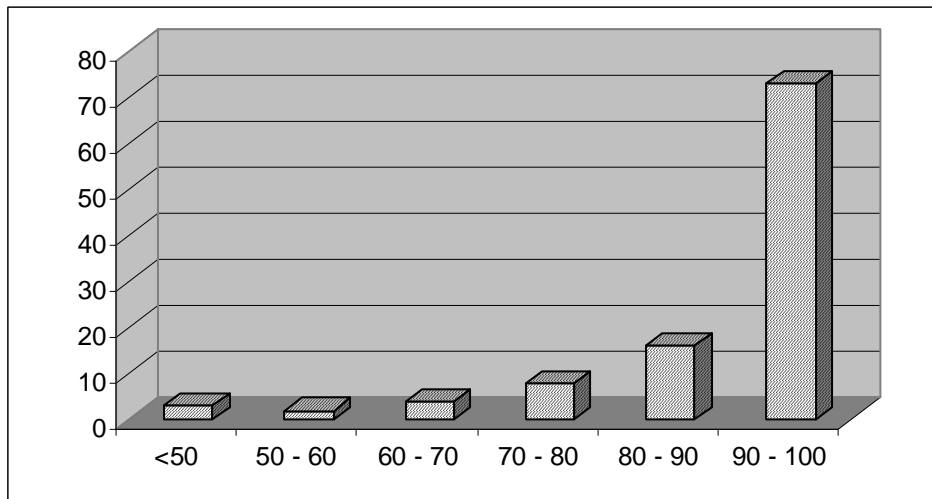


Abb. 3.5: Verteilung des Gesamtergebnisses des AOFAS-Scores nach Kitaoka et al. (1994)

Dabei betrug die Punktzahl in der Kategorie „Schmerz“ im Mittel 36,1 mit einem Minimum von 0, einem Maximum von 40 und einem Median von 40.

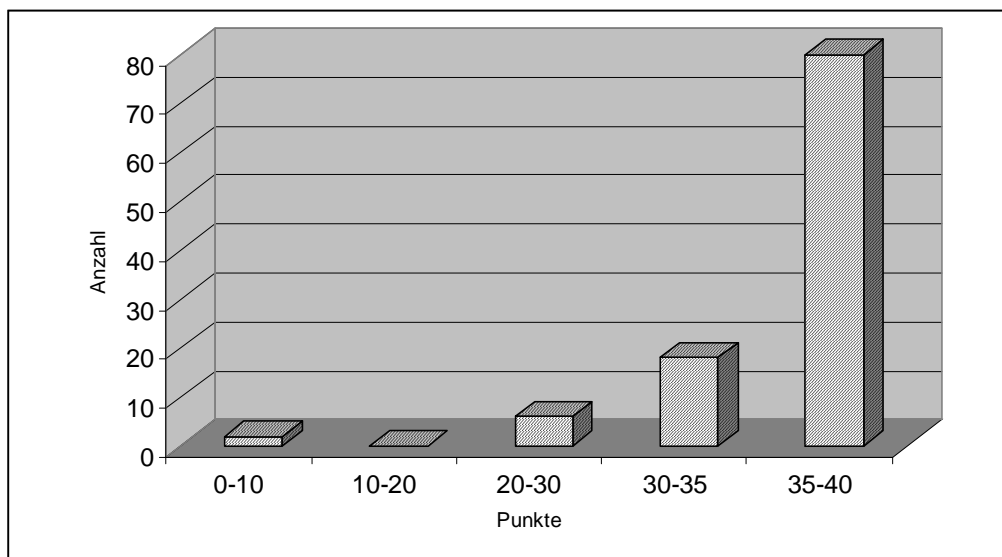


Abb. 3.6: Verteilung in der Kategorie „Schmerz“

Bei den „Belastungseinschränkungen“ betrug die Punktzahl durchschnittlich 9,1 (Minimum 0, Maximum 10, Median 10), beim „Schuhwerk“ 8,0 (Minimum 0, Maximum

10, Median 10), bei der „Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk“ 7,6 (Minimum 0, Maximum 10, Median 10) und der „Beweglichkeit im Interphalangealgelenk“ 4,9 (Minimum 3, Maximum 5, Median 5). Die „Stabilität“ war in allen Fällen gut und erhielt so den Durchschnitt von 5,0. Bei der „Schwielenbildung“ war der Durchschnitt 4,9 (Minimum 0, Maximum 5, Median 5).

Die „Stellung des Hallux“ wurde mit einer durchschnittlichen Punktzahl von 14,2 bei einem Minimum von 5, einem Maximum von 15 und einem Median von 15 bewertet.

Die Auswertung des AOFAS-Scores bei den Patienten mit alleiniger Scarf-Osteotomie ergab ein mittleres Gesamtergebnis von 88,9 Punkten (Minimum 30, Maximum 100, Median 95).

Dabei war der durchschnittliche Wert in der Kategorie „Schmerz“ 35,5 Punkte (Minimum 0, Maximum 40, Median 40), bei der Beurteilung der Belastungseinschränkung 8,8 Punkte (Minimum 0, Maximum 10, Median 10) und beim Schuhwerk 8,0 Punkte (Minimum 0, Maximum 10, Median 10). Die „Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk“ ergab 7,7 Punkte (Minimum 0, Maximum 10, Median 10), die „Beweglichkeit im Interphalangealgelenk“ 4,9 Punkte (Minimum 3, Maximum 5, Median 5). Die „Stabilität im Metatarsophalangealgelenk“ und im Interphalangealgelenk war in allen Fällen gut mit einer Punktzahl von 5,0 (Minimum 5, Maximum 5, Median 5). Für die „Schwielenbildung“ ergab sich eine mittlere Punktzahl von 4,9 Punkten (Minimum 0, Maximum 5, Median 5). Die „Stellung des Hallux“ ergab durchschnittlich 14,2 Punkte (Minimum 5, Maximum 15, Median 15).

Die Patienten, die sich einer kombinierten Operation unterzogen hatten, erreichten dagegen im Gesamtergebnis des Score nach Kitaoka et al. einen durchschnittlichen Wert von 90,5 (Minimum 43, Maximum 100, Median 95).

Dabei war die erreichte Punktzahl in der Kategorie „Schmerz“ 36,5 (Minimum 5, Maximum und Median 40), bei „Belastungseinschränkungen“ 7,6 (Minimum 0, Maximum und Median 10), bei „Schuhe“ 7,9 (Minimum 0, Maximum und Median 10), bei der „Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk“ 7,6 (Minimum 0, Maximum 10,

Median 9) und der „Beweglichkeit im Interphalangealgelenk“ 4,9 (Minimum 3, Maximum und Median 5). In den Kategorien „Metatarsophalangeale/Interphalangeale Stabilität“ und „Schwielen“ erreichten alle Patienten den Maximalwert von 5. Bei der „Stellung des Hallux“ lag der Durchschnitt bei 14,1 (Minimum 5, Maximum und Median 15).

Es findet sich jedoch bei durchschnittlich leicht besseren Ergebnissen für die kombinierte Scarf und Akin Osteotomie kein statistisch signifikanter Unterschied.

3.3 Radiologische Messungen

3.3.1 Der Intermetatarsalewinkel I/II

Der Intermetatarsalewinkel war präoperativ nach Venning & Hardy gemessen durchschnittlich 13,3 Grad (Minimum 6, Maximum 22, Median 14), nach Mitchell et al. 9,8 Grad (Minimum 5, Maximum 18, Median 10). Postoperativ lag der Durchschnitt gemessen nach Mitchell et al. bei 5,2 Grad (Minimum 0, Maximum 16, Median 5). Die Winkelreduktion (bezogen auf die Messung nach Mitchell et al.) betrug 4,7 Grad. Dies entspricht einer bei $p < 0,01$ signifikanten Winkelveränderung sowohl für die Messung nach Venning & Hardy als auch für die Messung nach Mitchell et al.

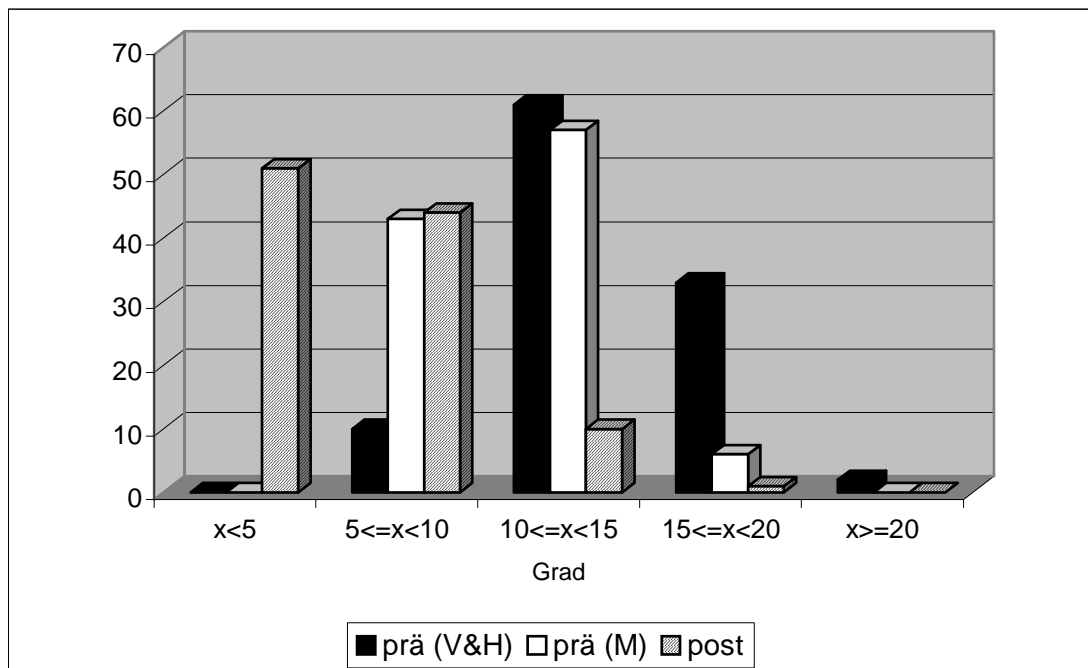


Abb. 3.7: Die Verteilung des Intermetatarsalewinkels prä- und postoperativ

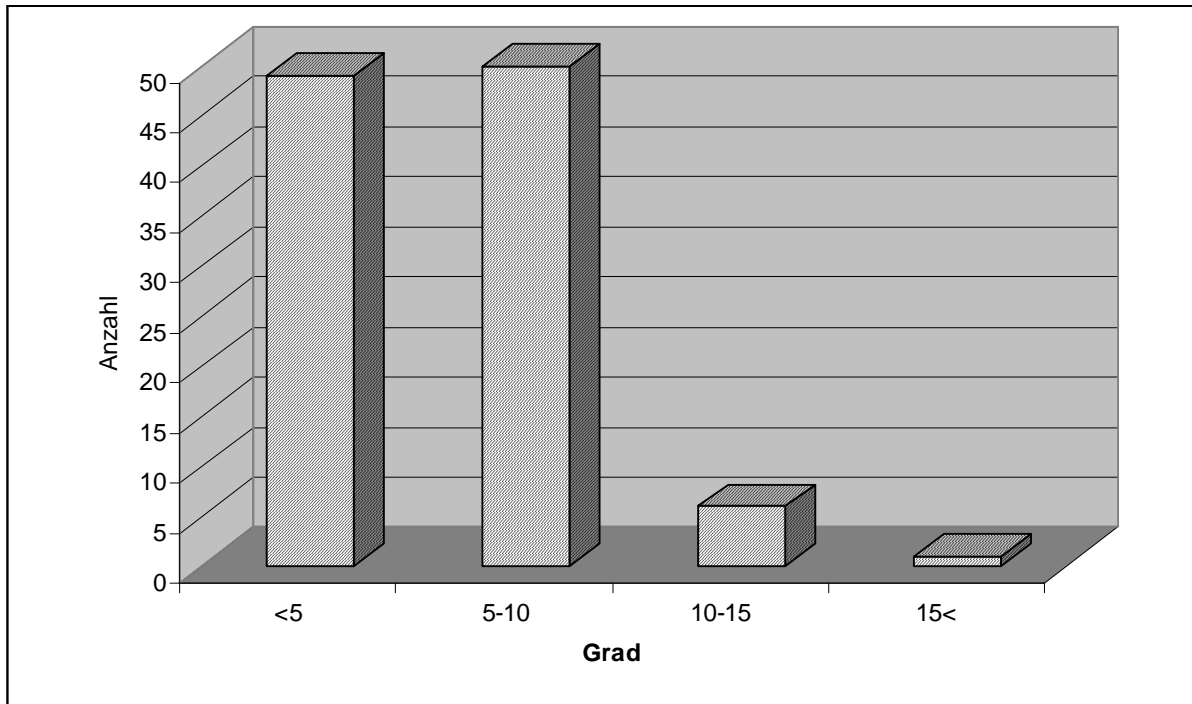


Abb. 3.8: Verteilung der Winkelreduktion

Betrachtet man den Intermetatarsalewinkel I/II präoperativ nach der Meßmethode nach Venning & Hardy und unterteilt die Ausgangswerte in zwei Gruppen, das heißt in Winkel über 15 Grad (N = 35) und unter 15 Grad (N = 71), so erhält man die im Folgenden dargestellten Resultate.

Patienten mit einem durchschnittlichen Intermetatarsalewinkel von über 15 Grad haben präoperativ mit 36,2 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 31,1 Grad (Mitchell et al.) auch einen durchschnittlich größeren Hallux valgus Winkel als Patienten mit einem Intermetatarsalewinkel von weniger als 15 Grad mit 31,4 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 27,9 Grad (Mitchell et al.). Das ergibt für die Messung nach Venning & Hardy einen auf dem Niveau von $p < 0,01$ signifikanten Unterschied.

Ebenso verhält es sich mit dem PASA, der präoperativ bei Patienten mit einem Intermetatarsalewinkel von mehr als 15 Grad 28,6 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 22,2 Grad (Mitchell et al.) beträgt, bei Patienten mit einem IM Winkel von weniger als 15 Grad dagegen 24,1 Grad (Venning & Hardy)

beziehungsweise 20,4 Grad (Mitchell et al.). Hier ergibt sich jedoch kein signifikanter Unterschied.

Bezüglich der Distanz zwischen dem ersten und dem zweiten Metatarsale findet man erwartungsgemäß bei Patienten mit einem IM Winkel von mehr als 15 Grad durchschnittlich präoperativ eine größere Distanz von 13,1 mm als bei Patienten mit weniger als 15 Grad mit 11,2 mm (signifikant bei $p < 0,01$).

Bei der Betrachtung des präoperativen Metatarsaleindex zeigt sich bei Patienten mit mehr als 15 Grad Intermetatarsalewinkel eine Verkürzung um im Mittel 2,5 mm, bei Patienten mit weniger als 15 Grad hingegen nur um 0,86 mm.

Nimmt man die postoperativen Werte, so findet man einen unterschiedlichen Einfluss des präoperativen IM Winkels auf die einzelnen Parameter.

Der postoperative Hallux valgus Winkel unterscheidet sich mit 8,7 Grad ebenso wie der PASA mit 9,6 Grad bei Patienten mit einem Intermetatarsalewinkel größer 15 Grad nur geringfügig und nicht statistisch signifikant von den Werten bei Patienten mit einem IM Winkel von weniger als 15 Grad, die einen Hallux valgus Winkel von durchschnittlich 9,6 Grad und einen PASA von 9,1 Grad erreichen. Es findet sich auch keine signifikante Korrelation (nach Pearson) zwischen präoperativem Intermetatarsalewinkel und prä- oder postoperativem Hallux valgus Winkel.

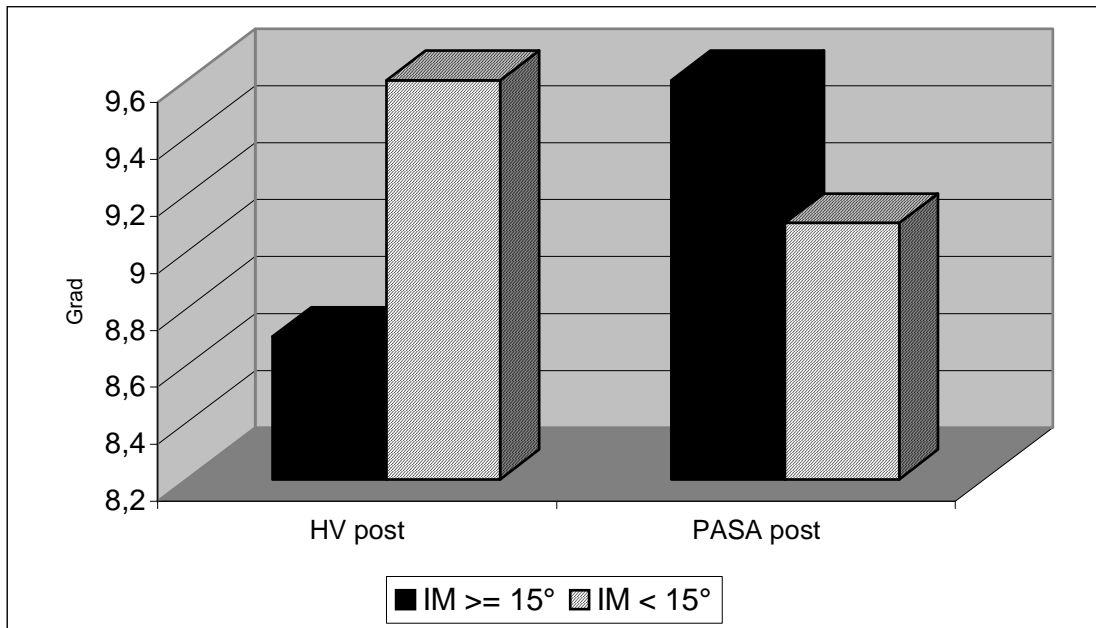


Abb. 3.9: Postoperative Winkel in Abhängigkeit vom präoperativen Intermetatarsalewinkel (Meßmethode nach Venning & Hardy)

Die Distanz postoperativ betrug bei Patienten mit mehr als 15 Grad IM Winkel 7,5 mm, bei Patienten mit weniger als 15 Grad 6,6 mm.

Es findet sich also bei einem größeren präoperativen Intermetatarsalewinkel sowohl prä- als auch postoperativ eine geringere Distanz zwischen den ersten beiden Metatarsale. Dies zeigt sich auch in einer positiven Korrelation nach Pearson mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,527 bzw. 0,269 (signifikant auf dem Niveau von $p < 0,01$).

Nimmt man dagegen den Metatarsaleindex postoperativ, so zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den präoperativen Werten für diesen Winkel. Patienten mit mehr als 15 Grad IM Winkel hatten im Mittel eine Verkürzung von 2,1 mm, Patienten mit weniger als 15 Grad nur 0,9 mm (signifikant bei $p < 0,05$).

Bei den Kriterien des AOFAS Scores nach Kitaoka et al. (1994) findet man keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Im Gesamtergebnis erzielten die Patienten mit einem Intermetatarsalewinkel von mehr als 15 Grad

durchschnittlich 92,9 Punkte, Patienten mit einem IM Winkel von weniger als 15 Grad dagegen nur 89,1 ($p = 0,094$).

Auch bei der Gesamtbeweglichkeit schnitten Patienten mit einem IM Winkel von mehr als 15 Grad mit durchschnittlich 72,6 Grad nur geringfügig und nicht statistisch signifikant besser ab als Patienten mit weniger als 15 Grad, die einen Durchschnitt von 67,0 Grad hatten.

Zieht man als Unterscheidungskriterium den Intermetatarsalewinkel nach der Meßmethode nach Mitchell et al. und unterteilt in Gruppen größer und kleiner als 10 Grad, so finden sich hier bei den Winkeln geringere Differenzen.

Bei den Parametern Distanz, Verkürzung und dem AOFAS Score sowie der Gesamtbeweglichkeit ergaben sich die in Tabelle 3.1 dargestellten Werte.

	IM $\geq 10^\circ$	IM $< 10^\circ$
	N = 63	N = 43
Distanz post	7,3 mm	6,2 mm
Verkürzung post	1,5 mm	1,0 mm
Kitaoka Score	91,6	88,3
Beweglichkeit	71,5°	65,1°

Tab. 3.1: Ergebnisse in Abhängigkeit vom präoperativen IM Winkel nach Mitchell et al.

Dabei zeigt sich ein signifikanter Unterschied für die Distanz postoperativ, nicht jedoch für Gesamtscore und Gesamtbeweglichkeit, man findet aber eine positive Korrelation nach Pearson von 0,197 zum Ergebnis des Scores und 0,211 zur Gesamtbeweglichkeit (beides signifikant bei $p < 0,05$), insbesondere zur Dorsalextension mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,280, signifikant auf dem Niveau von 0,01.

Betrachtet man als Kriterium den postoperativen Intermetatarsalewinkel und unterscheidet in Gruppen mit Patienten mit mehr als 10 Grad (N = 11) und mit weniger als 10 Grad (N = 95), so findet man bei den Patienten mit mehr als 10 Grad IM Winkel auch postoperativ einen PASA, der mit 12,5 Grad größer ist als bei Patienten mit weniger als 10 Grad, die auf durchschnittlich 8,9 Grad kommen, jedoch statistisch keine Signifikanz.

Der Hallux valgus Winkel beträgt bei Patienten mit mehr als 10 Grad 12,8 Grad im Gegensatz zu 8,9 Grad bei Patienten mit weniger als 10 Grad, ebenfalls nicht signifikant. Es findet sich aber eine auf dem Niveau von $p < 0,01$ signifikante Korrelation nach Pearson von 0,252 zwischen dem postoperativen Intermetatarsalewinkel und dem postoperativen Hallux valgus Winkel

Die Distanz postoperativ war mit 10,6 mm bei mehr als 10 Grad postoperativem IM Winkel signifikant größer als in der Gruppe mit weniger als 10 Grad, wo sie nur 6,4 mm betrug ($p < 0,01$).

Auch bei der Position der Sesambeine zeigt sich erwartungsgemäß ein signifikanter Unterschied sowohl präoperativ ($p < 0,05$) als auch postoperativ ($p < 0,01$).

Bei der Betrachtung des Score nach Kitaoka et al. zeigt sich hingegen keine signifikante Differenz zwischen den beiden Gruppen.

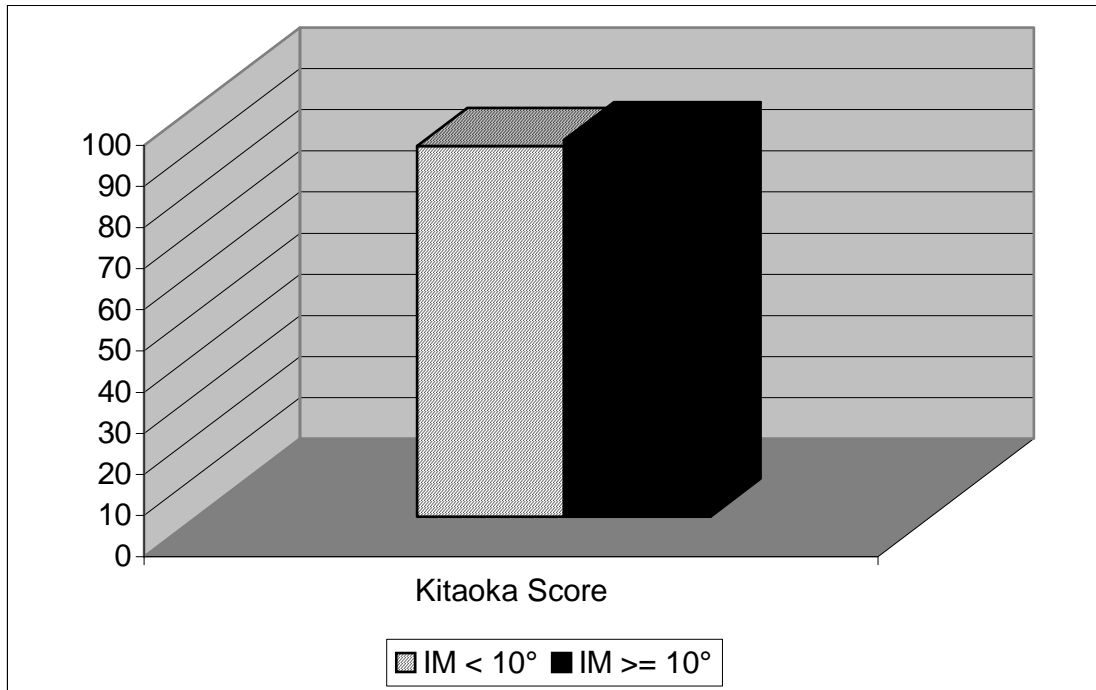


Abb. 3.10: AOFAS Score nach Kitaoka et al. (1994) in Abhängigkeit des postoperativen Intermetatarsalewinkels

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Gesamtbeweglichkeit mit 72,7 Grad (IM Winkel größer als 10 Grad) zu 68,4 Grad (IM Winkel kleiner als 10 Grad), ebenfalls nicht signifikant.

Bei den Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie betrug der Intermetatarsalewinkel präoperativ durchschnittlich 13,3 Grad (Minimum 6 Grad, Maximum 21 Grad) bei Messung nach Venning & Hardy, 10,4 Grad (Minimum 5 Grad, Maximum 18 Grad) bei Messung nach Mitchell et al.. Postoperativ ergab sich ein IM-Winkel von 5,5 Grad (Minimum 1 Grad, Maximum 16 Grad) sowie eine durchschnittliche Winkelreduktion von 9,5 Grad (2 Grad – 20 Grad).

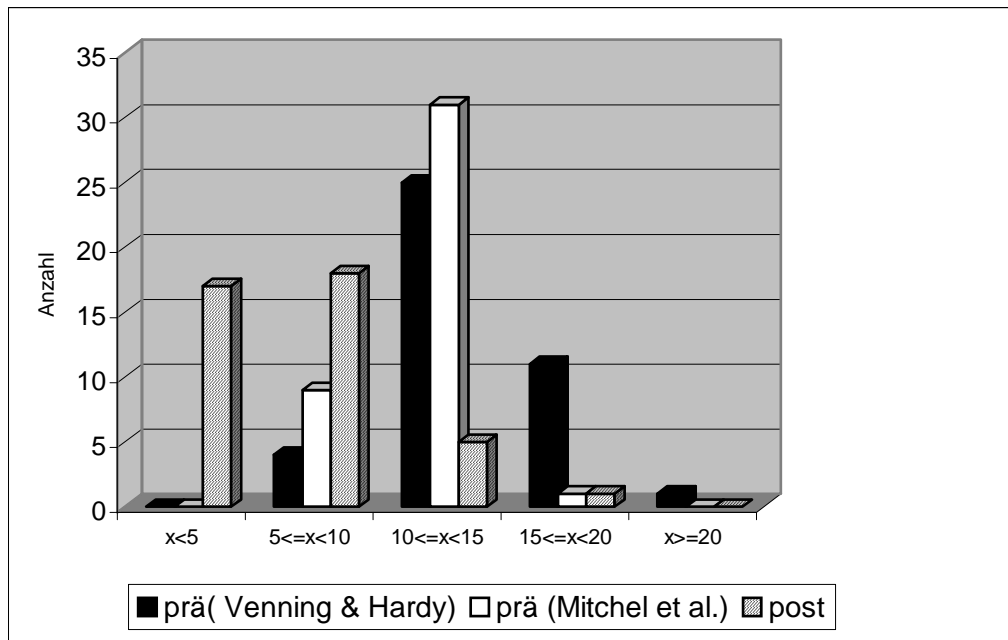


Abb. 3.11: Verteilung des Intermetatarsalewinkels I/II bei alleinigem Scarf

Der durchschnittliche präoperative Intermetatarsalewinkel betrug bei den Patienten mit kombinierter Scarf und Akin Osteotomie 13,3 Grad nach Venning & Hardy (Minimum 8, Maximum 22, Median 14) und 9,5 Grad (Minimum 5, Maximum 16, Median 9) nach Mitchell et al. Postoperativ betrug der Winkel im Mittel 5,1 Grad (Minimum 0, Maximum 14, Median 4). Somit ergibt sich eine Winkelreduktion von im Schnitt 4,4 Grad (Minimum -2, Maximum 15, Median 4).

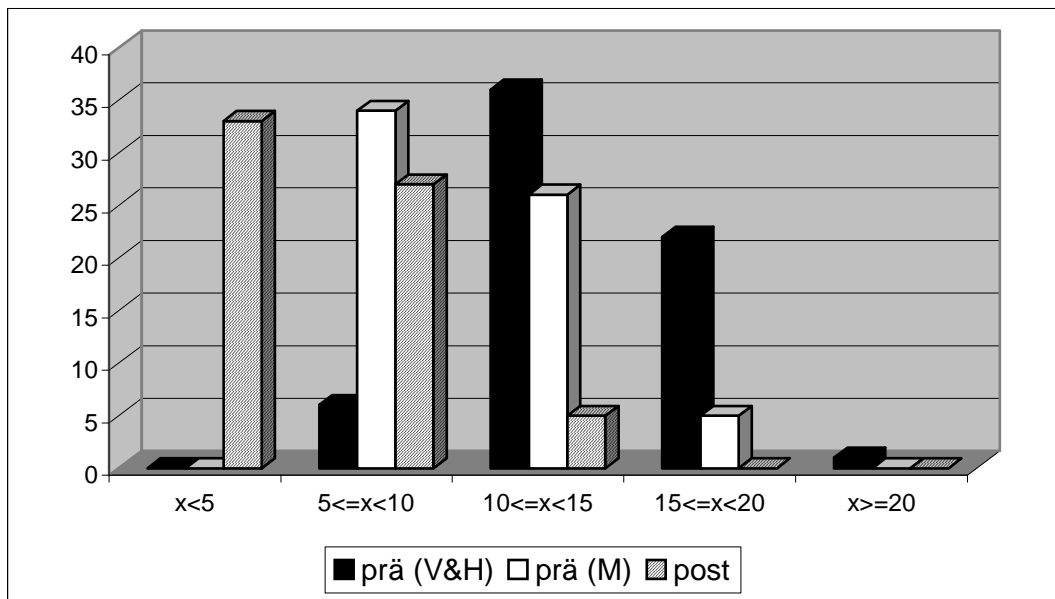


Abb. 3.12: Die Verteilung des IM Winkels bei Scarf/Akin.

Einen signifikanten Unterschied zwischen den Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie und den Patienten mit Scarf und Akin Osteotomie lässt sich nicht zeigen.

3.3.2 Der Hallux valgus Winkel

Der Hallux valgus Winkel aller Patienten war im Mittel präoperativ 32,9 Grad (Minimum 15, Maximum 67, Median 30,5) nach der Meßmethode nach Venning & Hardy, 28,9 Grad (Minimum 12, Maximum 64, Median 28) nach der Methode nach Mitchell et al und postoperativ 9,3 Grad (Minimum –16, Maximum 25, Median 10). Dabei ergab sich eine durchschnittliche Winkelreduktion von 19,6 Grad (Minimum 5, Maximum 46, Median 19). Dies entspricht einem bei $p < 0,01$ signifikanten Unterschied zwischen prä- und postoperativen Werten für die Messungen nach Venning & Hardy und Mitchell et al.

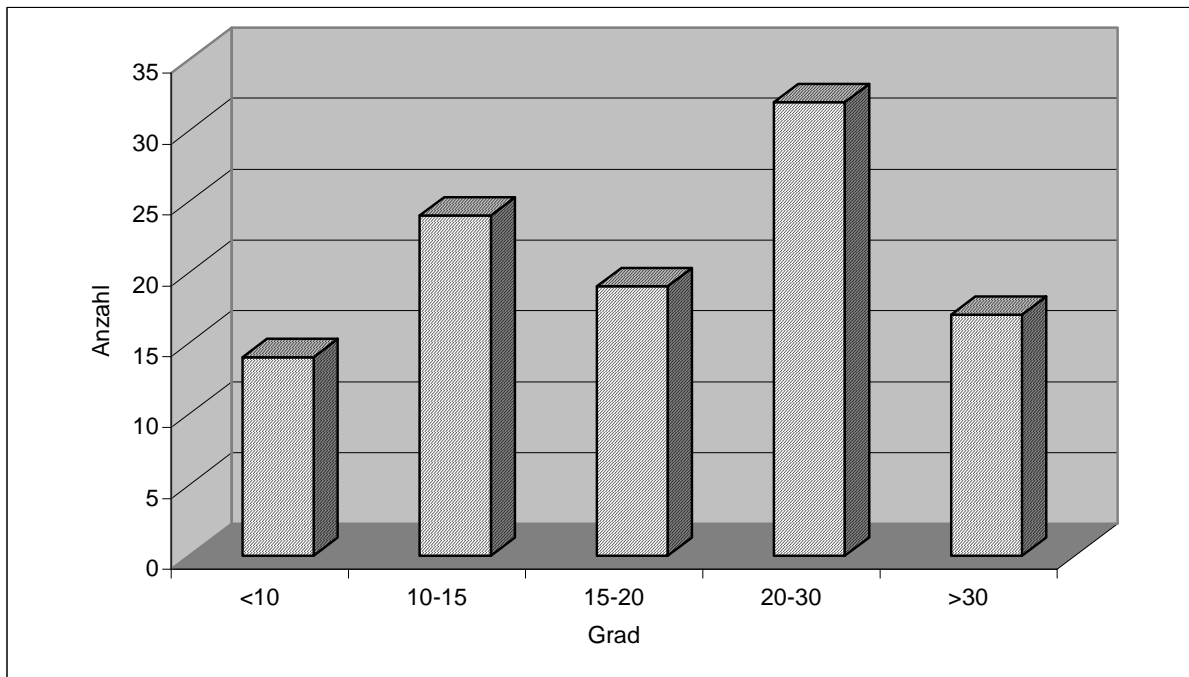


Abb. 3.13: Verteilung der Winkelreduktion des Hallux valgus Winkels

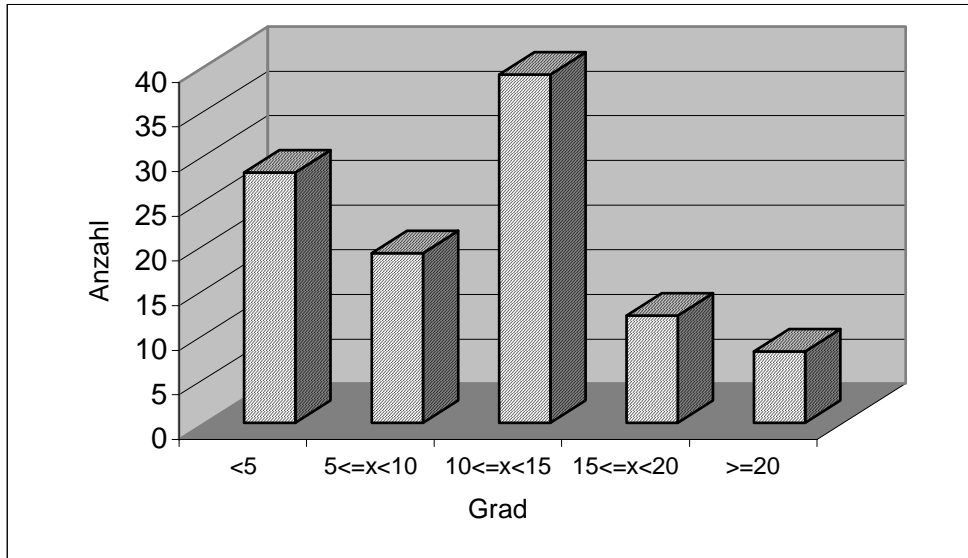


Abb. 3.14: Verteilung des Hallux valgus Winkels postoperativ

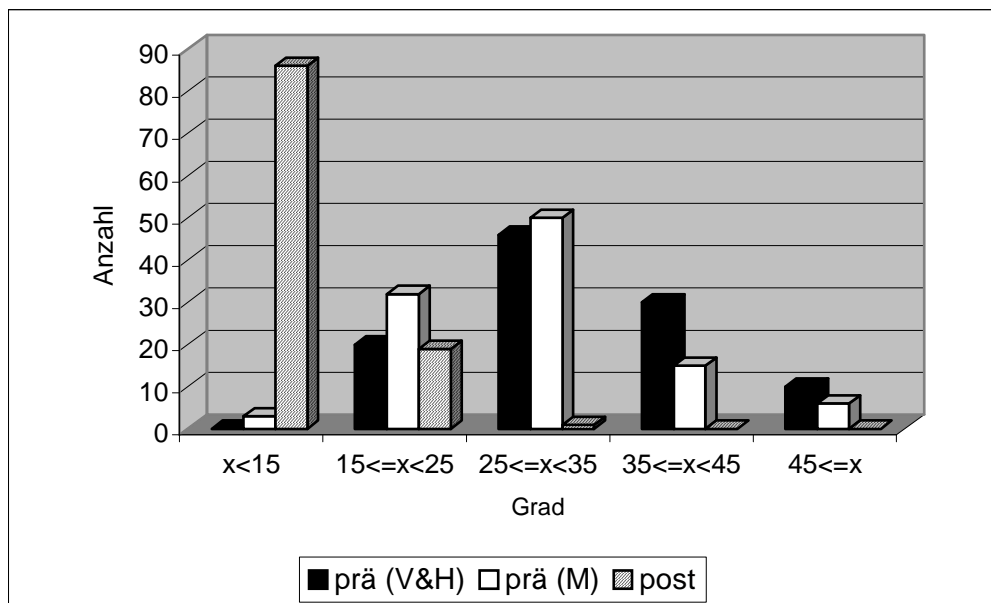


Abb. 3.15: Die Verteilung des Hallux valgus Winkels prä- und postoperativ

Die Unterscheidung bezüglich des Hallux valgus Winkels in Patienten mit einem präoperativen Winkel von mehr als 25 Grad (N = 86) und weniger als 25 Grad (N = 20) gemessen nach der von Venning & Hardy 1951 beschriebenen Methode erbrachte die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse.

Patienten mit einem präoperativen Hallux valgus Winkel von mehr als 25 Grad hatten im Durchschnitt auch einen signifikant größeren PASA, nämlich 27,6 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 22,5 Grad (Mitchell et al.) im Gegensatz zu 17,1 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 14,6 Grad (Mitchell et al.) bei Patienten mit weniger als 25 Grad ($p < 0,01$).

Postoperativ zeigte sich ein ähnliches Bild mit einem signifikant größeren PASA von 10,5 Grad bei Patienten mit mehr als 25 Grad präoperativem Hallux valgus Winkel und 4,1 Grad bei Patienten mit weniger als 25 Grad ($p < 0,01$).

Auch bei IM Winkel und Distanz zeigte sich ein ähnliches Ergebnis, jedoch keine signifikante Differenz. Die Werte sind Tabelle 4.3 zu entnehmen.

	Distanz post	IM post
HV Winkel $\geq 25^\circ$	7	5,3
HV Winkel $< 25^\circ$	6,3	4,7

Tab. 3.2: Distanz und IM Winkel postoperativ in Abhängigkeit des präoperativen Hallux valgus Winkels

Bei der Beurteilung durch den AOFAS Score nach Kitaoka et al. erzielten Patienten mit einem Hallux valgus Winkel von mehr als 25 Grad ein Gesamtergebnis von im Mittel 89,4 Punkten, Patienten mit weniger als 25 Grad 94,2 Punkte ($p = 0,067$).

Die Gesamtbeweglichkeit war in der Gruppe mit mehr als 25 Grad ebenfalls schlechter als in der Gruppe mit weniger als 25 Grad. Erste erreichten durchschnittlich 66,4 Grad, letztere dagegen 79,5 Grad (signifikant bei $p < 0,05$).

Betrachtet man die gleichen Gruppen mit Hallux valgus Winkeln von mehr und weniger als 25 Grad nach der Meßmethode nach Mitchell et al. , so ergibt sich das in den Tabellen 4.4 und 4.5 sowie der Abbildung 4.10 dargestellte Bild. Signifikante Unterschiede finden sich dabei für den PASA ($p < 0,01$).

	HV Winkel $\geq 25^\circ$	HV Winkel $< 25^\circ$
	N = 71	N = 35
PASA prä (V&H)	28,9	19
PASA prä (M)	23,6	15,7
PASA post	10,9	6
Distanz prä	12,1	11,3
Distanz post	7,2	6,2

Tab. 3.3: Winkel in Abhängigkeit vom präoperativen Hallux valgus Winkel (Meßmethode nach Mitchell et al.)

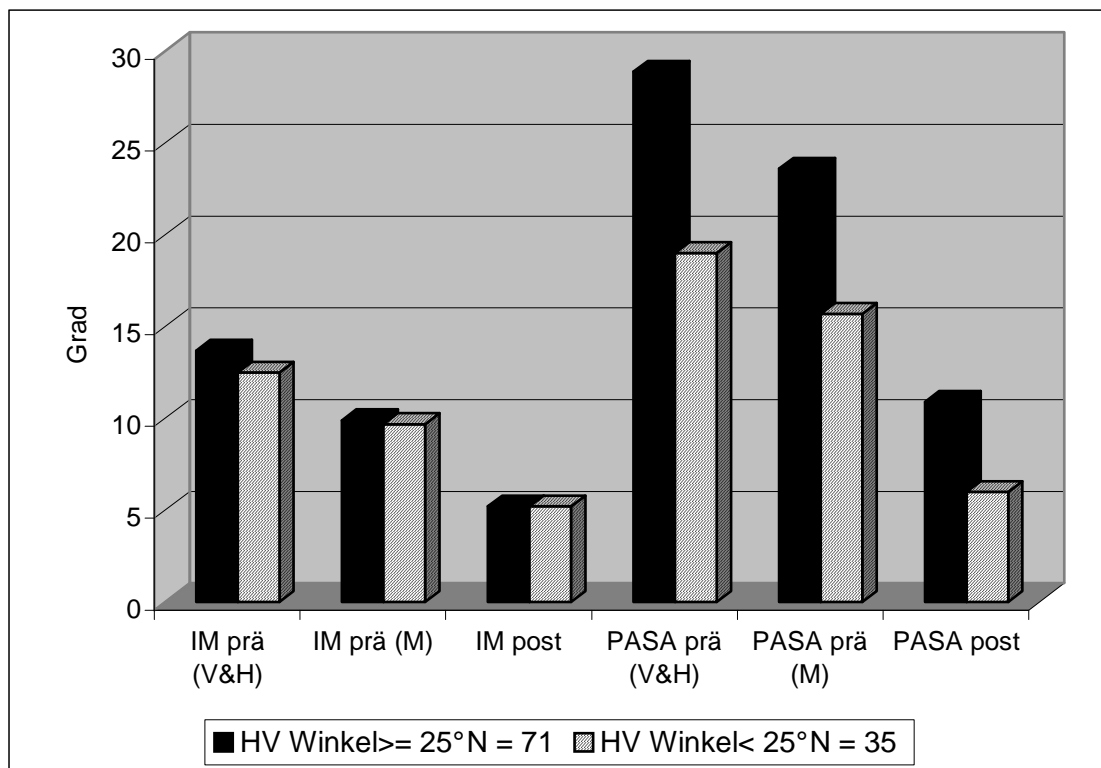


Abb. 3.16: Winkel in Abhängigkeit des präoperativen Hallux valgus Winkels (Meßmethode nach Mitchell et al.)

	HV Winkel $\geq 25^\circ$	HV Winkel $< 25^\circ$
	N = 71	N = 35
Kitaoka Score	87,9	95
Beweglichkeit	65,4	75,9

Tab. 3.4: Kitaoka Score und Gesamtbeweglichkeit in Abhängigkeit vom präoperativen Hallux valgus Winkel (Meßmethode nach Mitchell et al.)

Es zeigt sich also ein auf dem Niveau von 0,01 signifikanter Unterschied der beiden Gruppen im Gesamtscore und der Gesamtbeweglichkeit.

Nimmt man 20 Grad Hallux valgus Winkel präoperativ gemessen nach Mitchell et al. [84] als Unterscheidungskriterium, so findet man signifikante Differenzen beim PASA von 16,9 Grad (Venning & Hardy) bzw. 13,9 Grad (Mitchell et al.) bei Patienten mit weniger als 20 Grad und 26,9 Grad bzw. 22,1 Grad bei Patienten mit einem größeren Winkel ($p < 0,01$). Es zeigt sich eine positive Korrelation, signifikant bei $p < 0,01$ (0,662 bzw. 0,612).

Auch für die laterale Inkongruenz ergibt sich mit 1,5 mm (< 20 Grad) gegenüber 4,1 mm präoperativ ein signifikanter Unterschied ($p < 0,01$). Hier findet man auch eine positive Korrelation nach Pearson (0,709, signifikant auf dem Niveau von 0,01).

Genauso verhält es sich mit der Position der Sesambeine, die prä- ($p < 0,05$) und postoperativ ($p < 0,01$) signifikant unterschiedlich ist. Auch hier gibt es eine positive Korrelation nach Pearson zwischen dem präoperativen Hallux valgus Winkel (nach Mitchell et al.) und der Sesambeinposition von präoperativ 0,386 ($p < 0,01$) und postoperativ 0,241 ($p < 0,05$). Dies entspricht einer signifikanten Verbesserung der Sesambeinposition.

Bezüglich des Gesamtscores schneiden Patienten mit einem Winkel unter 20 Grad mit einem Ergebnis von 96,5 Punkten ebenfalls signifikant besser ab als Patienten mit größerem Ausgangswinkel, die auf 88,9 Punkte kommen ($p < 0,05$). Es findet sich eine negative Korrelation nach Pearson von $-0,282$, signifikant bei $p < 0,01$.

Die Gesamtbeweglichkeit war bei Patienten mit Hallux valgus Winkel von weniger als 20 Grad mit 83,9 Grad gegenüber 66,3 Grad bei den Patienten mit mehr als 20 Grad deutlich besser, das Signifikanzniveau beträgt hier 0,01. Die negative Korrelation beträgt $-0,313$ (signifikant bei $p < 0,01$).

Unterscheidet man bei den Patienten postoperativ zwischen denen mit einem Hallux valgus Winkel von mehr als 15 Grad ($N = 20$) und denen mit weniger als 15 Grad ($N = 85$), so zeigt sich, daß die Patienten mit einem Hallux valgus Winkel von über 15

Grad auch einen signifikant größeren PASA hatten als die Patienten mit einem Winkel unter 15 Grad, nämlich 15,3 Grad gegenüber 7,9 Grad (signifikant bei $p < 0,01$). Es ergibt sich eine positive Korrelation nach Pearson von 0,470, zweiseitig signifikant bei einem Niveau von 0,01.

Die Distanz zwischen dem ersten und dem zweiten Metatarsale war mit 8,4 mm bei den Patienten mit mehr als 15 Grad erwartungsgemäß ebenfalls signifikant größer als bei denen mit weniger als 15 Grad, die auf durchschnittlich 6,5 mm kamen ($p < 0,05$). Auch hier zeigte sich eine positive Korrelation nach Pearson mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,389, zweiseitig signifikant auf dem Niveau von 0,01.

Der Intermetatarsalewinkel war postoperativ nicht signifikant größer, nämlich 6,0 Grad im Gegensatz zu 5,0 Grad bei Patienten mit weniger als 15 Grad.

Für die Position der Sesambeine ergab sich ein auf dem Niveau von 0,01 signifikanter Unterschied.

Das Gesamtergebnis beim Score nach Kitaoka et al. (1994) war in der Gruppe über 15 Grad 87,7 Punkte, in der Gruppe kleiner 15 Grad 90,9 Punkte, was keinem signifikanten Unterschied entspricht.

Die Gesamtbeweglichkeit war bei den Patienten mit einem Hallux valgus Winkel über 15 Grad mit 58,0 Grad dagegen deutlich schlechter als bei Patienten unter 15 Grad, die auf eine durchschnittlich Beweglichkeit von 71,4 Grad kamen (signifikant bei $p < 0,01$).

Die Auswertung der präoperativen und postoperativen Röntgenaufnahmen bei Patienten mit alleiniger Scarf-Osteotomie ergab einen durchschnittlichen Hallux Valgus Winkel von präoperativ 30,6 Grad (Reichweite 17 Grad – 67 Grad) nach der Meßmethode nach Venning & Hardy und 27,0 Grad (13 Grad – 64 Grad) nach der Meßmethode nach Mitchell et al. Postoperativ ergab sich ein HV-Winkel von 11,1 Grad (-8 Grad – 25 Grad) und eine durchschnittlich Winkereduktion um 16,0 Grad (5 Grad - 46 Grad). Die genaue Verteilung ist den Abbildungen 3. 20 und 3. 21 zu entnehmen.

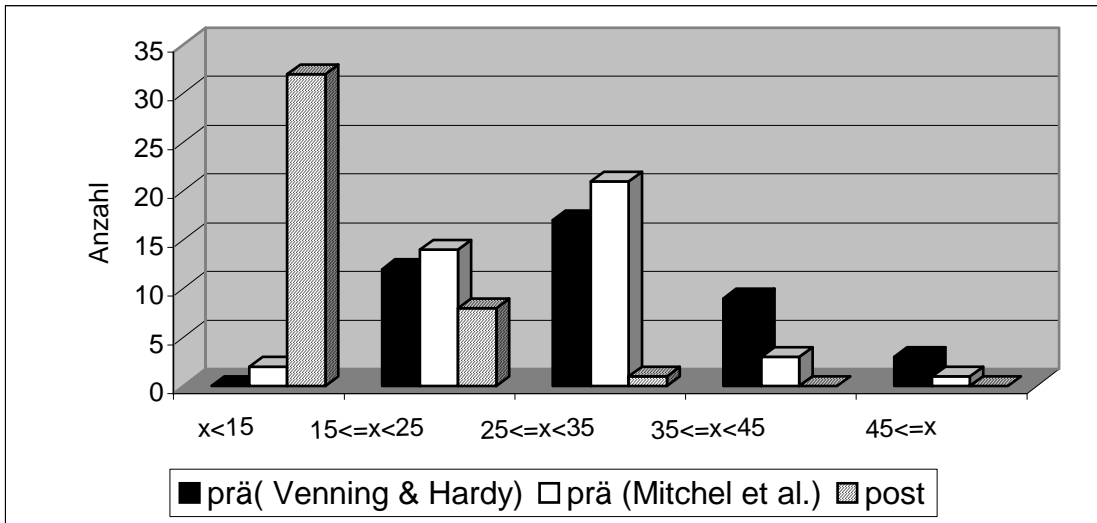


Abb. 3.17: Verteilung des Hallux Valgus Winkels bei alleinigem Scarf

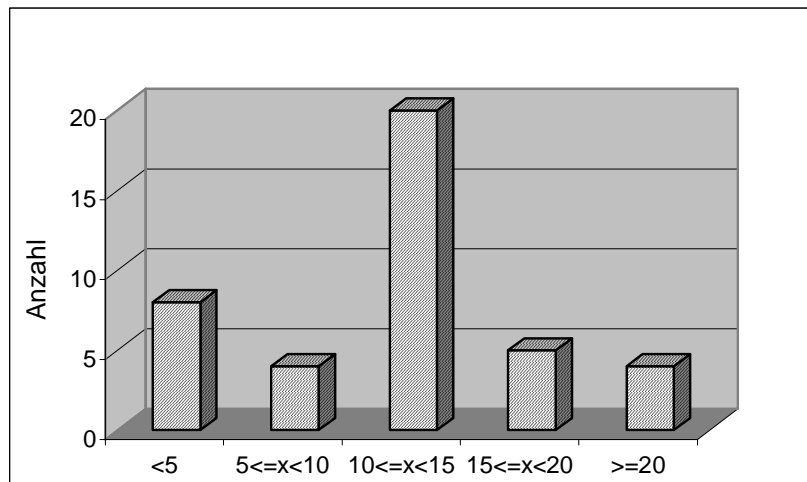


Abb. 3.18: Postoperative Verteilung des Hallux Valgus Winkels bei alleinigem Scarf

Bei den Patienten mit kombinierter Scarf- und Akin – Osteotomie betrug der durchschnittliche Hallux valgus Winkel präoperativ 34,3 Grad nach der Meßmethode nach Venning & Hardy (Minimum 15, Maximum 58, Median 32) beziehungsweise 30,0 Grad gemessen nach Mitchell et al. (Minimum 12, Maximum 50, Median 28). Postoperativ war der durchschnittliche Winkel 8,2 Grad (Minimum –16, Maximum 23, Median 8). Die genaue Verteilung ist den Abbildungen 3.22 und 3.23 zu entnehmen. Die durchschnittliche Winkelreduktion betrug 21,8 Grad (Minimum 6, Maximum 42, Median 22).

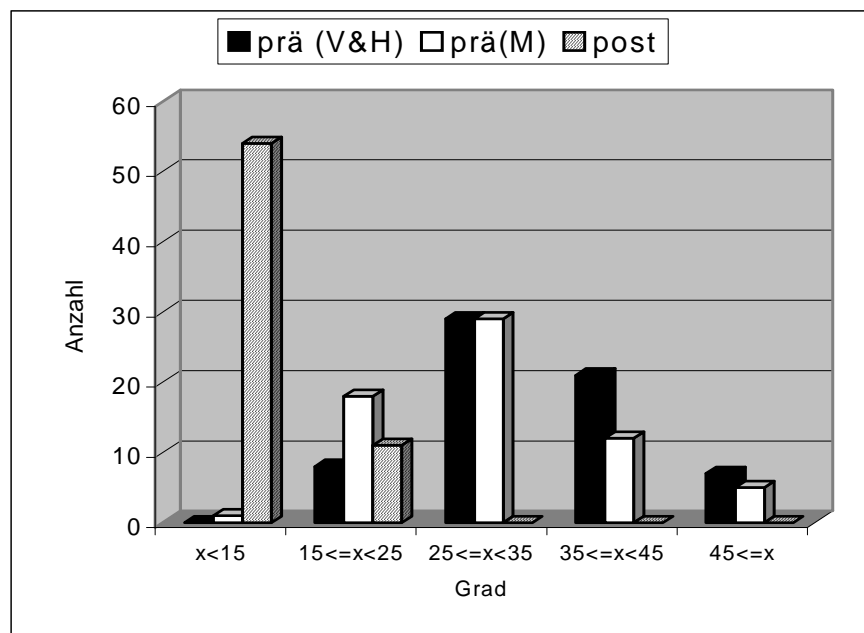


Abb. 3.19: Die Verteilung des Hallux valgus Winkels bei Scarf/Akin.

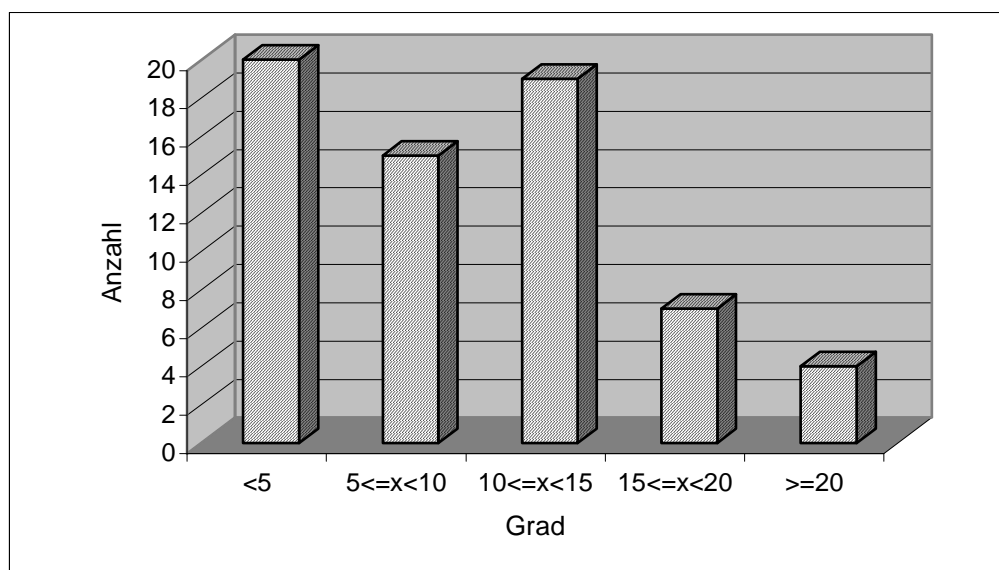


Abb. 3.20: Die postoperative Verteilung des Hallux valgus Winkels bei Scarf/Akin.

Vergleicht man nun die Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie mit denen mit kombinierter Scarf und Akin Osteotomie, so findet man bei den präoperativen Ausgangswerten einen geringeren, aber nicht signifikanten Unterschied für den Hallux valgus Winkel mit etwas größeren Werten bei den Patienten mit Scarf und Akin Osteotomie von im Durchschnitt 34,3 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 30,0 Grad (Mitchell et al.) gegenüber 30,6 Grad (Venning & Hardy) und 27,0 Grad (Mitchell et al.) bei den Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie. Postoperativ ist der Hallux valgus Winkel bei Scarf und Akin Osteotomie mit 8,2 Grad signifikant geringer als bei Scarf Osteotomie alleine, wo er durchschnittlich 11,1 Grad beträgt ($p < 0,05$). Die Winkelreduktion ist dementsprechend signifikant größer ($p < 0,01$).

3.3.3 Distaler Gelenkflächenwinkel (PASA)

Der PASA betrug präoperativ 25,6 Grad (Minimum 12, Maximum 60, Median 25,5) nach Venning & Hardy beziehungsweise 21,0 Grad (Minimum 10, Maximum 50, Median 20) nach Mitchell et al, postoperativ lag er bei 9,3 Grad (Minimum 0, Maximum 26, Median 8). Die Verteilung des PASA ist den Abbildungen 3.28 und 3.29 zu entnehmen. Dies entspricht einem bei $p < 0,01$ signifikanten Unterschied für die prä- und postoperativen Winkel.

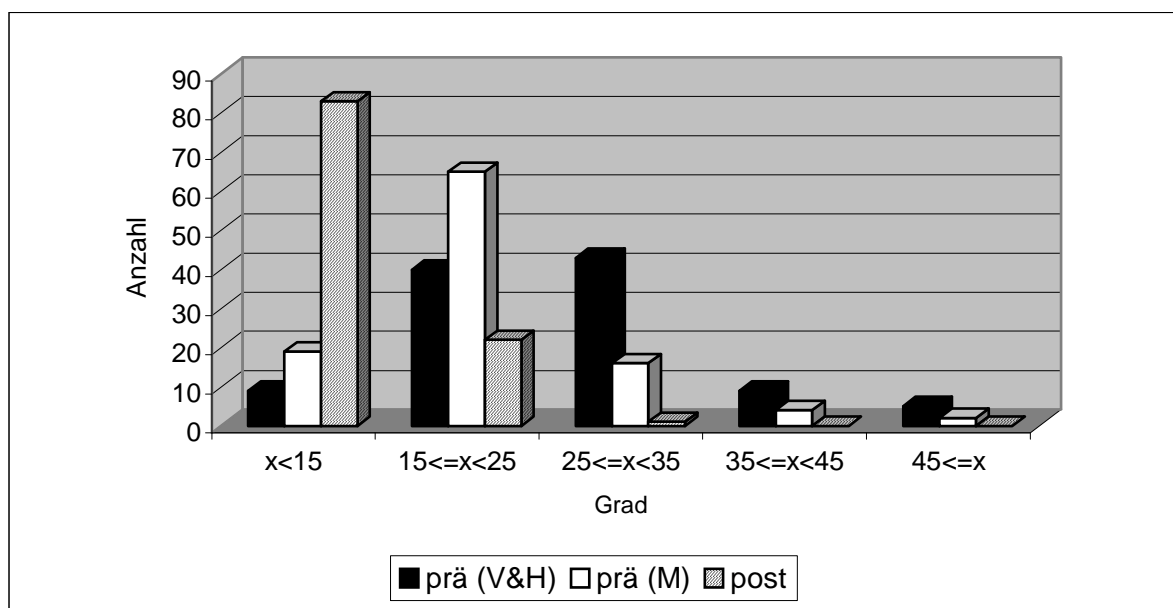


Abb. 3.21: Die Verteilung des PASA

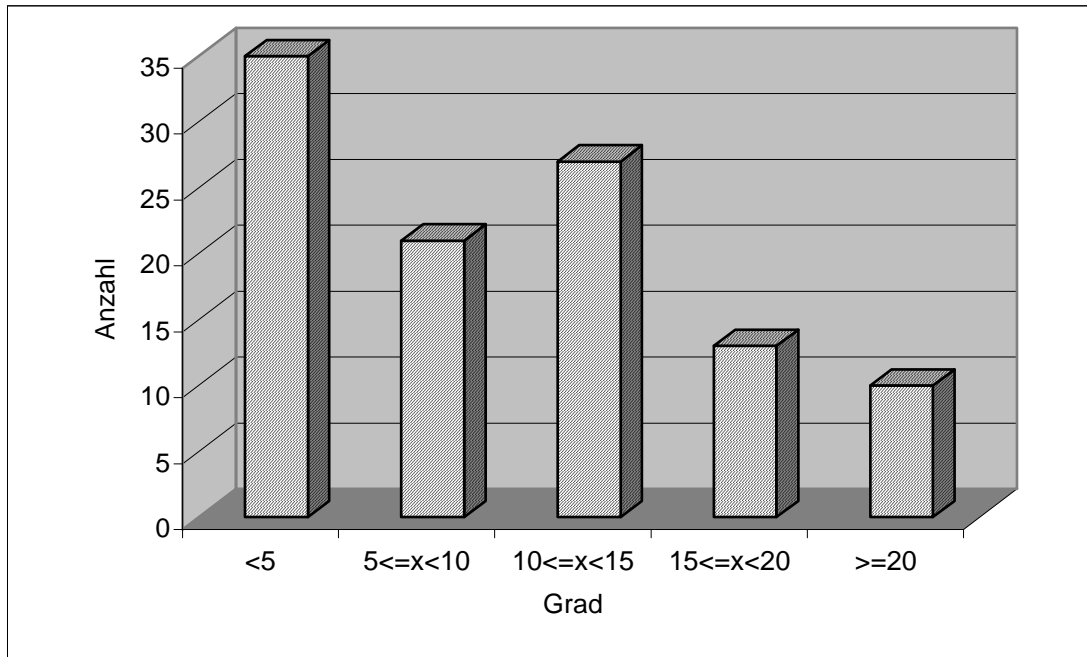


Abb. 3.22: Postoperative Verteilung des PASA

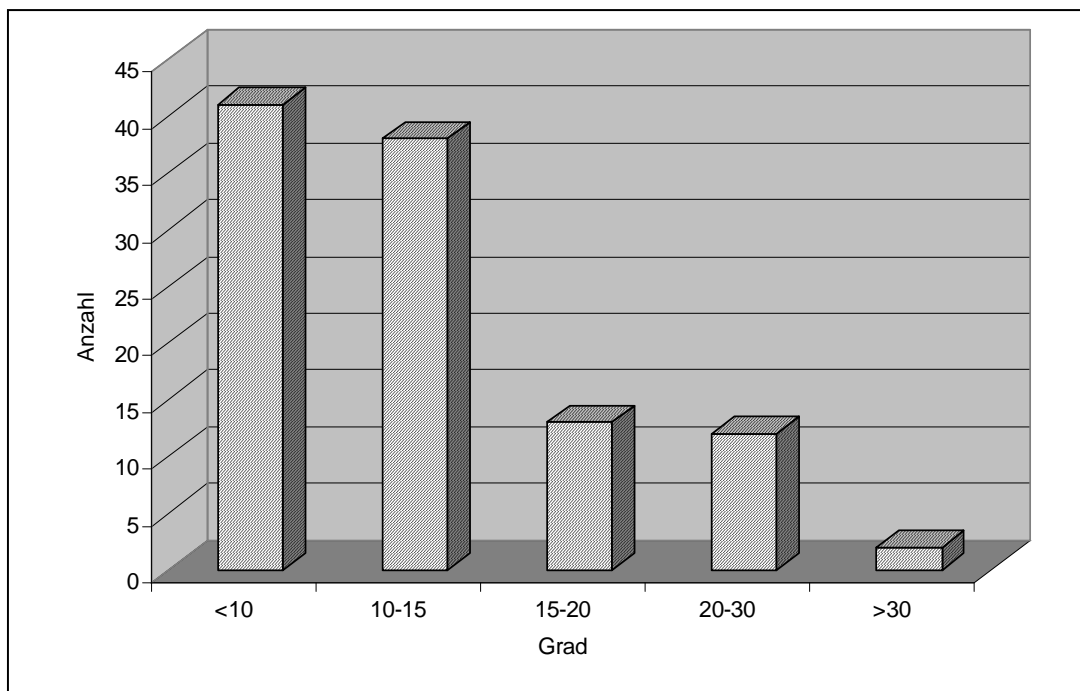


Abb. 3.23: Verteilung der Winkelreduktion des PASA

Die Abhängigkeit der Ergebnisse vom prä- und postoperativen PASA zeigt sich wie im Folgenden beschrieben.

Patienten mit einem präoperativen PASA von über 20 Grad (N = 59, gemessen nach Mitchell et. al) hatten präoperativ auch einen signifikant größeren Vorfußadduktionswinkel von im Durchschnitt 16,4 Grad, im Gegensatz zu Patienten mit einem PASA von weniger als 20 Grad (N = 47), die auf einen Durchschnitt von 14,4 Grad kamen (Signifikanzniveau $p < 0,05$).

Dies zeigt sich auch in einer positiven Korrelation zwischen präoperativem PASA und Vorfußadduktionswinkel. Für die Messung nach Venning & Hardy ergibt sich dabei ein Korrelationskoeffizient von 0,238 ($p < 0,05$), für die Messmethode nach Mitchell et al. von 0,260 ($p < 0,01$).

Ebenso verhielt es sich mit dem Hallux valgus Winkel, der bei Patienten mit mehr als 20 Grad PASA präoperativ im Mittel 36,9 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 32,6 Grad (Mitchell et. al.) betrug, wohingegen Patienten mit weniger als 20 Grad PASA auf einen durchschnittlichen Winkel von 28,0 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 24,3 Grad (Mitchell et. al.) kamen. Für dieses Verhältnis ergibt sich eine statistische Signifikanz von $p < 0,01$.

Hierzu findet man ebenfalls eine signifikante positive Korrelation des präoperativen PASA (Venning & Hardy) zum präoperativen Hallux valgus Winkel (gemessen nach Venning & Hardy) mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,692 beziehungsweise von 0,662 zum Hallux valgus Winkel gemessen nach Mitchell et al. ($p < 0,01$). Für den präoperativen PASA gemessen nach Mitchell et al. ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von 0,606 (Hallux valgus Winkel nach Venning & Hardy) beziehungsweise 0,612, ebenfalls bei $p < 0,01$ signifikant.

Beim Intermetatarsalewinkel war die Differenz mit 13,5 Grad (Venning & Hardy) bei mehr als 20 Grad PASA zu 12,9 Grad bei weniger als 20 Grad nicht signifikant. Betrachtet man das Ergebnis bei der Messung nach Mitchell et al. mit 10,1 Grad (PASA > 20 Grad) gegenüber 9,4 Grad, so findet man einen bei $p < 0,05$ signifikanten Unterschied.

Bei mehr als 20 Grad PASA ergab sich präoperativ auch eine signifikant vermehrte Valgusinkongruenz mit einer Verschiebung von durchschnittlich 4,6 mm, während bei einem Winkel unter 20 Grad die laterale Inkongruenz nur 2,9 mm betrug ($p < 0,01$).

Dies zeigt sich auch in einer positiven Korrelation von 0,708 bei der Messung nach Venning & Hardy beziehungsweise 0,642 bei der Messung nach Mitchell et al., beides signifikant auf dem Niveau von 0,01.

Der Einfluss des präoperativen PASA auf das postoperative Ergebnis zeigte sich in den unterschiedlichen Ergebnissen der beiden Gruppen.

Der postoperative Hallux valgus Winkel betrug in der Gruppe unter 20 Grad präoperativer PASA im Mittel 7,4 Grad, in der anderen Gruppe hingegen 11,0 Grad. Hierfür ergibt sich eine statistische Signifikanz auf dem Niveau von 0,05.

Dabei findet man zwischen dem präoperativen PASA und dem Hallux valgus Winkel auch eine positive Korrelation nach Pearson mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,283 bei der Messung des PASA nach Venning & Hardy und 0,274 bei der Messung nach Mitchell et al., beides signifikant bei $p < 0,01$. Somit findet man eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Winkel.

Patienten mit einem größeren präoperativen PASA (über 20 Grad) hatten auch postoperativ mit durchschnittlich 12,3 Grad signifikant größere Winkel als Patienten mit einem geringeren Ausgangswinkel, die auf im Mittel 5,5 Grad kamen ($p < 0,01$).

Die postoperative Distanz betrug 7,4 mm (größer 20 Grad) im Gegensatz zu 6,3 mm (kleiner 20 Grad), $p < 0,05$. Hier zeigt sich ebenfalls eine positive Korrelation nach Pearson (Korrelationskoeffizient 0,259 bei Messmethode nach Venning & Hardy, signifikant bei $p < 0,05$).

Der postoperative IM Winkel dagegen unterschied sich mit 5,1 Grad (unter 20 Grad) zu 5,3 Grad (über 20 Grad) nicht auffallend in den zwei Patientengruppen.

Ebenso verhielt es sich mit der lateralen Inkongruenz, die postoperativ mit 0,27 mm (unter 20 Grad) und 0,39 mm (über 20 Grad) nur geringfügig variierte.

Bei der Betrachtung des PASA in Bezug zur Position der Sesambeine lässt sich eine signifikante positive Korrelation aufzeigen, das heißt bei größerem präoperativem PASA findet sich prä- und postoperativ eine schlechtere Sesambeinposition. Dabei beträgt der Korrelationskoeffizient für die Messung des PASA nach Venning & Hardy 0,375 und für die Messung nach Mitchell et al. 0,378 bezüglich der postoperativen Korrelation. Für die präoperative Sesambeinposition ergeben sich die Werte von 0,356 (Venning & Hardy) beziehungsweise 0,257 (Mitchell et al.). Das Signifikanzniveau ist dabei 0,01.

Betrachtet man aber die Ergebnisse des AOFAS Scores, so schneiden die Patienten mit einem präoperativen PASA von weniger als 20 Grad geringfügig, jedoch nicht statistisch signifikant besser ab, sie erreichen 92,1 Punkte, im Gegensatz zu den Patienten über 20 Grad, die auf einen Wert von 88,8 kommen.

Für die Beweglichkeit ergibt sich jedoch ein signifikanter Unterschied. Patienten unter 20 Grad PASA erreichen eine Gesamtbeweglichkeit von 74,0 Grad, diejenigen über 20 Grad dagegen nur 64,7 Grad ($p < 0,05$).

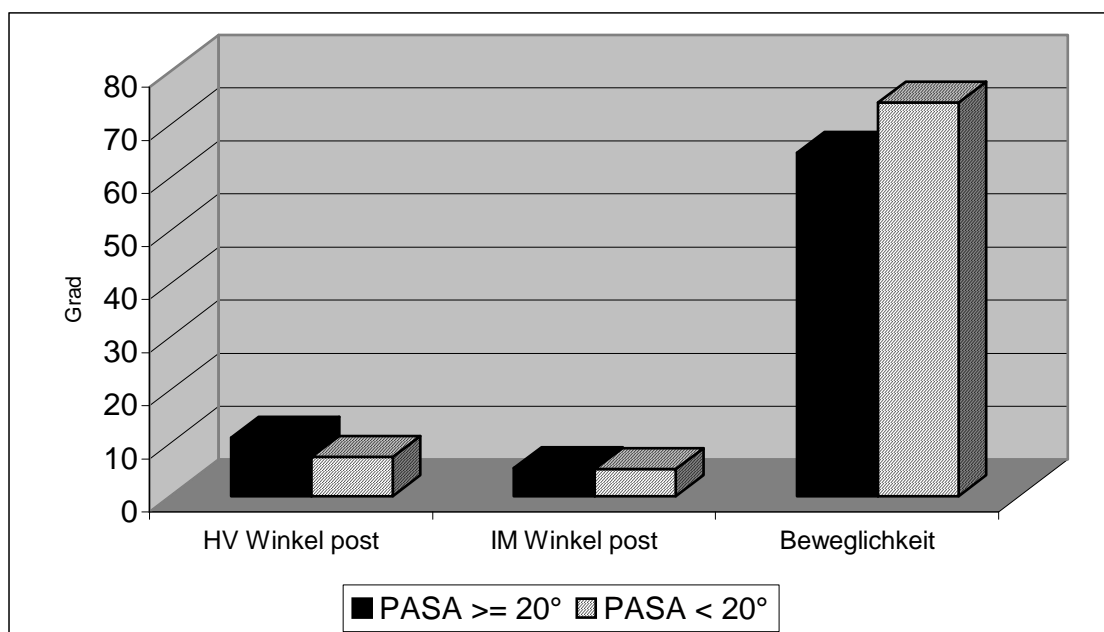


Abb. 3.24: Abhängigkeit vom präoperativen PASA

Patienten, bei denen der PASA postoperativ noch größer als 15 Grad ist, haben auch einen signifikant größeren postoperativen Hallux valgus Winkel und eine größere Distanz zwischen dem ersten und zweiten Metatarsale ($p < 0,05$), einen nicht signifikant größeren IM Winkel und ein etwas schlechteres Ergebnis im Score nach Kitaoka et. al. und bei der Gesamtbeweglichkeit (ebenfalls nicht signifikant). Die genauen Werte sind aus Tabelle 4.6 ersichtlich.

	PASA $\geq 15^\circ$	PASA $< 15^\circ$
HV Winkel post	13,2°	8,3°
IM Winkel post	6,1°	4,9°
Distanz	8,4 mm	6,5 mm
Kitaoka	89,7	92,2
Beweglichkeit	65,0°	69,9°

Tab. 3.5: Abhängigkeit vom postoperativen PASA

Wenn man den postoperativen PASA betrachtet, kann man eine positive Korrelation nach Pearson zum Vorfußadduktionswinkel (0,249, $p < 0,05$), zum postoperativen Hallux valgus Winkel (0,470, $p < 0,01$), zur postoperativen Distanz zwischen Metatarsale I und II (0,478, $p < 0,01$), zur Valgusinkongruenz (0,265, $p < 0,05$) und zur postoperativen Position des medialen Sesambeins (0,371, $p < 0,01$) feststellen. Bezüglich der Gesamtbeweglichkeit zeigt sich eine negative Korrelation mit einem Korrelationskoeffizienten von $-0,217$ ($p < 0,05$), wobei vor allem bei der Dorsalextension dieser negative Zusammenhang deutlich wird (Korrelationskoeffizient $-0,266$, signifikant bei $p < 0,01$).

Der PASA ergab sich bei den Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie mit einem Wert von präoperativ 23,4 Grad (14 Grad – 40 Grad) nach Venning & Hardy sowie 19,4 Grad (10 Grad – 38 Grad) nach Mitchell et al. Postoperativ war der Wert im Mittel 7,1 Grad (0 Grad – 26 Grad). Die Winkelreduktion betrug 12,3 Grad (-2 Grad bis 23 Grad).

Der PASA betrug bei dem Patientenkollektiv, das sich einer kombinierten Scarf und Akin Osteotomie unterzog, nach Venning & Hardy gemessen 27,0 Grad (Minimum 12, Maximum 60, Median 26) und nach Mitchell et al. 22,0 Grad (Minimum 10, Maximum 50, Median 20). Postoperativ betrug der PASA durchschnittlich 10,8 Grad (Minimum 0, Maximum 23, Median 10). Das entspricht einer Winkelreduktion von im Schnitt 11,5 Grad (Minimum -5, Maximum 47, Median 12).

Wenn man nun die beiden Gruppen miteinander vergleicht, so findet man einen geringen Unterschied bei den präoperativen PASA Werten. Dies entspricht einem signifikanten Unterschied auf dem Niveau von 0,05 für die Messung nach Venning & Hardy. Postoperativ war der PASA ebenfalls in der Gruppe mit Scarf und Akin Osteotomie signifikant größer (10,8 Grad) als in der anderen Gruppe (7,1 Grad, $p < 0,01$).

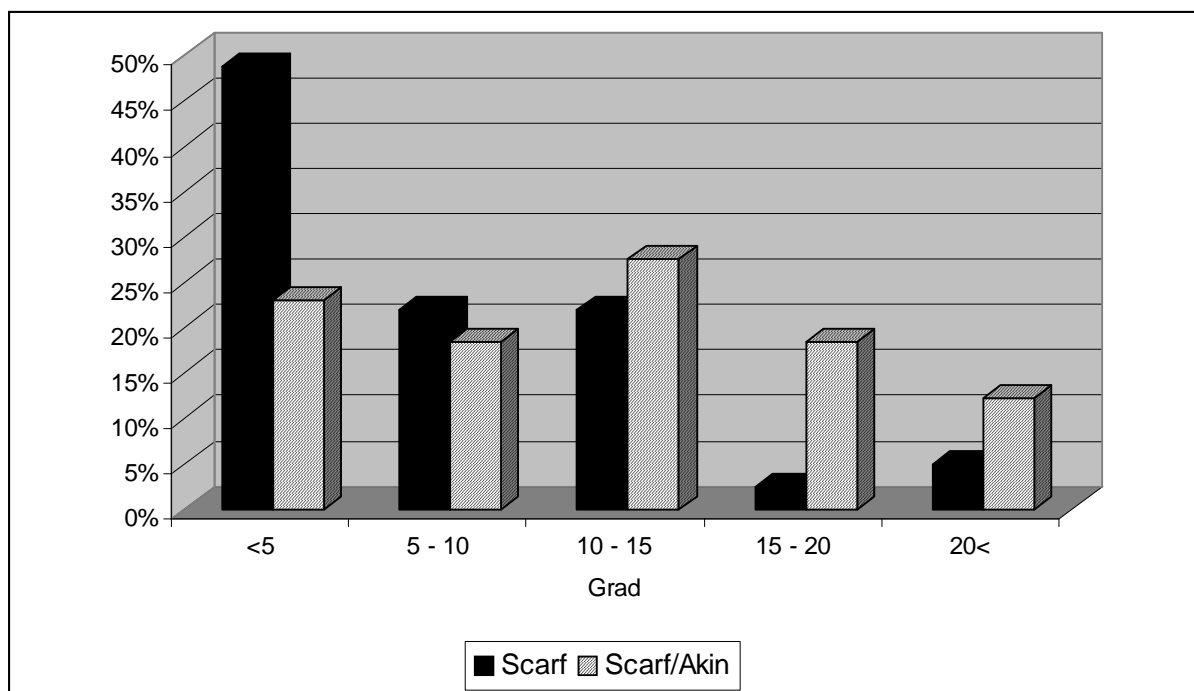


Abb. 3.25: Postoperativer PASA im Vergleich Scarf zu Scarf/Akin

3.3.4 Der Vorfußadduktionswinkel

Der Vorfußadduktionswinkel betrug präoperativ im Durchschnitt 15,6 Grad und postoperativ 15,3 Grad. Im Normalfall beträgt der Winkel etwa 10 bis 15 Grad (Coughlin 1995).

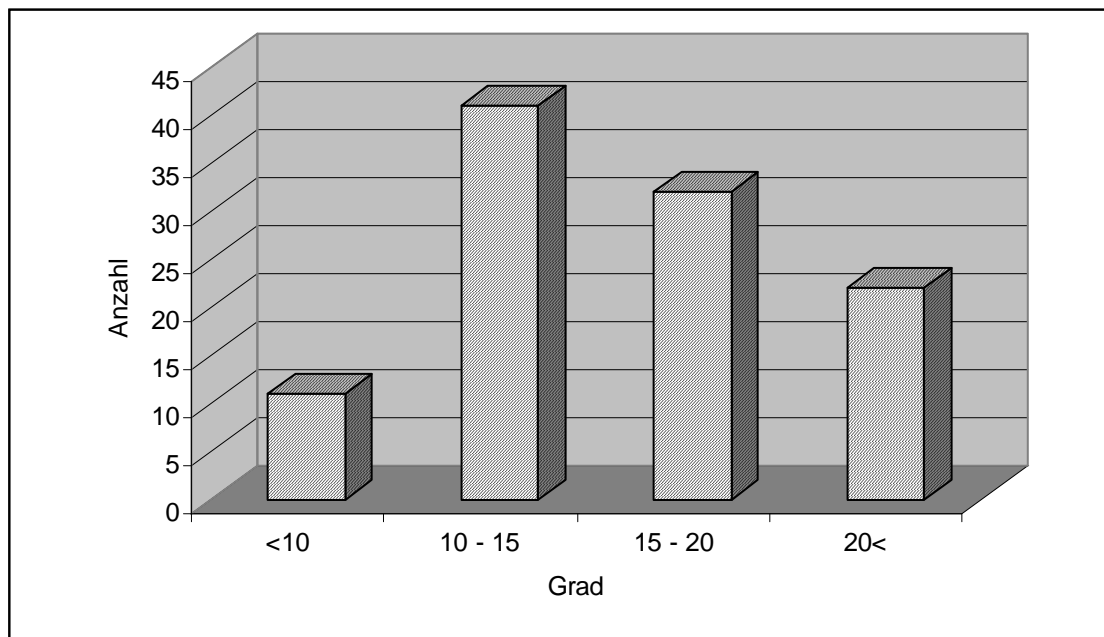


Abb. 3.26: Verteilung des präoperativen Vorfußadduktionswinkels

Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie hatten einen Vorfußadduktionswinkel von prä- und postoperativ 14,3 Grad, Patienten mit Scarf und Akin Osteotomie hingegen präoperativ 16,3 Grad und postoperativ 15,9 Grad. Dabei lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen darstellen.

Untersucht man den Einfluß des präoperativen Vorfußadduktionswinkels auf das postoperative Outcome, so lassen sich nur geringe, nicht signifikante Unterschiede aufzeigen.

Nimmt man zwei Gruppen mit über (N = 54) und unter 15 Grad (N = 52), so findet man nur geringe Differenzen beim postoperativen Intermetatarsalewinkel, der in der ersten Gruppe 5,0 Grad und in der zweiten Gruppe 5,3 Grad beträgt.

Ebenso verhält sich die Distanz zwischen den ersten beiden Mittelfußknochen. Hier erreichen Patienten mit einem Vorfußadduktionswinkel über 15 Grad 7,0 mm, solch mit einem Winkel unter 15 Grad 6,7 mm.

Beim Hallux valgus Winkel dagegen findet man in der Gruppe über 15 Grad einen Wert von 10,3 Grad und in der Gruppe unter 15 Grad einen Wert von 8,4 Grad.

Das Ergebnis des Scores nach Kitaoka et al. ist mit 90,8 zu 89,8 (unter 15 Grad) ebenfalls nicht signifikant unterschiedlich.

Auch in der Gesamtbeweglichkeit sind die Resultate sehr ähnlich. Patienten mit einem Winkel über 15 Grad kommen auf eine Beweglichkeit von 69,0 Grad, Patienten unter 15 Grad Vorfußadduktionswinkel erreichen 68,8 Grad.

Es zeigt sich aber eine signifikante positive Korrelation zwischen präoperativem Vorfußadduktionswinkel und Hallux valgus Winkel prä- (0,353 nach Venning & Hardy bzw. 0,384 nach Mitchell, $p < 0,01$) und postoperativ (0,201, $p < 0,05$). Ebenso gibt es eine Korrelation zum PASA prä- (0,238, $p < 0,05$ bzw. 0,260. $p < 0,01$) und postoperativ (0,249, $p < 0,05$).

Nimmt man die Patienten mit einem präoperativen Vorfußadduktionswinkel über 20 Grad ($n = 22$), so findet man im Vergleich zu den Patienten mit einem geringeren Ausgangswinkel signifikante Unterschiede für den Hallux valgus Winkel präoperativ gemessen nach Venning & Hardy ($p < 0,05$) und Mitchell et al. ($p < 0,01$), den PASA präoperativ (beide Meßmethoden $p < 0,05$) und postoperativ ($p < 0,01$). Keinen signifikanten Unterschied findet man dagegen für die Beweglichkeit und das Ergebnis im AOFAS Score.

Ein hoher postoperativer Vorfußadduktionswinkel korreliert ebenfalls mit einem höheren postoperativen Hallux valgus Winkel (0,256, $p < 0,01$) und PASA (0,293, $p < 0,01$). Eine negative Korrelation findet man zum postoperativen IM Winkel (- 0,222, $p < 0,05$).

3.3.5 Tibiale Sesambeinposition

Die Verteilung der Sesambeinposition nach der klassischen medialen Sesambeinklassifikation ist Abbildung 3.36 zu entnehmen. Man erkennt eine signifikante Verbesserung der Position ($p < 0,01$).

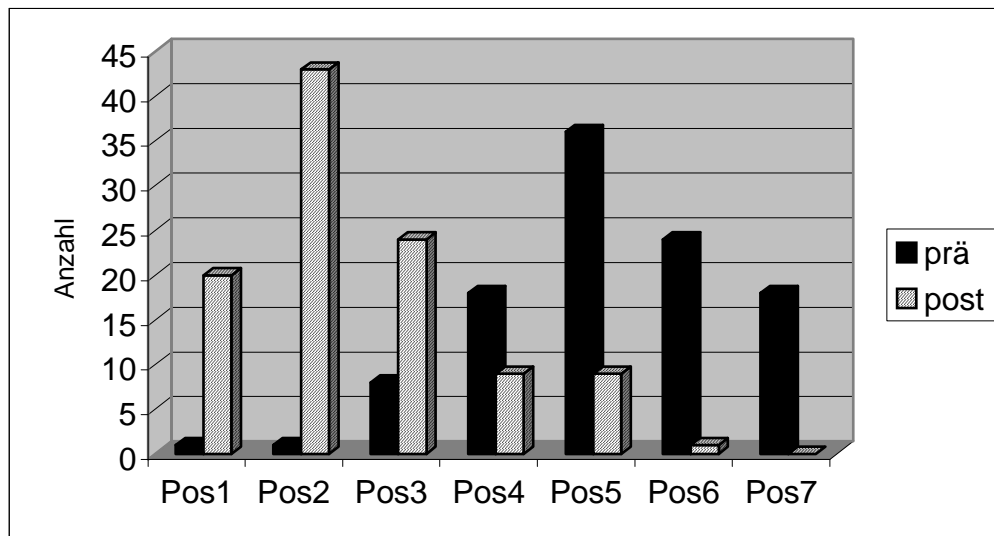


Abb. 3.27: Verteilung der Sesambeinposition

Nimmt man die Position des medialen Sesambeins nach der Klassifikation von Hardy und Clapham (1951) und deren Einfluss auf die präoperative Ausgangslage und das postoperative Ergebnis, so findet man eine Korrelation zwischen der Sesambeinposition und der Distanz zwischen den ersten beiden Metatarsale präoperativ (0,366, signifikant bei $p < 0,01$), aber auch postoperativ (0,235, signifikant bei $p < 0,05$). Auch zur präoperativen lateralen und medialen Verschiebung findet man eine derartige positive Korrelation (0,347, $p < 0,01$). Es zeigt sich dagegen eine negative Korrelation nach Pearson von $-0,249$ zur Winkelreduktion des Intermetatarsalewinkels.

Nimmt man alle Fälle mit einer präoperativen Sesambeinposition größer 5 ($n = 78$) und vergleicht man sie mit denen besser als 5, so zeigen sich teilweise signifikante Unterschiede. Die Patienten mit der schlechteren Sesambeinposition hatten auch

präoperativ eine größere Distanz ($p < 0,01$) und einen größeren PASA ($p < 0,05$), Hallux valgus Winkel ($p < 0,01$) und IM Winkel ($p < 0,05$), jeweils gemessen nach Venning & Hardy, nicht jedoch postoperativ und nach der Meßmethode nach Mitchell et al.. Es findet sich auch kein signifikanter Einfluss auf das Gesamtergebnis oder die Gesamtbeweglichkeit.

Erwartungsgemäß hat die präoperative Sesambeinposition einen deutlichen Einfluss auf die postoperative Sesambeinposition. Dies zeigt sich in einer positiven Korrelation nach Pearson von 0,316 ($p < 0,01$), aber auch in einem signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Die Fälle mit einer präoperativen Position schlechter als 5 hatten auch postoperativ eine schlechtere Stellung ($p < 0,01$).

Die postoperative Sesambeinposition wiederum hat unterschiedliche Auswirkungen auf das Ergebnis. So korreliert die Position der Sesambeine nach der Klassifikation von Hardy und Clapham mit dem postoperativen Hallux valgus Winkel (0,349, $p < 0,01$), dem postoperativen PASA (0,371, $p < 0,01$), dem postoperativen Intermetatarsalewinkel I/II (0,300, $p < 0,01$) und der postoperativen Distanz (0,378, $p < 0,01$).

Es lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Patienten mit Scarf und denen mit Scarf und Akin Osteotomie aufzeigen.

3.3.6 Sesambeinposition nach Appel

Bei der Einteilung der Sesambeinposition nach Appel (Wetzel, Appel et al. 1996) zeigte sich die in Abbildung 3.30 dargestellte Verteilung. Man erkennt eine signifikante Veränderung der Klassifikation ($p < 0,01$).

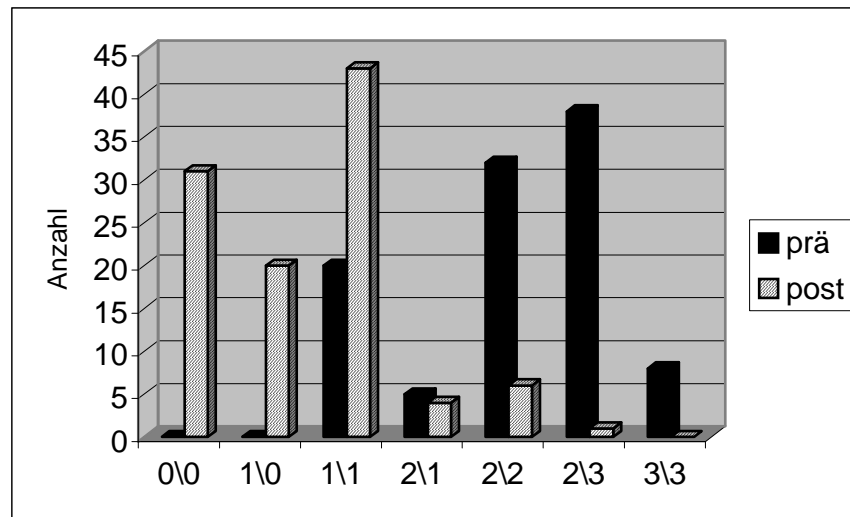


Abb. 3.28: Verteilung der Sesambeinposition in der Klassifikation nach Appel et al.

Betrachtet man nun die Abhängigkeit der verschiedenen Parameter von der präoperativen Sesambeinposition klassifiziert nach der Einteilung von Appel, so ergibt sich für eine Position schlechter als 2\1 ein signifikanter Unterschied. Die Patienten mit einer schlechteren Position ($n = 85$) hatten mit durchschnittlich 34,7 Grad gemessen nach Venning & Hardy beziehungsweise 30,4 Grad gemessen nach Mitchell et al. auch einen größeren Hallux valgus Winkel präoperativ als die Patienten mit besserer Position, die 25,7 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 22,7 Grad (Mitchell et al.) als durchschnittlichen Ausgangswert hatten. Das Signifikanzniveau betrug hier 0,01. Postoperativ erreichen die Patienten mit einer besseren Ausgangsposition ($n = 21$) mit 6,7 Grad auch einen signifikant geringeren Hallux valgus Winkel, die Patienten mit 2\1 und schlechter kamen auf 10,0 Grad ($p < 0,05$).

Ein ähnliches Bild ergibt sich beim PASA. Hier ist der präoperative Wert bei Patienten mit einer besseren Ausgangsposition mit 20,8 Grad (Venning & Hardy) und 17,4 Grad (Mitchell et al.) ebenfalls geringer als in der anderen Gruppe mit 26,8 Grad

(Venning & Hardy) und 21,9 Grad (Mitchell et al.), signifikant bei $p < 0,01$. Auch postoperativ zeigt sich ein auf dem Niveau von 0,05 signifikanter Unterschied. Die Patienten mit besserer Ausgangsklassifikation kamen auf einen PASA von im Durchschnitt 7,0 Grad im Gegensatz zu 9,9 Grad in der zweiten Gruppe.

Für den Intermetatarsalewinkel I/II, die Distanz und die Kongruenz sowie die laterale Inkongruenz findet man dagegen nur präoperativ signifikante Unterschiede ($p < 0,01$), postoperativ lässt sich kein Vorteil darstellen.

Die Patienten mit besserer Ausgangsklassifikation waren im Durchschnitt mit 41,6 Jahren signifikant jünger als die mit schlechterer Sesambeinposition mit 52,1 Jahren.

Für das Gesamtergebnis im Score nach Kitaoka et al. findet man ebenfalls einen Vorteil abhängig von der präoperativen Sesambeinposition. Die Patienten mit einer Klassifikation von 2\1 und schlechter erreichten durchschnittlich 88,6 Punkte, die andere Gruppe dagegen 94,8 Punkte. Dies entspricht einem bei $p = 0,057$ statistisch gerade nicht signifikanten Ergebnis. Für die Gesamtbeweglichkeit zeigt sich aber ein bei $p < 0,01$ statistisch signifikanter Unterschied. Bei besserer Ausgangslage hatten die Patienten eine Gesamtbeweglichkeit von 80,9 Grad, in der anderen Gruppe nur 65,5 Grad.

Nimmt man nun Patienten mit einer präoperativen Klassifikation von 2\2 und schlechter ($n = 80$) und betrachtet die Ergebnisse, so findet man einen ähnlichen Einfluss. Präoperativ bestehen signifikante Unterschiede bei Hallus valgus Winkel (bei beiden Meßmethoden), beim PASA, beim Intermetatarsalewinkel gemessen nach Venning & Hardy, der Distanz und der Kongruenz sowie der lateralen Inkongruenz. Postoperativ findet sich nur beim PASA, bei der Distanz und der Gesamtbeweglichkeit ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$).

Es lässt sich für die präoperative Sesambeinklassifikation nach Appel auch eine entsprechende signifikante positive Korrelation nach Pearson zum präoperativen Hallux valgus Winkel von 0,481 (Venning & Hardy) beziehungsweise 0,465 (Mitchell et al.) nachweisen, nicht jedoch zum postoperativen Winkel. Ähnliches findet man zum PASA mit 0,315 und 0,249 und zum Intermetatarsalewinkel mit 0,332 (Venning

& Hardy), jeweils signifikant bei $p < 0,01$. Weitere Korrelationen finden sich zur Distanz präoperativ (0,413, $p < 0,01$) und postoperativ (0,241, $p < 0,05$) sowie zum Hallux rigidus Stadium (0,292, $p < 0,01$), zur Kongruenz (-0,332, $p < 0,01$), der lateralen Inkongruenz (0,383, $p < 0,01$) und der Gesamtbeweglichkeit (0,256, $p < 0,01$).

Betrachtet man die postoperative Sesambeinklassifikation nach Appel und nimmt die Patienten mit einer Position von 1\1 und besser, so zeigt sich ein signifikanter Unterschied für Hallux valgus Winkel, PASA, Intermetatarsalewinkel und Distanz sowohl prä- als auch postoperativ. Der postoperative Hallux valgus Winkel betrug in der Gruppe mit besserer Sesambeinklassifikation durchschnittlich 7,5 Grad, in der anderen dagegen 11,1 Grad, der PASA 7,1 Grad gegenüber 11,4 Grad und der Intermetatarsalewinkel 3,8 zu 6,4 Grad. Auch die Distanz war mit 5,5 mm gegenüber 8,1 mm in der Gruppe mit schlechterer Klassifikation geringer. Dies entspricht jeweils einem auf dem Niveau von 0,01 signifikanten Unterschied. Bei besserer postoperativer Position findet man auch ein signifikant besseres Hallux rigidus Stadium ($p < 0,01$). Für die Gesamtbeweglichkeit und das Gesamtergebnis im AOFAS Score lässt sich keine signifikante Differenz aufzeigen.

Eine positive Korrelation nach Pearson findet man für die postoperative Klassifikation nach Appel zum Hallux valgus Winkel, zum PASA, zum Intermetatarsalewinkel und zur Distanz, jeweils signifikant auf dem Niveau von 0,01. Auch das Hallux rigidus Stadium korreliert mit der postoperativen Sesambeinklassifikation ($p < 0,05$). Zum Score nach Kitaoka et al. und zur Gesamtbeweglichkeit ist keine Korrelation nachweisbar.

Für die Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie und die mit Kombination Scarf und Akin Osteotomie findet sich dabei kein signifikanter Unterschied.

3.3.7 Kongruenz, laterale und mediale Inkongruenz des MTPG I

Betrachtet man die Kongruenz im Metatarsophalangealgelenk des ersten Strahls präoperativ und postoperativ, so findet man präoperativ ein inkongruentes Gelenk in 78 Prozent (83 Fälle), postoperativ nur noch in 56 Prozent (59 Fälle). Betrachtet man die Veränderung der Kongruenzsituation, so ergibt sich das in Abbildung 3.31 wiedergegebene Bild. Man findet insgesamt eine signifikante Verbesserung der Kongruenzsituation ($p < 0,01$).

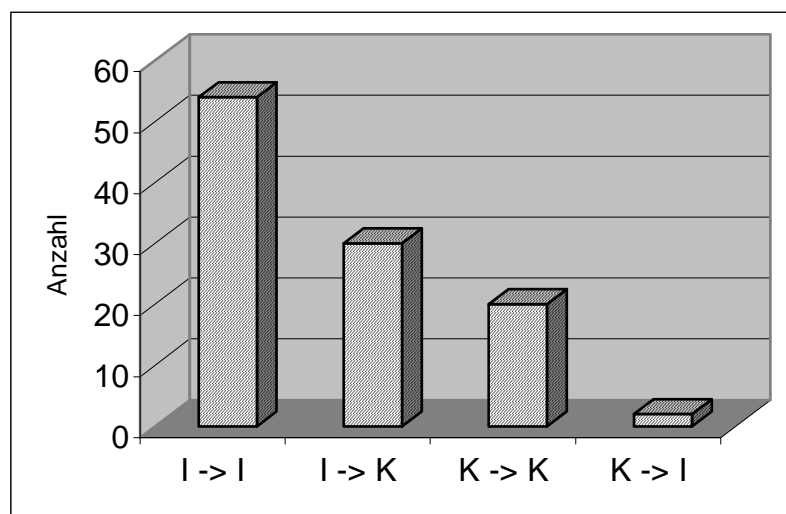


Abb. 3.29: Veränderung der Kongruenz

Betrachtet man die Kongruenzsituation des ersten Metatarsophalangealgelenks, so zeigt sich, dass Patienten mit einem präoperativ kongruenten Gelenk auch einen mit 29,2 Grad (Messung nach Venning & Hardy) beziehungsweise 25,6 Grad (Mitchell et al.) signifikant geringeren Hallux valgus Winkel hatten als Patienten mit einem inkongruenten Gelenk ($p < 0,05$). Diese kamen auf 33,9 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 29,7 Grad (Mitchell et al.). Der postoperative Hallux valgus Winkel unterscheidet sich jedoch nicht statistisch signifikant.

Die Patienten mit einem präoperativ inkongruenten MTPG hatten postoperativ dagegen mit 10,0 Grad einen bei $p < 0,05$ signifikant größeren PASA als die Patienten mit einem kongruenten Großzehengrundgelenk, die auf 6,6 Grad kamen. Dies zeigt sich auch in einer negativen Korrelation nach Pearson mit einem

Korrelationskoeffizienten von $-0,209$ (signifikant bei $p < 0,05$). Für die präoperativen PASA ließ sich ein solcher Unterschied nicht darstellen.

Bei bereits präoperativ kongruenten Gelenken war die Zahl der postoperativ kongruenten MTPG signifikant höher ($p < 0,01$), es findet sich dementsprechend eine positive Korrelation ($0,339$, signifikant bei $p < 0,01$).

Bezüglich der lateralen und medialen Inkongruenz ergab sich jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen Patienten mit präoperativ inkongruenten und kongruenten Grundgelenken.

Vergleicht man die Ergebnisse im Score nach Kitaoka et al. miteinander, so ergeben sich signifikante Unterschiede für die Belastungseinschränkung ($p < 0,05$), die getragenen Schuhe und die MTPG – Beweglichkeit ($p < 0,01$), nicht jedoch für die restlichen Kriterien, insbesondere für Schmerz und Stellung des Hallux. Der Unterschied im Gesamtergebnis des Scores ist bei $p = 0,081$ ebenfalls nicht statistisch signifikant.

Bei der Beweglichkeit hingegen zeigen sich deutliche Differenzen zwischen den beiden Gruppen. Die Patienten mit präoperativ kongruentem Gelenk erreichten eine Gesamtbeweglichkeit von 82 Grad gegenüber 65 Grad bei präoperativ inkongruentem Gelenk. Dies entspricht einer Signifikanz auf dem Niveau von $0,01$. Auch hier ist der Unterschied in der Dorsalextension mit 61 Grad bei den präoperativ kongruenten Patienten gegenüber den inkongruenten mit 50 Grad ($p < 0,01$) deutlicher als bei der Plantarflexion mit 21 Grad zu 15 Grad ($p < 0,05$). Es lässt sich auch eine statistisch bei $p < 0,01$ signifikante positive Korrelation zur Dorsalextension ($0,294$), Plantarflexion ($0,261$) und zur Gesamtbeweglichkeit ($0,332$) darstellen.

Betrachtet man die postoperative Kongruenzsituation, so findet man keine signifikanten Unterschiede für Hallux valgus Winkel und Intermetatarsalewinkel I/II. Bezüglich des postoperativen PASA ergibt sich für die Patienten mit einem postoperativ kongruenten MTPG ein Winkel von im Mittel $7,0$ Grad, für die Patienten mit inkongruentem Gelenk hingegen $11,2$ Grad (signifikant bei $p < 0,01$). Hier zeigt sich auch eine positive Korrelation ($0,321$, signifikant bei $p < 0,01$).

Auch für die postoperative Distanz ließ sich eine signifikante Differenz zwischen den beiden Gruppen darstellen. Patienten mit postoperativ kongruentem Gelenk hatten eine Distanz zwischen den ersten beiden Metatarsale von im Mittel 6,1 mm, Patienten mit inkongruentem MTPG hingegen 7,5 mm, was einer Signifikanz auf dem Niveau von 0,05 entspricht. Das entspricht einer positiven Korrelation von 0,247 ($p < 0,05$).

Bezüglich der Sesambeinposition nach der medialen Sesambeinklassifikation erreichten Patienten mit einem kongruenten Grundgelenk ebenfalls eine signifikant bessere Position ($p < 0,01$), was sich auch in einer negativen Korrelation nach Pearson ausdrückt (- 0,247 , $p < 0,05$).

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Betrachtung des postoperativen Metatarsaleauftrittswinkels im seitlichen Strahlengang, auch hier zeigt sich ein Unterschied zwischen Patienten mit kongruentem (18,7 Grad) und inkongruentem Gelenk (16,7 Grad, $p < 0,05$) und eine positive Korrelation (0,240 , $p < 0,05$). Präoperativ besteht ein derartiger Unterschied nicht. Dies bedeutet, dass Patienten mit einem inkongruenten MTPG eher einen geringeren Auftrittswinkel haben.

Für das Ergebnis im AOFAS Score nach Kitaoka et al. kann man keine statistisch signifikanten Unterschiede darstellen.

Bei der Gesamtbeweglichkeit schneiden Patienten mit postoperativ kongruentem MTPG mit 74 Grad gegenüber 65 Grad bei inkongruentem MTPG statistisch bei $p < 0,05$ signifikant besser ab und man findet eine positive Korrelation (0,208, $p < 0,05$).

Bei der Untersuchung des Einflusses der präoperativen lateralen und medialen Inkongruenz auf das Ergebnis zeigte sich, dass Patienten mit einer präoperativen lateralen Inkongruenz von mehr als 3 mm postoperativ eine signifikant schlechtere Beweglichkeit aufwiesen als Patienten mit einer geringeren lateralen Inkongruenz ($p < 0,01$). Die Werte sind Tabelle 4.7 zu entnehmen. Es findet sich auch eine negative Korrelation nach Pearson von - 0,262 (signifikant bei $p < 0,05$), besonders bezogen auf die Dorsalextension (- 0,324, $p < 0,01$).

	Lat. Inkongruenz \geq 3 mm	Lat. Inkongruenz < 3 mm
Plantarflexion**	15,6	19,8
Dorsalextension*	49,8	58,5
Gesamt*	65,5	78,3

* signifikant bei $p < 0,01$

** signifikant bei $p < 0,05$

Tab. 3.6: Abhängigkeit der Beweglichkeit (in Grad) von der Valgisierung

Auch bei der Untersuchung des Scores der AOFAS findet man ein statistisch signifikant besseres Abschneiden der Patienten mit geringerer Valgisierung. Diese erreichen eine Punktzahl von durchschnittlich 94,2, während die andere Gruppe nur auf einen Mittelwert von 88,7 kommt. Das Signifikanzniveau beträgt hier $p < 0,05$. Zusätzlich findet man auch hier eine negative Korrelation mit einem Korrelationskoeffizienten von $-0,229$ ($p < 0,05$).

Bei der Betrachtung der radiologischen Kriterien findet man, dass Patienten mit präoperativer lateralen Inkongruenz von mehr als 3 mm auch einen deutlich größeren präoperativen Hallux valgus Winkel (34,9 Grad zu 25,6 Grad gemessen nach Venning & Hardy bzw. 31,0 Grad zu 21,7 Grad nach Mitchell et al., signifikant bei $p < 0,01$) und PASA (27,2 Grad zu 20,5 Grad bzw. 22,6 Grad zu 16,5 Grad, signifikant bei $p < 0,01$) haben als Patienten mit einer geringeren lateralen Inkongruenz. Hier zeigt sich auch eine positive Korrelation von 0,703 zum Hallux valgus Winkel gemessen nach Venning & Hardy beziehungsweise 0,709 gemessen nach Mitchell et al. und 0,708 zum PASA gemessen nach Venning & Hardy beziehungsweise 0,642 gemessen nach Mitchell et al. Das Signifikanzniveau beträgt 0,01.

Auch für die Sesambeinposition ergeben sich bei $p < 0,05$ signifikante Differenzen. Es lässt sich eine Korrelation von 0,347 aufzeigen ($p < 0,01$). Bezüglich des Intermetatarsalewinkels und der Distanz findet man keine signifikanten Unterschiede.

Die postoperativen Parameter weisen ebenfalls Differenzen auf. So findet man bei den Patienten mit einer präoperativen lateralen Inkongruenz von mehr als 3 mm postoperativ einen mit 9,8 Grad zu 8,3 Grad nicht statistisch signifikant größeren Hallux valgus Winkel, aber einen deutlich größeren PASA (10,1 Grad zu 5,9 Grad, signifikant bei $p < 0,01$) als bei Patienten mit einer kleineren lateralen Abweichung. Für den PASA ergibt sich auch eine positive Korrelation von 0,325 ($p < 0,01$).

Der Unterschied beim Intermetatarsalewinkel beträgt 5,0 Grad zu 5,9 Grad bei den Patienten mit geringerer Lateralisation.

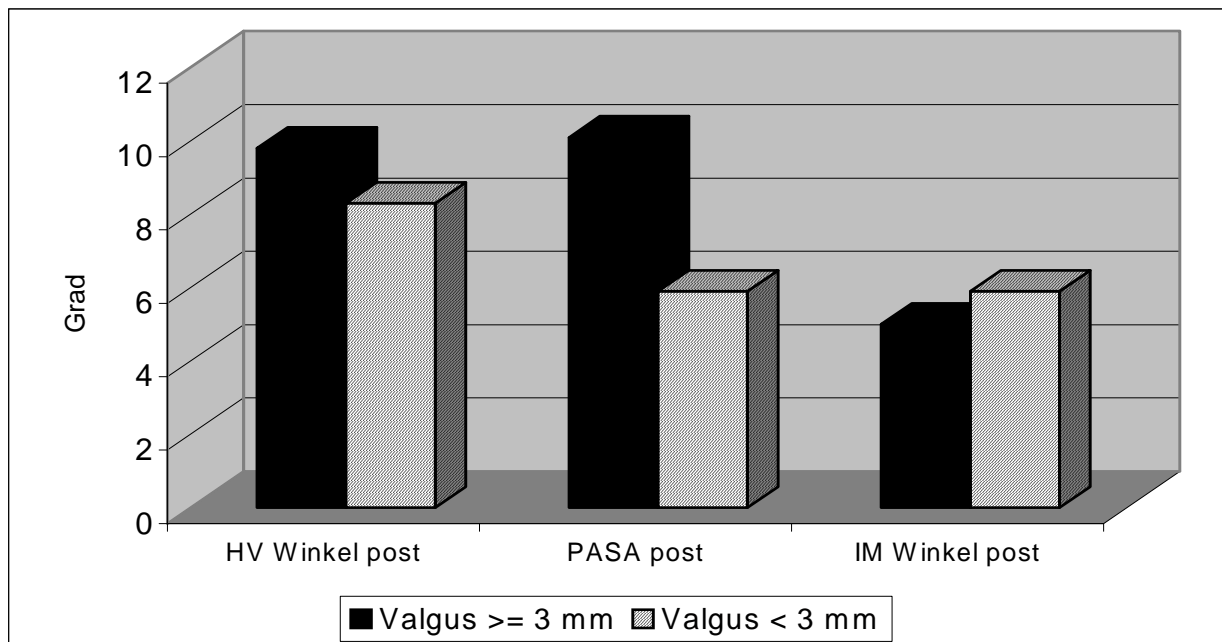


Abb. 3.30: Winkel in Abhängigkeit von der lateralen Inkongruenz

Bei der Untersuchung der Distanz ergaben sich mit 6,9 mm (mehr als 3 mm) und 6,3 mm (weniger als 3 mm) nur geringe nicht signifikante Differenzen.

Auch die postoperative laterale Inkongruenz war mit 0,27 (≥ 3 mm) zu 0,23 (< 3 mm) nicht signifikant unterschiedlich, so dass also eine größere präoperative laterale

Inkongruenz nicht auch eine größere postoperative laterale Inkongruenz zur Folge hat.

Eine präoperative Varusstellung mit Verschiebung um mehr als 3 mm fand sich bei keinem der Patienten.

Nimmt man nun die Patienten, die postoperativ eine laterale Verschiebung der Grundphalanx von mehr als 3 mm im Sinne eines Hallux valgus Rezidiv haben, so findet man klinisch auch eine schlechtere Gesamtbeweglichkeit von im Mittel 62,9 Grad, was hauptsächlich auf einer schlechteren Dorsalextension (45,7 Grad) beruht, es ergibt sich jedoch keine statistische Signifikanz. Die Patienten mit geringerer postoperativer lateraler Inkongruenz erreichen eine Gesamtbeweglichkeit von 70,2 Grad bei einer durchschnittlichen Dorsalextension von 53,1 Grad. Die Plantarflexion ist in beiden Gruppen dagegen annähernd gleich (17,1 Grad bei mehr als 3 mm lat. Inkongruenz zu 17,0 Grad bei geringerer lateraler Fehlstellung).

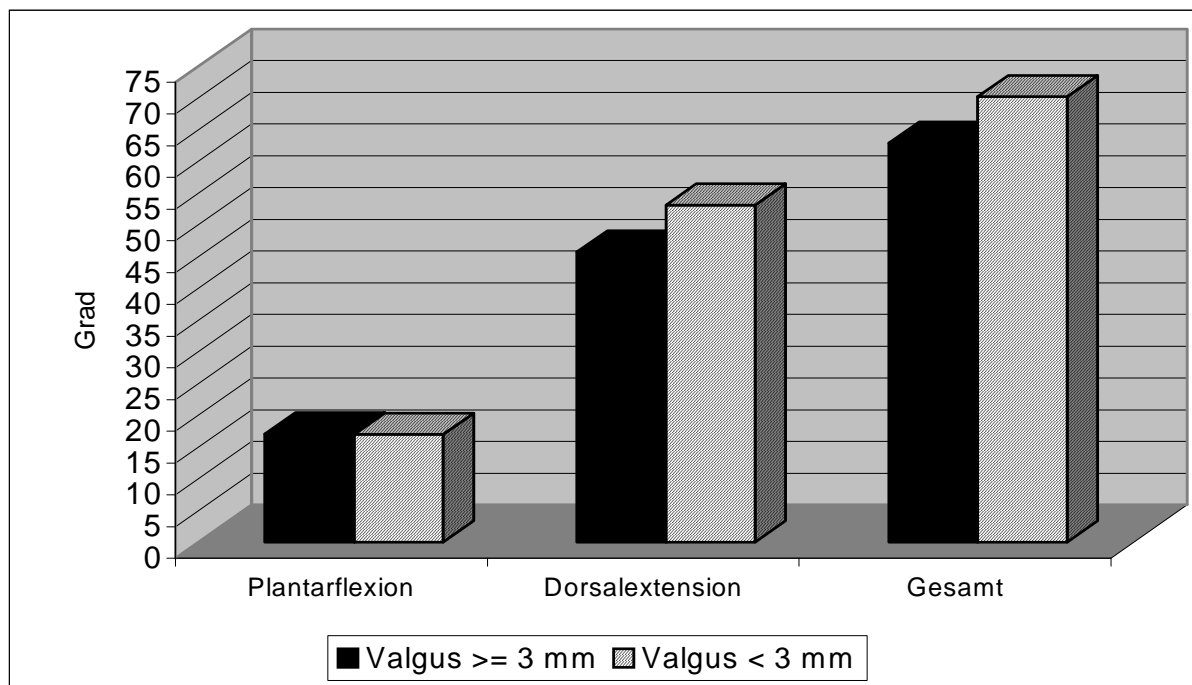


Abb. 3.31: Die Beweglichkeit in Abhängigkeit der postoperativen lat. Inkongruenz

Das Ergebnis im Score nach Kitaoka et al. war in der Gruppe über 3 mm laterale Inkongruenz mit im Schnitt 90,3 Punkten ebenfalls schlechter als in der Gruppe mit weniger als 3 mm, die auf einen Punktwert von 95,1 kamen. Auch hier ergibt sich keine statistische Signifikanz.

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Betrachtung der radiologischen Kriterien. Der Hallux valgus Winkel betrug postoperativ in der Gruppe mit einem Hallux valgus Rezidiv (über 3 mm Verschiebung) im Durchschnitt 11,7 Grad, in der anderen Gruppe dagegen 9,4 Grad.

Ein deutlicherer Unterschied findet sich beim PASA, bei dem die erste Gruppe auf einen Winkel von 16,0 Grad kommt, diejenigen mit geringerer Verschiebung auf 8,6 Grad. Dies entspricht einem Signifikanzniveau von 0,01.

Die postoperative Distanz ist in der Gruppe mit über 3 mm Verschiebung mit 10,0 mm ebenfalls größer als in der anderen Gruppe, bei der sich ein Mittelwert von 6,7 mm findet ($p = 0,06$).

Bei Patienten mit einer ausgeprägteren Inkongruenz findet man auch eine größere, aber nicht signifikante postoperative Verkürzung beim Metatarsaleindex, nämlich eine Index Minus Variante mit Verkürzung um 3,0 mm gegenüber 1,3 mm im anderen Patientenkollektiv.

20 Fälle hatten postoperativ eine mediale Inkongruenz, davon 5 Fälle über 2 mm und 4 Fälle über 3 mm mediale Verschiebung der Grundphalanx.

Die Patienten mit einer medialen Inkongruenz von mehr als 2 mm ($N = 5$) erreichten postoperativ eine durchschnittliche Beweglichkeit von 61,0 Grad (Minimum 50, Maximum 90, Median 55), mit einer Dorsalextension von 47,0 Grad (Minimum 40, Maximum 70, Median 40) und einer Plantarflexion von 14,0 Grad (Minimum 10, Maximum 20, Median 10).

Der AOFAS – Score betrug im Mittel 86,6, mit einem Minimum von 67, einem Maximum von 100 und einem Median von 88.

Bei den radiologischen Parametern fand sich ein durchschnittlicher Hallux valgus Winkel von 10,8 Grad, ein PASA von 7,8 Grad, ein IM Winkel von 5,8 Grad, eine Distanz von 6,6 mm und ein Metatarsaleindex von – 0,6.

Die Fälle mit einer medialen Inkongruenz von 3 mm und mehr (N = 4) erreichten eine Gesamtbeweglichkeit von 62,5 Grad.

Der AOFAS Score betrug im Durchschnitt 92,0.

Die radiologischen Messwerte sind in Tabelle 3.7 wiedergegeben.

	Med. Inkongruenz ≥ 3 mm	
HV Winkel	4	Grad
IM Winkel	6,25	Grad
PASA	13,5	Grad
Distanz	7,75	mm
MT Index	-2,75	mm

Tab. 3.7: Patienten mit mehr als 3 mm med. Inkongruenz postoperativ

Insgesamt findet man eine signifikante Veränderung der lateralen Inkongruenz von prä- nach postoperativ ($p < 0,01$).

Bei der Betrachtung der Kongruenz des Metatarsophalangealgelenkes bei Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie zeigte sich eine deutliche Besserung postoperativ mit mehr kongruenten Gelenken als präoperativ.

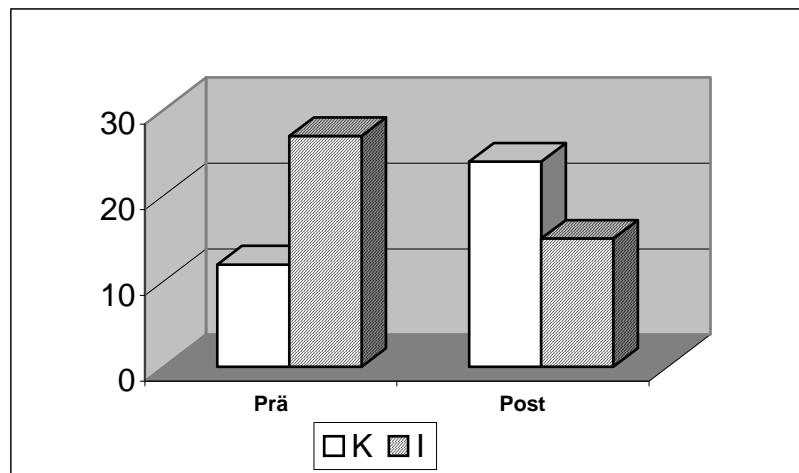


Abb. 3.32: Kongruenz des Metatarsophalangealgelenks bei alleinigem Scarf

Bei der Veränderung der Kongruenzsituation zeigten sich eine Verbesserung von inkongruent zu kongruent in 36 % (14 Fälle, I -> K), ein unverändert inkongruentes Gelenk in 33,3 % (13 Fälle, I -> I) und ein unverändert kongruentes Gelenk in 26 % (10 Fälle, K -> K). In 5 % (2 Fälle, K -> I) kam es zu einer Veränderung vom kongruenten Gelenk hin zum inkongruentem Gelenk (Abbildung 3.35).

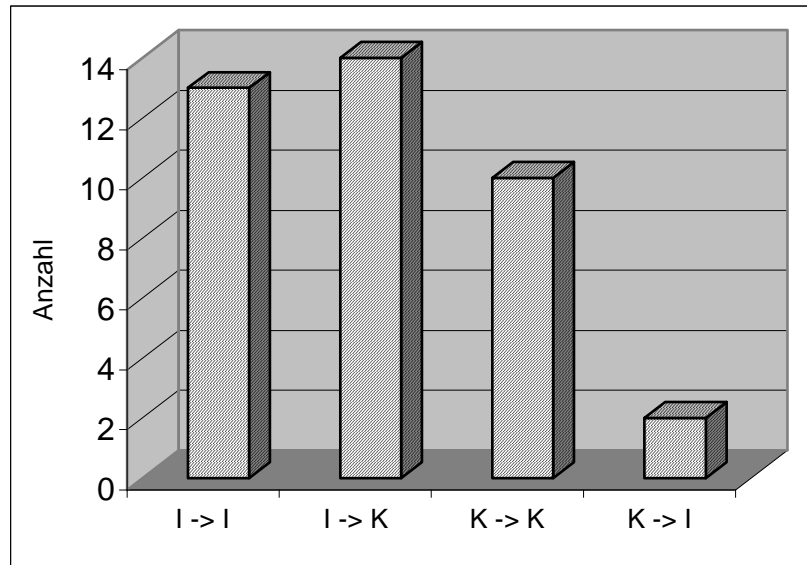


Abb. 3.33: Veränderung der Kongruenz am Metatarsophalangealgelenk bei alleinigem Scarf

Betrachtet man die Kongruenzsituation hingegen bei den Patienten mit Scarf und Akin Osteotomie, so ergeben sich präoperativ 85 Prozent inkongruente Gelenke, postoperativ 66 Prozent. Dabei blieben 62 Prozent inkongruent, 23 Prozent wurden kongruent, 11 Prozent blieben kongruent und 4 Prozent zunächst kongruente wurden inkongruent.

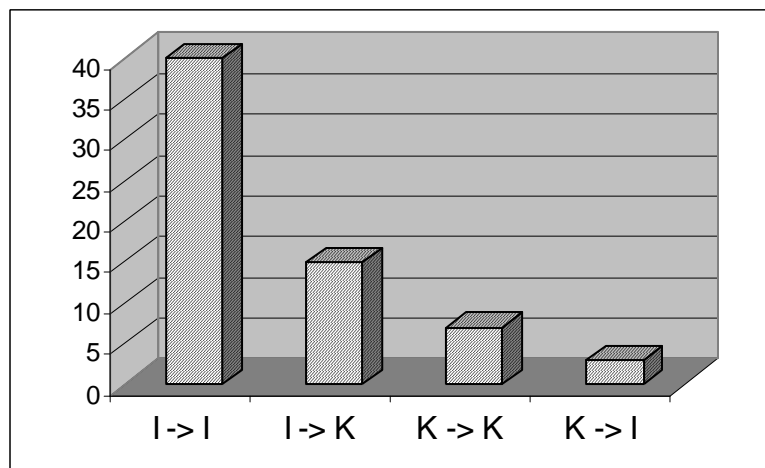


Abb. 3.34: Kongruenzentwicklung bei Scarf/Akin.

Vergleicht man nun die Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie mit denen mit kombinierter Scarf und Akin Osteotomie, so findet man keine signifikanten

Unterschiede bezüglich der prä- und postoperativen Kongruenzsituation. Betrachtet man aber die laterale Inkongruenz, so findet man eine bei $p < 0,05$ signifikante Differenz. Die Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie hatten eine Valgsierung von $-0,1$ mm, was einer minimalsten Varisierung entspricht, wohingegen die Patienten mit Scarf und Akin Osteotomie eine Valgsierung von $0,7$ mm hatten.

3.3.8 Metatarsaleindex

Die Verkürzung des ersten Metatarsale gegenüber dem MT II betrug präoperativ durchschnittlich 1,5 mm, postoperativ 1,2 mm. Dabei wurde der Metatarsaleindex durchschnittlich um $-0,2$ mm verändert.

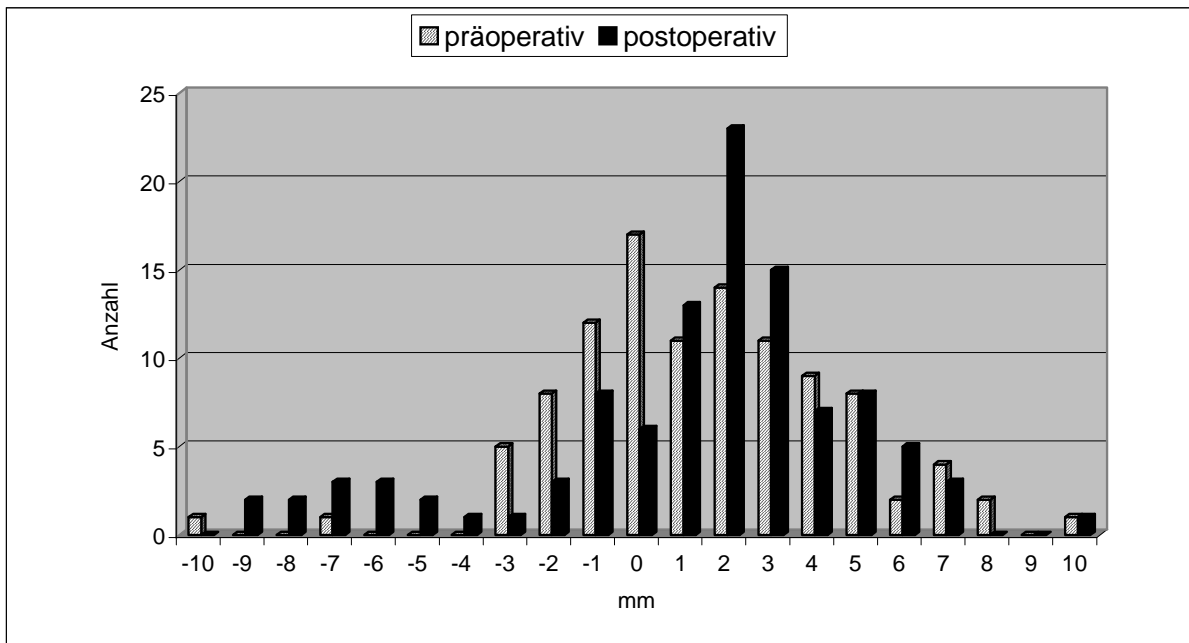


Abb. 3.35: Verteilung des Metatarsaleindex

Bei Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie findet man präoperativ einen Metatarsaleindex mit einer Verkürzung von durchschnittlich 1,5 mm, postoperativ hingegen von 2,0 mm.

Für die Patienten mit kombinierter Scarf und Akin Osteotomie findet sich beim Metatarsaleindex präoperativ eine Verkürzung von 1,3 mm, postoperativ von 0,7 mm.

Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen fand sich nicht.

3.3.9 Distanz Metatarsale I/II

Die Untersuchung der Distanz ergab präoperativ einen Wert von durchschnittlich 11,8 mm (Minimum 7, Maximum 17, Median 12), postoperativ 6,8 mm (Minimum 1, Maximum 17, Median 7). Es wurde eine durchschnittlich Reduktion der Distanz um 5,0 mm festgestellt. Dies entspricht einer signifikanten Veränderung ($p < 0,01$).

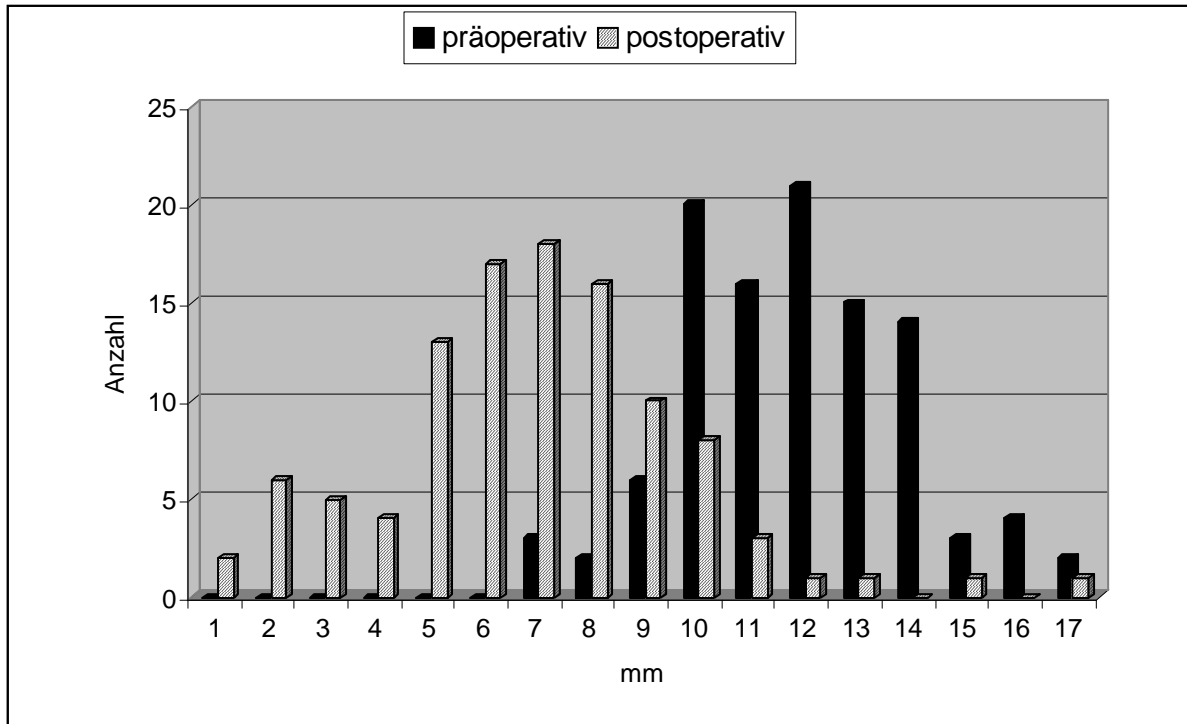


Abb. 3.36: Verteilung der Distanz

Bei der Untersuchung der Abhängigkeit der Resultate von der Distanz zwischen dem ersten und zweiten Metatarsale wurde eine Einteilung in Gruppen mit einer postoperativen Distanz von mehr und weniger als 5 mm gewählt.

Klinisch hatten die Patienten mit einer Distanz über 5 mm mit 68,1 Grad eine etwas schlechtere Beweglichkeit als die Patienten in der anderen Gruppe, die auf eine durchschnittliche Beweglichkeit von 72,6 Grad kamen (nicht signifikant).

Bei der Betrachtung des Scores der AOFAS schnitten die Patienten mit geringerer postoperativer Distanz dagegen nur geringfügig und nicht signifikant schlechter ab.

Sie erreichten eine Punktzahl von im Mittel 88,4, während die Patienten mit größerer Distanz nur 90,6 Punkte erzielten.

Radiologisch zeigte sich, dass die Patienten mit einer postoperativen Distanz von mehr als 5 mm auch einen mit 10,2 Grad deutlich signifikant größeren PASA hatten, als die Patienten mit einer geringeren Distanz, die auf einen Wert von 4,6 Grad kamen ($p < 0,01$), was sich auch in einer signifikanten positiven Korrelation zeigt (0,487, $p < 0,01$).

Ein ähnliches, jedoch nicht statistisch signifikantes Resultat ergab sich beim postoperativen Hallux valgus Winkel, bei dem sich in der Gruppe mit der größeren Distanz ein durchschnittlicher Winkel von 9,9 Grad im Gegensatz zu 6,4 Grad in der Gruppe mit der kleineren Distanz messen ließ. Es lässt sich aber eine signifikante positive Korrelation von 0,359 aufzeigen ($p < 0,01$).

Der Intermetatarsalewinkel I/II betrug in der ersten Gruppe 5,6 Grad, bei den Patienten mit einer Distanz unter 5 mm 3,0 Grad (signifikant bei $p < 0,01$), er korreliert signifikant mit der Distanz (Korrelationskoeffizient 0,615 bei $p < 0,01$).

Auch bei der Betrachtung des Metatarsaleindex ergab sich ein geringer nicht signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Es stellte sich heraus, daß bei Patienten mit einer Distanz von mehr als 5 mm einen postoperativen Metatarsaleindex von + 1,5 vorlag, bei Patienten mit geringerer Distanz wurde eine Verkürzung von + 0,1 gemessen. Dabei zeigte sich für den präoperativen Metatarsaleindex ein ähnliches Ergebnis, das heißt Patienten mit einer größeren postoperativen Distanz hatten sowohl präoperativ als auch postoperativ eine größere Verkürzung beim Metatarsaleindex (jedoch nicht statistisch signifikant).

Für die laterale und mediale Inkongruenz ergab sich bei Patienten mit einer Distanz über 5 mm eine Valgusstellung von 0,5 mm, dagegen findet man bei Patienten unter 5 mm postoperative Distanz eine Varus - Verschiebung von 0,5 mm. Dies entspricht einem auf dem Niveau von 0,01 signifikanten Unterschied. Es findet sich auch eine positive Korrelation nach Pearson (Korrelationskoeffizient 0,324, $p < 0,01$).

Weiterhin ergibt sich eine positive Korrelation der Distanz zwischen den ersten beiden Metatarsale und der Sesambeinposition mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,378 ($p < 0,01$) bezogen auf die mediale Sesambeinklassifikation und 0,241 bezogen auf die Klassifikation nach Appel, statistisch signifikant auf dem Niveau von 0,05.

Bei der präoperativen Distanz fanden sich nur geringe, nicht signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Die Gruppe mit einer postoperativen Distanz von mehr als 5 mm wies im Mittel präoperativ eine Distanz von 12,0 mm auf, die Gruppe mit der kleineren postoperativen Distanz 11,1 mm.

Die Distanz zwischen dem ersten und zweiten Metatarsale bei den Patienten, bei denen nur eine Scarf Osteotomie durchgeführt wurde, betrug im Mittel präoperativ 11,8 mm (7 mm – 17 mm), postoperativ 6,3 mm (1 mm – 13 mm). Die Reduktion der Distanz war 5,5 mm (0 mm – 12 mm).

Die Distanz zwischen dem ersten und zweiten Metatarsale betrug hingegen bei Patienten mit kombinierter Scarf und Akin Osteotomie präoperativ 11,8 mm (Minimum 7, Maximum 17, Median 12), postoperativ 7,2 mm (Minimum 1, Maximum 17, Median 12). Damit ergibt sich eine mittlere Distanzreduktion von 4,7 mm (Minimum –1, Maximum 11, Median 5).

Dies entspricht jedoch keinem signifikanten Unterschied zwischen den Patienten mit Scarf und denen mit Scarf und Akin Osteotomie.

3.3.10 Metatarsaleauftrittswinkel

Der Metatarsaleauftrittswinkel betrug im Durchschnitt präoperativ 18,3 Grad (Minimum 10, Maximum 24) und postoperativ 17,6 Grad (Minimum 8, Maximum 28). Dies entspricht einer signifikanten Veränderung ($p < 0,05$) von durchschnittlich 0,8 Grad Winkelreduktion.

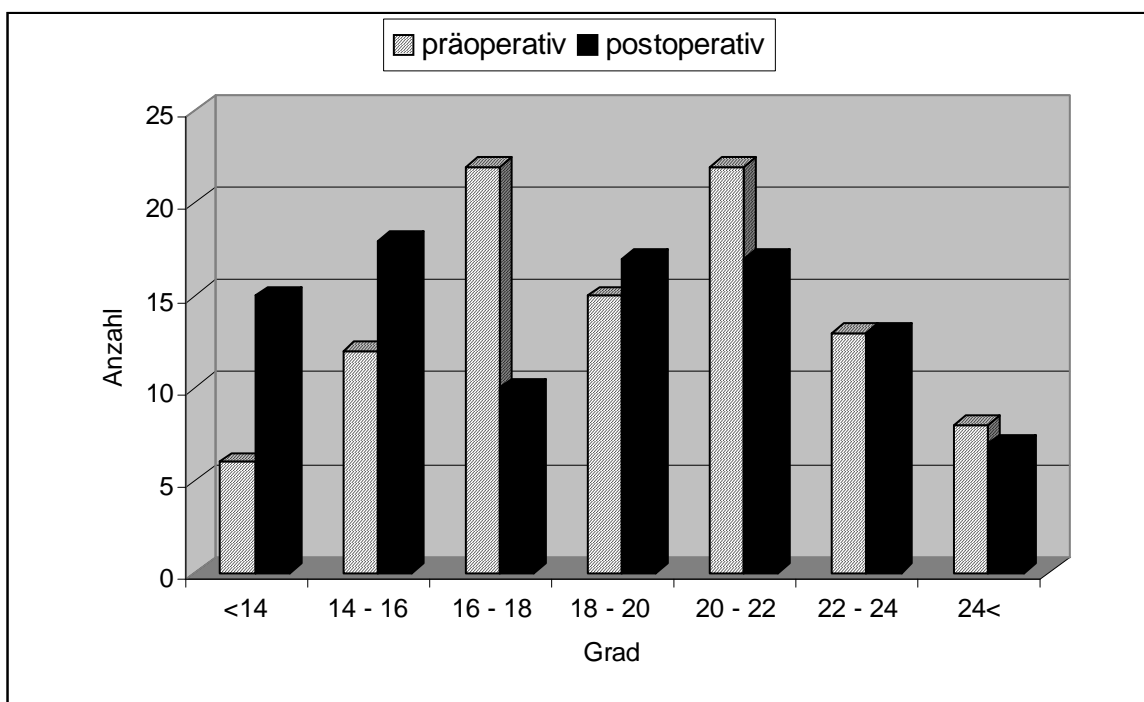


Abb. 3.37: Verteilung des Metatarsaleauftrittswinkels

Bei Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie war er präoperativ und postoperativ nahezu identisch (18,8 und 18,7 Grad). Bei den Patienten mit kombinierter Scarf und Akin Osteotomie war der Metatarsaleauftrittswinkel präoperativ 17,9 Grad und postoperativ 16,9 Grad. Dies entspricht einer bei $p < 0,05$ signifikanten Differenz zwischen den beiden Gruppen für den postoperativen Winkel.

3.3.11 Metatarsale I/II Elevationswinkel

Der durchschnittliche Winkel zwischen den ersten beiden Metatarsalen in der seitlichen Röntgenaufnahme betrug präoperativ 4,7 Grad (Minimum 0, Maximum 12, Median 4) und postoperativ 5,2 Grad (Minimum 0, Maximum 15, Median 4,5), die durchschnittliche Winkelreduktion – 0,1 Grad.

Vergleicht man die Patienten mit einer Vergrößerung des Winkels mit denen mit einer Verkleinerung, so findet man keine signifikanten Unterschiede. Erst ab einer Verkleinerung von mehr als 2 Grad lassen sich Differenzen darstellen.

Bei einer Winkelreduktion des Metatarsale I/II Elevationswinkels über 2 Grad findet sich ein signifikanter Unterschied für die Reduktion des Hallux valgus Winkels von 15,4 Grad gegenüber 20,5 Grad bei einer Reduktion von weniger als 2 Grad (signifikant bei $p < 0,01$).

Die Patienten mit einer Reduktion über 2 Grad erzielen im Gesamtergebnis des Score nach Kitaoka et al. ein signifikant höheres Resultat von 93,5 Punkten im Gegensatz zu 87,6 Punkten in der anderen Gruppe.

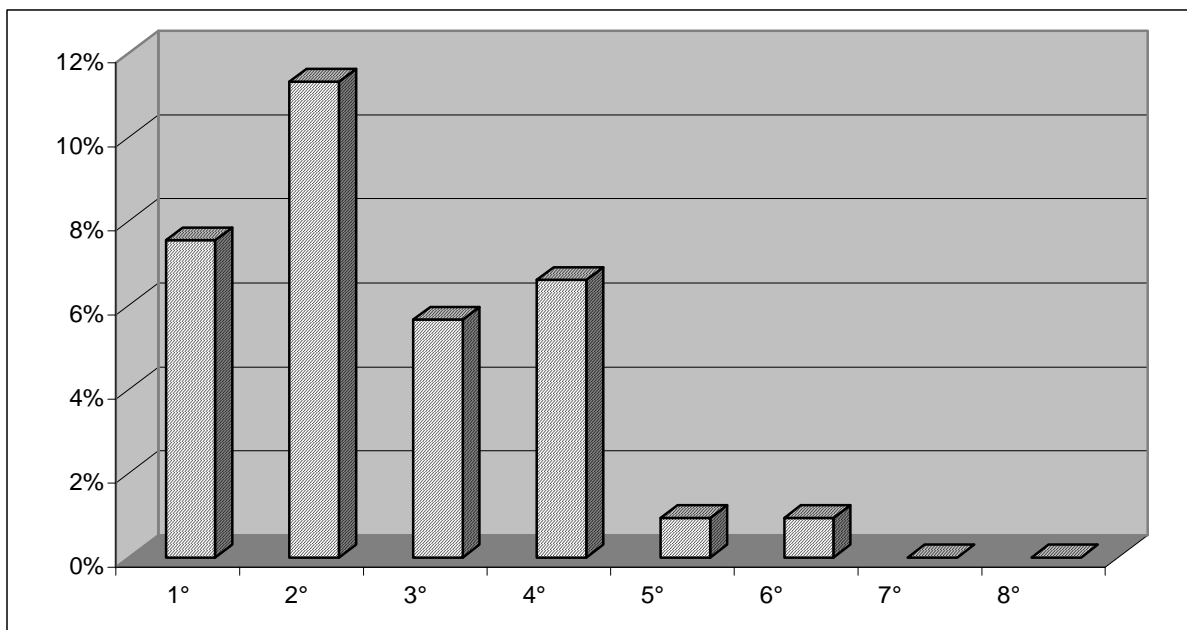


Abb. 3.38: Verteilung der Verkleinerung des MT I/II Elevationswinkels

Patienten mit einer Vergrößerung des MT I/II Elevationswinkels von mehr als 2 Grad erzielen keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse bezüglich der anderen Winkel, der Beweglichkeit oder des AOFAS Scores.

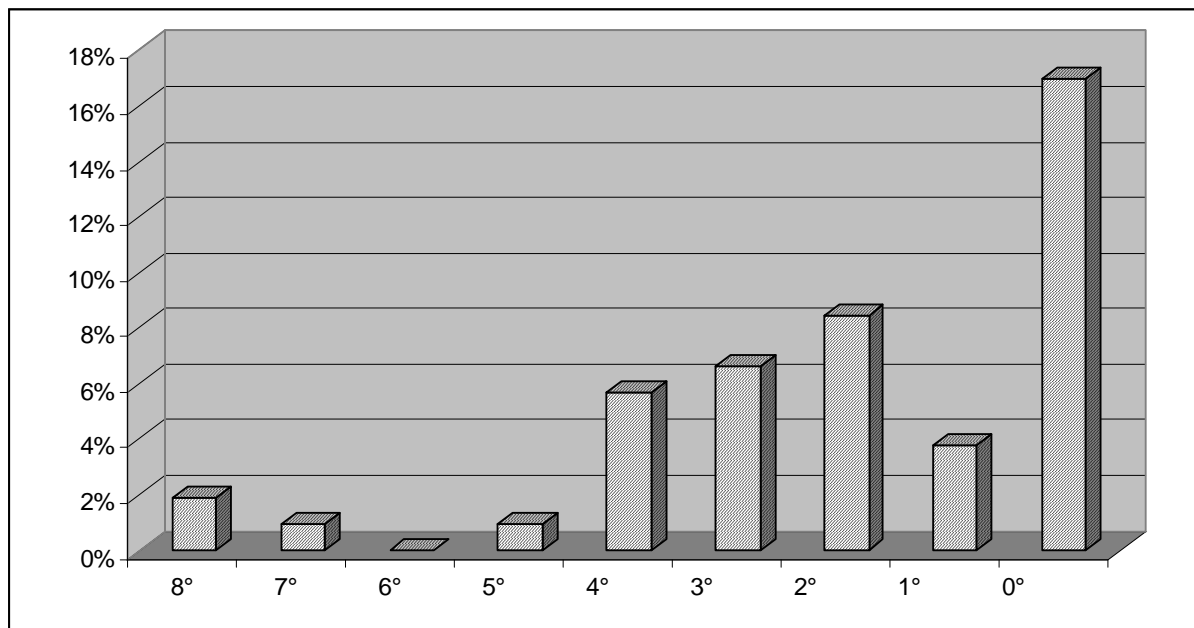


Abb. 3.39: Verteilung der Vergrößerung des MT I/II Elevationswinkels

Ein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten mit Scarf Osteotomie, die prä- und postoperativ einen Winkel von 4,7 Grad hatten und den Patienten mit Scarf und Akin Osteotomie, die präoperativ ebenfalls 4,7 Grad und postoperativ 5,4 Grad hatten, zeigte sich nicht.

3.3.12 Hallux rigidus Stadium

Bei den untersuchten Patienten befanden sich die meisten Patienten im Stadium I, also ohne radiologische Veränderungen, nämlich 80,2 Prozent ($n = 85$), im Stadium II 18,9 Prozent ($n = 20$) und im Stadium III 0,9 Prozent ($n = 1$).

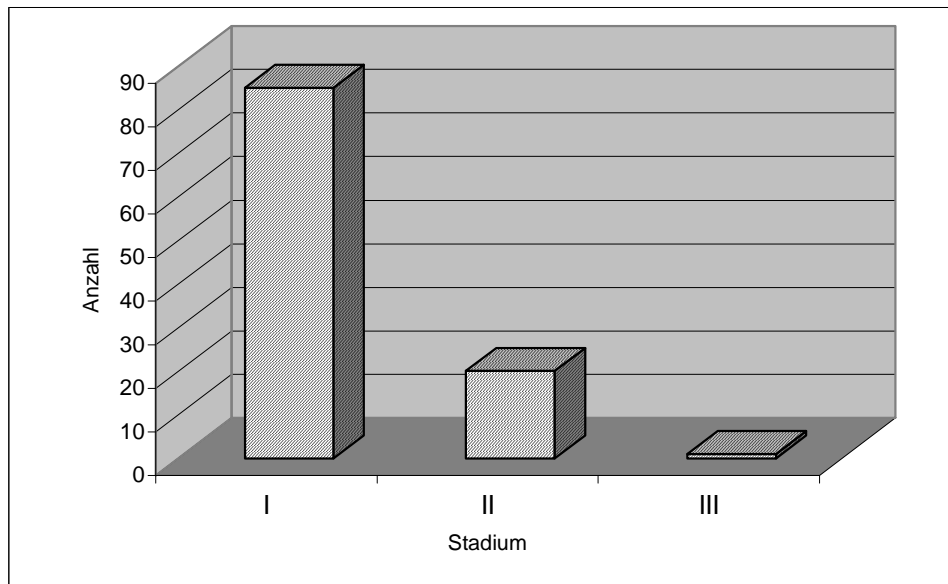


Abb. 3.40: Verteilung des Hallux rigidus Stadiums

Die Patienten, die sich im Stadium II befanden hatten im Vergleich mit denen im Stadium I hatten präoperativ signifikant größere Ausgangswinkel beim Hallux valgus Winkel und beim PASA. Der Hallux valgus Winkel betrug präoperativ bei Patienten mit Stadium II durchschnittlich 40,2 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 35,6 Grad (Mitchell et al.) im Gegensatz zu 30,8 Grad (Venning & Hardy) und 27,0 Grad (Mitchell et al.). Dies entspricht einer bei $p < 0,01$ signifikanten Differenz. Der PASA betrug 32,1 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 25,1 Grad (Mitchell et al.) zu 23,9 Grad (signifikant bei $p < 0,01$) und 19,9 Grad ($p = 0,059$). Es zeigt sich eine signifikante positive Korrelation nach Pearson zu Hallux valgus Winkel und PASA.

Einen auf dem Niveau von 0,05 signifikanten Unterschied findet man für die präoperative Distanz und die prä- und postoperative Sesambeinposition. Die laterale Inkongruenz präoperativ ist ebenfalls signifikant höher ($p < 0,01$). Man kann auch eine signifikante positive Korrelation zu diesen Parametern aufzeigen.

Die Patienten im Stadium II sind außerdem signifikant älter (57,8 gegenüber 48,8 Jahre, $p < 0,01$) und erreichen mit 80,7 Punkten im Score nach Kitaoka et al. einen signifikant niedrigeren Wert als die Patienten im Stadium I mit 92,2 Punkten ($p < 0,05$), wobei vor allem im Bereich Schmerz ein signifikant schlechteres Ergebnis erzielt wird. Es lässt sich hier auch eine bei $p < 0,01$ signifikante negative Korrelation nach Pearson zwischen Hallux rigidus Stadium und Gesamtscore ($- 0,333$) sowie Schmerz ($- 0,270$), Belastungseinschränkungen ($- 0,293$) aufzeigen. Zum Alter besteht eine positive Korrelation ($0,322$).

Bei der Klassifikation des beteiligten Hallux rigidus befanden sich die Mehrzahl der Patienten mit alleiniger Scarf Osteotomie im Stadium I, wie auch Abb. 3.43 zu entnehmen ist.

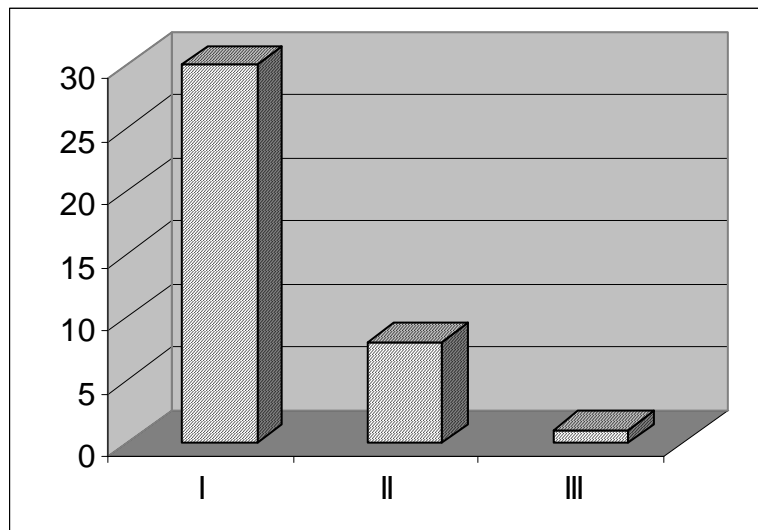


Abb. 3.41: Hallux rigidus Stadium bei alleinigem Scarf

Bei den Patienten mit kombinierter Scarf und Akin Osteotomie befanden sich ebenfalls die meisten im Hallux rigidus Stadium I, die genaue Verteilung kann Abbildung 3.44 entnommen werden.

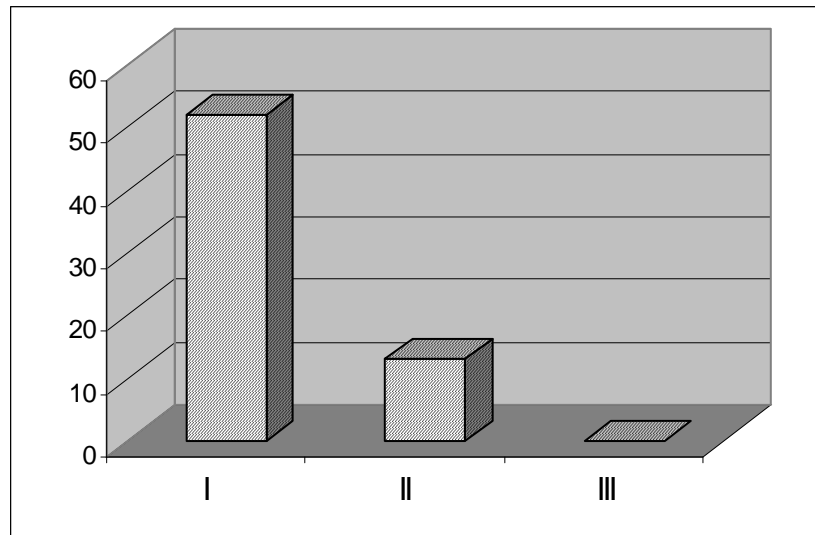


Abb. 3.42: Verteilung des Hallux rigidus Stadiums bei Scarf /Akin

3.4 Komplikationen

Von den 106 nachuntersuchten Fällen kam es in 27 Fällen (25,5 %) zum Auftreten von Komplikationen unterschiedlicher Art inklusive Hallux valgus Rezidiv und Hallux varus. Ohne diese beiden Kriterien traten in 17 Fällen (16%) unerwünschte Ereignisse ein.

Bei keinem der nachuntersuchten Patienten kam es zu einer Fraktur oder zu einer Dislokation der beiden Knochenfragmente.

Auch eine distale Auswanderung des Osteosynthesematerials wurde nicht beobachtet. In einem Fall kam es zu einem Auswandern eines proximalen Kirschner-Drahtes, so dass dieser entfernt werden musste.

Eine partielle Nekrose des Metatarsale I Köpfchens wurde in drei Fällen gefunden (2,8%).

Bei einer Patientin zeigte sich dabei eine mediale partielle Köpfchennekrose. Der Score nach Kitaoka et al. betrug in diesem Fall 67 Punkte, wobei die Patientin übermäßige, aber täglich vorhandene Schmerzen klagte (20 Punkte). Zusätzlich gab sie auch eine Einschränkung der Belastbarkeit bei den täglichen Aktivitäten und den Freizeitaktivitäten an (4 Punkte). Die Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk war mit einer Gesamtbeweglichkeit von 60 Grad nur geringfügig eingeschränkt (5 Punkte). Die Stellung des Hallux wurde mit 15 Punkten bewertet. Betrachtet man die radiologischen Kriterien, so wurde eine deutliche Reduktion des Hallux valgus Winkels von präoperativ 18 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 13 Grad (Mitchell et al.) auf 1 Grad postoperativ, des Intermetatarsalewinkel I/II von 12 bzw. 10 Grad präoperativ auf 2 Grad postoperativ und des PASA von präoperativ 14 Grad (beide Meßmethoden) auf postoperativ 2 Grad durchgeführt. Die Distanz zwischen den ersten beiden Metatarsale konnte von 10 auf 5 mm verringert werden. Die Position der Sesambeine wurde von 4 bzw. 2\2 präoperativ auf 1 bzw. 0\0 postoperativ verändert. Der Elevationswinkel wurde von 10 auf 6 Grad reduziert. Dabei wurde der Metatarsaleindex um 3 mm verlängert. Das Metatarsophalangealgelenk blieb auch nach der Operation inkongruent, jedoch ohne

laterale oder mediale Inkongruenz. Das kosmetische Ergebnis des Ballens und der Narbe wurde als „sehr gut“ eingestuft, die Patientin wäre bereit, sich der gleichen Operation erneut zu unterziehen.

In einem anderen Fall fand sich eine partielle Köpfchennekrose sowie eine partielle Nekrose der Grundphalanxbasis. Im AOFAS Score erzielte die Patientin 78 Punkte. Dabei klagte sie über leichte gelegentliche Schmerzen (30 Punkte). Die Patientin konnte normale Schuhe mit Einlagen tragen, die Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk war mit 60 Grad nur gering eingeschränkt. Auffällig bei den radiologischen Messungen war ein großer präoperativer Hallux valgus Winkel von 42 Grad (gemessen nach Venning & Hardy und nach Mitchell et al.), der auf 12 Grad reduziert wurde, sowie ein PASA von 45 Grad, der auf 22 Grad reduziert wurde. Der Intermetatarsalewinkel wurde von 18 beziehungsweise 15 Grad präoperativ auf 9 Grad korrigiert. Die Distanz verringerte sich dabei von 15 auf 8 mm. Die Sesambeinposition nach Hardy und Clapham blieb unverändert bei 2, in der Klassifikation nach Appel zeigte sich eine Änderung von 2\3 nach 1\1. Der Elevationswinkel vergrößerte sich um 1 Grad. Außerdem fand sich eine deutliche Veränderung des Metatarsaleindex mit einer Verlängerung um 12 mm. Die Inkongruenz im Metatarsophalangealgelenk blieb auch postoperativ bestehen, die laterale Inkongruenz konnte jedoch von 7 auf 0 verbessert werden. Das kosmetische Ergebnis des Ballens und der Narbe wurde jeweils als „gut“ bewertet, die Patientin würde sich erneut der selben Operation unterziehen.

Bei einer dritten Patientin, der einzigen in der untersuchten Gruppe, bei der die Osteotomie mit Schrauben fixiert wurde, kam bei initial gutem Ergebnis im weiteren Verlauf zu einer partiellen Köpfchennekrose. Das Gesamtergebnis im AOFAS Score betrug dabei 30 Punkte. In der Kategorie „Schmerz“ erzielte sie 0 Punkte, ebenso bei der „Belastbarkeit“ und der „Beweglichkeit des MTPG“. Diese war mit einer Dorsalextension von 10 Grad und einer Plantarflexion von 5 Grad deutlich eingeschränkt. Die radiologischen Messungen ergaben eine Korrektur des Intermetatarsalewinkels I/II von 10 (Venning & Hardy) bzw. 6 (Mitchell et al.) auf 3 Grad, des Hallux valgus Winkels von 32 bzw. 30 auf 18 Grad und des PASA von 18 bzw. 16 Grad auf 4 Grad. Die Distanz verringerte sich von 7 auf 5 mm. Die Sesambeinposition veränderte sich von 5 auf 6 (Hardy und Clapham) bzw. 2\2 auf

1\0 (Appel). Der Metatarsaleindex blieb unverändert, das MTPG war prä- und postoperativ inkongruent, jedoch ohne laterale oder mediale Verschiebung. Das kosmetische Ergebnis wurde mit „gut“ bewertet, die Pat. würde sich nicht noch einmal operieren lassen.

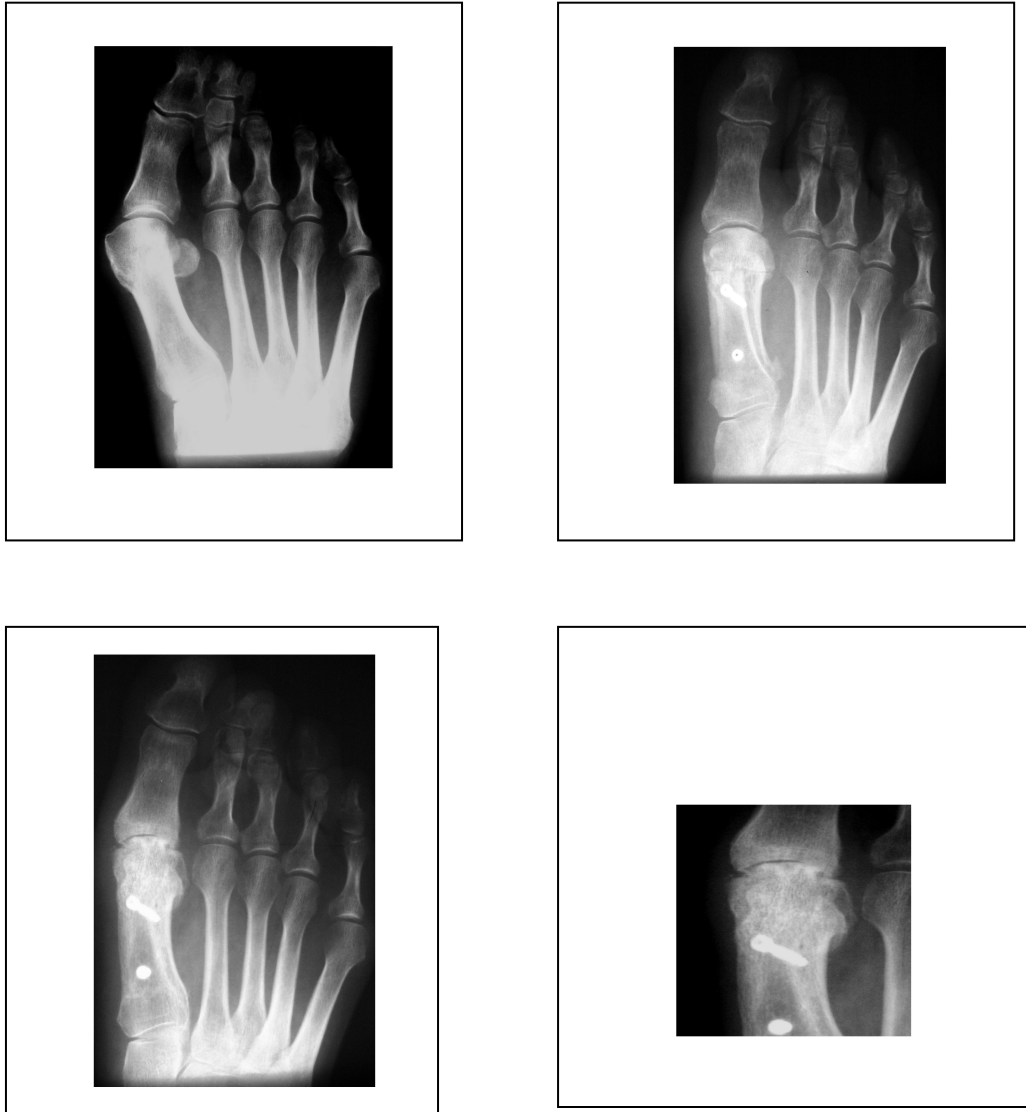


Abb. 3.43: Prä- und postoperative Röntgenbilder bei partieller Köpfchennekrose

Zu einem Hallux valgus Rezidiv kam es in insgesamt 7 Fällen (6,6%), davon in 4 Fällen (3,8%) über 20 Grad Hallux valgus Winkel. Der Score nach Kitaoka et al. war dabei in allen Fällen bei über 80 Punkten. Die Beweglichkeit war zwischen 40 und 70 Grad. In 2 Fällen war der postoperative PASA mit 21 und 23 Grad ebenfalls erhöht. Der Intermetatarsalewinkel betrug bei 2 Patienten 14 Grad, in den beiden anderen Fällen dagegen 1 und 2 Grad. Weitere Daten können Tab. 3.8 entnommen werden. Die Sesambeinposition verschlechterte sich dabei in einem Fall von 4 auf 5, in den anderen Fällen konnte sie von 7 auf 5, von 6 auf 5 und von 6 auf 3 korrigiert werden. In einem Fall trat eine Vergrößerung des Elevationswinkels von 3 auf 6 Grad auf. Die Beurteilung des kosmetischen Ergebnisses fiel trotzdem mit „sehr gut“ in zwei Fällen und „gut“ in einem Fall zufriedenstellend aus. Lediglich in einem Fall mit zusätzlicher Wundheilungsstörung wurde der Ballen mit „gut“ und die Narbe mit „befriedigend“ eingestuft. Einer erneuten Operation würden sich alle unterziehen.

Fall	HV prä	HV post	IM prä	IM post	PASA prä	PASA post	Distanz prä	Distanz post
1	44°	25°	5°	1°	34°	21°	14 mm	7 mm
2	34°	22°	12°	14°	18°	23°	16 mm	17 mm
3	29°	23°	12°	14°	22°	11°	14 mm	15 mm
4	33°	22°	10°	2°	33°	12°	9 mm	4 mm

Tab.3.8: Fälle mit Hallux valgus Rezidiv über 20 Grad (Meßmethode nach Mitchell et al.)



Abb. 3.44: Beispiel für Hallux valgus Rezidiv

Eine Überkorrektur mit daraus resultierendem Hallux varus fand sich in 3 Fällen (2,8 %). Dabei waren die Ergebnisse im Score nach Kitaoka et al. mit zweimal 95 und einmal 100 Punkten sehr gut, die Gesamtbeweglichkeit mit zweimal 60 Grad und einmal 90 Grad nur gering eingeschränkt. Radiologisch fanden sich die in Tab. 3.9 wiedergegebenen Werte. Die Seseambeinposition wurde dabei von 5 auf 2, von 3 auf 1 und von 5 auf 1 verbessert, nach der Klassifikation nach Appel bestand in allen Fällen die Position 0\0. Beim Metatarsaleindex trat in zwei Fällen eine Verkürzung von 4 mm auf, in einem Fall wurde eine Verlängerung um 1 mm bewirkt. Es fand sich eine mediale Inkongruenz von 1 bis 3 mm. Das kosmetische Ergebnis wurde mit „sehr gut“ und zweimal „gut“ beurteilt, alle 3 Fälle würden sich erneut operieren lassen.

Fall	HV prä	HV post	IM prä	IM post	PASA prä	PASA post	Distanz prä	Distanz post
1	12°	-6°	8°	6°	10°	2°	15 mm	6 mm
2	23°	-16°	8°	1°	18°	16°	12 mm	1 mm
3	26°	-8°	10°	4°	18°	14°	13 mm	6 mm

Tab. 3.9: Radiologische Messungen bei Hallux varus (Meßmethode nach Mitchell et al.)

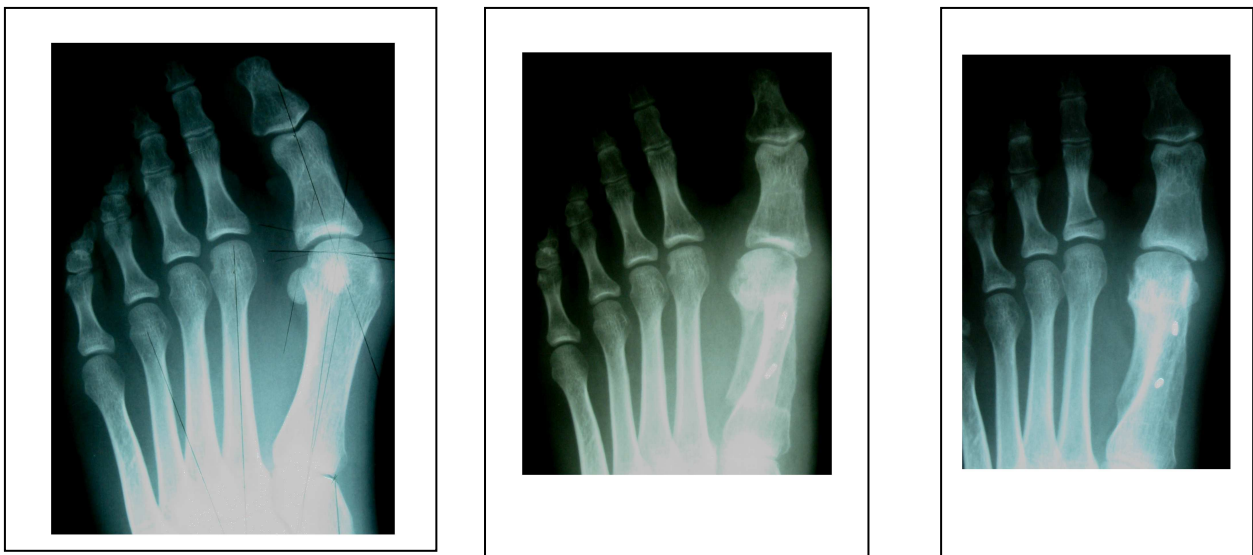


Abb. 3.45: Beispiel für Hallux varus

Eine eingeschränkte Beweglichkeit von weniger als 30 Grad Gesamtbeweglichkeit fand sich in 5 Fällen (4,7 %), einmal davon in dem Fall mit part. Köpfchennekrose, der bereits oben erläutert wurde. Die radiologischen Messungen sind in Tab 3.10 dargestellt. Das kosmetische Ergebnis wurde in einem Fall als „sehr gut“, in 3 Fällen als „gut“ und in 1 Fall als befriedigend eingestuft. Einer erneuten Operation würden sich 3 von 5 Patienten unterziehen.

Fall	HV prä	HV post	IM prä	IM post	PASA prä	PASA post	Beweglichkeit	AOFAS Score
1	30	18	6	3	16	4	15	30
2	38	10	6	5	27	18	10	82
3	44	19	6	4	42	22	25	93
4	44	13	11	6	16	11	25	58
5	30	6	6	6	20	13	15	75

Tab. 3.10: Ergebnis bei Arthrofibrose

Zu einer Wundinfektion kam es in einem Fall (0,9%). Wundheilungsstörungen traten in 3 Fällen auf (2,8 %), hier erfolgte eine Revision. Eine hypertrophe Narbe bildete sich ebenfalls in 3 Fällen (2,8 %).

Gefühlsstörungen wie Parästhesien oder Hypästhesien bestanden in 6 Fällen (5,7 %) im Bereich der Großzehe vor allem dorsomedial, davon bei einem Patienten beidseits.

Eine Reflexdystrophie vom Typ M. Sudeck trat in dem von uns untersuchten Patientengut nicht auf.

3.5 Altersabhängigkeit der Ergebnisse

Bei der Betrachtung der Ergebnisse unter spezieller Berücksichtigung des Alters der Patienten zeigte sich, daß bei Patienten über 60 Jahren im Vergleich zu Patienten unter 60 Jahre ein Unterschied bezüglich der Ausgangswerte und auch der Ergebnisse besteht.

Bei Patienten, die jünger als 60 Jahre waren (N = 90), fand sich präoperativ ein Hallux valgus Winkel von im Mittel 31,2 Grad nach der Meßmethode nach Venning & Hardy beziehungsweise von 27,4 Grad nach der Meßmethode nach Mitchell et al.

Bei Patienten über 60 Jahren (N = 16) hingegen fand sich präoperativ ein Hallux valgus Winkel von im Mittel 42,4 Grad (Methode nach Venning & Hardy) beziehungsweise von 37,5 Grad (Methode nach Mitchell et al.), also ein statistisch signifikanter Unterschied (Signifikanzniveau 0,01).

Beim PASA (Proximal Articular Set Angle oder distaler Gelenkflächenwinkel) lagen die Patienten unter 60 Jahren präoperativ bei im Mittel 24,5 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 20,3 Grad (Mitchell et al.), die Winkel der Patienten über 60 Jahre waren mit im Mittel 31,7 Grad (Venning & Hardy, Signifikanzniveau 0,05) beziehungsweise 24,9 Grad (Mitchell et al., $p = 0,081$) signifikant größer.

Der Intermetatarsalewinkel der Metatarsale I und II betrug präoperativ bei Patienten über 60 Jahren im Mittel 12,9 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 8,3 Grad (Mitchell et al.), bei Patienten unter 60 Jahren dagegen 13,4 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 10,1 Grad (Mitchell et al.). Dies ergibt für die Messung nach Mitchell einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$).

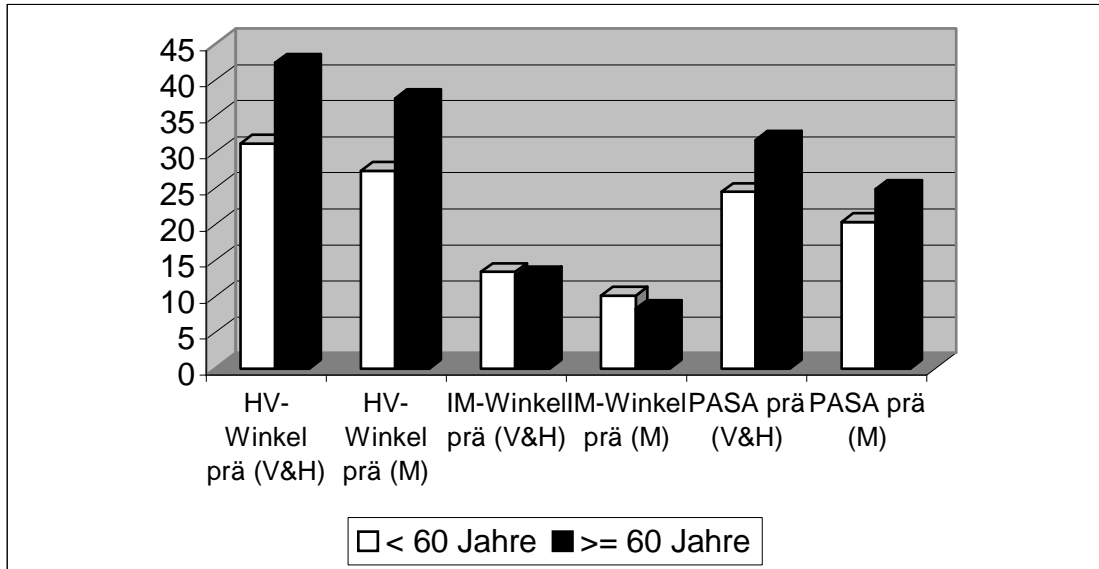


Abb. 3.46: Präoperative Winkel abhängig vom Alter der Patienten

Postoperativ betrug der Hallux valgus Winkel bei Patienten jünger als 60 Jahre im Mittel 8,6 Grad, der PASA 15,1 Grad und der Intermetatarsalewinkel I/II 5,3 Grad. Bei Patienten älter als 60 Jahre war der Hallux valgus Winkel im Mittel 13,4 Grad, der PASA 8,2 Grad und der Intermetatarsalewinkel I/II 4,8 Grad. Es ergeben sich also signifikante Unterschiede für die postoperativen Werte von Hallux valgus Winkel ($p < 0,05$) und PASA ($p < 0,01$), nicht jedoch für den Intermetatarsalewinkel.

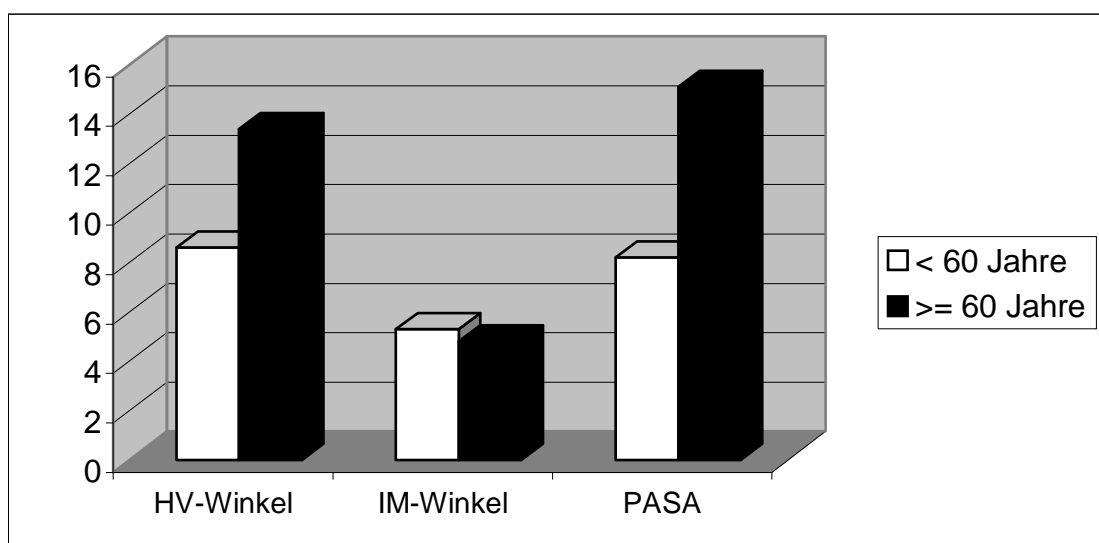


Abb. 3.47: Postoperative Winkel abhängig vom Alter der Patienten

Beim Score nach Kitaoka et al. erreichten die Patienten unter 60 Jahren im Mittel 90,3 Punkte, Patienten über 60 Jahren 87,3 Punkte (nicht signifikant).

In der Gesamtbeweglichkeit waren Patienten unter 60 Jahren mit 71,1 Grad Gesamtbeweglichkeit den Patienten über 60 Jahren mit 56,3 Grad signifikant überlegen ($p < 0,05$).

Betrachtet man Patienten jünger und älter als 50 Jahre, so zeigt sich auch hier ein Unterschied.

Patienten unter 50 Jahren (N= 40) hatten präoperativ im Mittel einen Hallux valgus Winkel von 29,8 Grad nach der Meßmethode nach Venning & Hardy beziehungsweise von 26,4 Grad nach der Meßmethode nach Mitchell et al. Der Intermetatarsalewinkel I/II betrug 13,1 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 10,1 Grad (Mitchell et al.) und der PASA 23,9 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 19,7 Grad (Mitchell et al.).

Patienten älter als 50 Jahre (N = 66) lagen bei einem Hallux valgus Winkel von 34,8 Grad (Venning & Hardy) und 30,5 Grad (Mitchell et al.), einem Intermetatarsalewinkel von 13,4 Grad (Venning & Hardy) und 9,6 Grad (Mitchell et al.) sowie einem PASA von 26,6 Grad (Venning & Hardy) beziehungsweise 21,8 Grad (Mitchell et al.).

Dies ergibt einen signifikanten Unterschied für den präoperativen Hallux valgus Winkel gemessen nach Venning & Hardy ($p < 0,01$) und Mitchell ($p < 0,05$).

Betrachtet man die postoperativen Werte, so betrug der Hallux valgus Winkel bei Patienten unter 50 Jahren 8,5 Grad, der Intermetatarsalewinkel 4,6 Grad und der PASA 7,4 Grad. Bei Patienten über 50 Jahre ergab sich ein Hallux valgus Winkel von 9,9 Grad, ein Intermetatarsalewinkel von 5,4 Grad und ein PASA von 10,4 Grad.

Somit zeigt sich für den postoperativen PASA ein auf dem Niveau von 0,05 signifikanter Unterschied.

Für die Position der Sesambeine nach der medialen Sesambeinklassifikation ergibt sich sowohl präoperativ ($p < 0,01$) als auch postoperativ ($p < 0,05$) ein signifikanter Unterschied.

Im Score nach Kitaoka et al. erzielten Patienten unter 50 Jahre 94,1 Punkte, Patienten über 50 Jahre dagegen nur 87,3 Punkte, was eine signifikante Differenz darstellt ($p < 0,01$).

Die Gesamtbeweglichkeit war bei Patienten jünger als 50 Jahre mit 77,6 Grad ebenfalls signifikant besser als bei Patienten älter als 50 Jahre mit 63,5 Grad ($p < 0,01$).

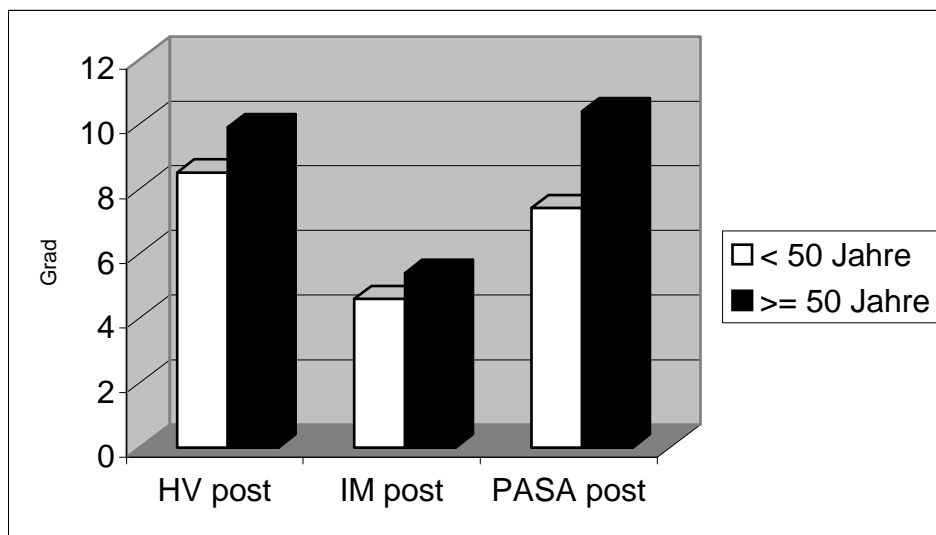


Abb. 3.48: Postoperative Winkel abhängig vom Alter der Patienten

Bei der Unterteilung in Patienten jünger und älter als 40 Jahre ergab sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied für das Gesamtergebnis des AOFAS Scores nach Kitaoka et al. ($p < 0,01$) und die Gesamtbeweglichkeit ($p < 0,01$).

Bezüglich des Alters und des Resultats im AOFAS Score ergibt sich eine negative Korrelation nach Pearson von $-0,257$ (signifikant auf dem Niveau von $0,01$).

Auch bei der Beweglichkeit ergibt sich eine negative Korrelation nach Pearson ($-0,345$ bei einem Signifikanz-Niveau von $0,01$).

Die Resultate für die Patienten, die älter als 70 Jahre waren, sind in Tabelle 3.11 wiedergegeben. Aufgrund der geringen Patientenzahl in diesem Alter sind kaum statistisch signifikante Aussagen zu treffen.

	< 70 Jahre	>= 70 Jahre
	n = 100	n = 6
HV prä (V&H)*	32,1°	45,5°
HV prä (M)	28,2°	40,7°
HV post	9,7°	13,7°
IM prä (V&H)	13,3°	13,5°
IM prä (M)	9,8°	8,7°
IM post	5,2°	4,5°
PASA prä (V&H)	25,4°	28,3°
PASA prä (M)	20,9°	22,7°
PASA post	9,1°	11,3°
Kitaoka Score	90,2	84,5
Beweglichkeit	69,1	65

* signifikant bei $p < 0,05$

** signifikant bei $p < 0,01$

Tab. 3.11: Ergebnisse der Patienten über 70 Jahre

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass mit zunehmendem Alter bei insgesamt gutem Ergebnis ein schlechteres Resultat für Gesamtscore und Gesamtbeweglichkeit erzielt wird, aber nur teilweise signifikant unterschiedliche Resultate bei den gemessenen Winkeln.

4. Diskussion

Zur Behandlung des Hallux valgus und der damit verbundenen Veränderungen wurden zahlreiche Methoden mit unterschiedlichen anatomischen Ansätzen beschrieben. Man kann dabei zwischen proximalen Osteotomien, den distalen Osteotomien und den Schaft-Osteotomien wie der Scarf-Osteotomie unterscheiden. Weitere Möglichkeiten sind Osteotomien im Bereich der Grundphalanx des ersten Strahls wie die Akin-Osteotomie, sowie die tarsometatarsale Arthrodesese (Lapidus-Arthrodesese), die vor allem bei einer entsprechenden tarsometatarsalen Instabilität zum Einsatz kommt. Zur Auswahl des geeigneten Verfahrens ist es erforderlich, die vorliegende Deformität genau zu analysieren, um ein optimales Operations- und Behandlungsergebnis zu erreichen.

Um insgesamt die Ergebnisse der Hallux valgus Chirurgie betrachten und analysieren zu können, ist es erforderlich, genaue Definitionen zu verwenden. Eine Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Arbeiten kann es nur geben, wenn die genauen Meßmethoden angegeben und einheitliche Verfahren angewendet werden. Dies beginnt mit der visuellen klinischen Einschätzung der Deformität, die abhängig vom Untersucher stark variieren kann, wie Cornwall et al (2004) zeigen konnten, fortgesetzt dann mit der Aufnahme der Röntgenbilder im Stehen unter Belastung. Fuhrmann et al. (2003) konnten hier zeigen, dass sich durch die Belastung des Fußes die relevanten Winkel wie Hallux valgus Winkel, Intermetatarsalewinkel I/II und auch die intermetatarsale Distanz signifikant veränderten. Trotzdem finden sich in den Veröffentlichungen nur selten detaillierte Angaben zur Meßmethode der beschriebenen Winkel.

Genau hier liegt aber ein wesentliches Problem, auf das man bei der Betrachtung der unterschiedlichen Arbeiten immer wieder stößt. Schneider und Knahr (1998) untersuchten den Einfluss verschiedener Meßmethoden auf den Intermetatarsalewinkel und stellten dabei ganz erhebliche Unterschiede fest. Dabei unterschieden sich die 5 Methoden, die sie näher untersuchten, in der Bestimmung der Achse durch das Metatarsale I. So fanden alle Methoden in Arbeiten zwischen 1990 und 1994 in der Fachzeitschrift „Foot and Ankle International“ Verwendung,

meist jedoch ohne genaue Definition der Bestimmung der Winkel. Es fanden sich auch Veröffentlichungen, in denen die in Abbildungen dargestellten Winkel sich von der beschriebenen Meßmethode unterschieden. Bei der Betrachtung der verschiedenen Meßmethoden kommen sie zu dem Schluss, dass die Meßmethode nach Mitchell et al. (1958), die auch in der von uns durchgeführten Untersuchung angewendet wurde, am geeignetsten ist, um die Achse des Os metatarsale I und damit den Intermetatarsalewinkel prä- und postoperativ zu bestimmen. Da die Messpunkte proximal und distal einer eventuellen Osteotomie gewählt werden, hat diese keinen Einfluss auf die Messung und es ist somit am besten möglich, die Werte miteinander zu vergleichen. Die häufig verwendete Methode nach Venning and Hardy (1951) eignet sich dagegen nicht für die postoperative Bestimmung des IM Winkels und des HV Winkels, da hierbei die postoperative Lateralisierung des Metatarsaleköpfchens nicht beinhaltet ist. Das wichtigste ist jedoch die Angabe der Meßmethode, die unbedingt bei jeder Untersuchung erfolgen sollte, um einen Vergleich zu ermöglichen.

Auch Allen und Nunley II. (2002) stellten in ihrer Untersuchung einen hoch signifikanten Unterschied zwischen zwei verschiedenen Winkelbestimmungsmethoden fest. Selbst in einer von Karasick und Wagner (1990) veröffentlichten Arbeit im American Journal of Radiology findet man keine genauen Angaben zur Bestimmung der Winkel. Es gibt auch noch keine Methode, die allgemein anerkannt ist.

Coughlin, Salzman und Nunley II (2002) haben versucht, für die American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) eine solche allgemein gültige Methode herauszuarbeiten, da auch sie feststellten, dass kaum präzise Definitionen der Winkel in den verschiedenen Veröffentlichungen angegeben werden. Man findet entweder keine Angabe zur Meßmethode oder auch teilweise deutliche Diskrepanzen und inkonstante Messungen. Der größte Unterschied besteht in der Wahl der Messpunkte. Eine 1984 erarbeitete Empfehlung (Methode nach Hardy und Clapham 1951 u. 1952) hatte jedoch keine allgemeine Akzeptanz gefunden. Das Ziel von Coughlin et al. war es, genaue Referenzpunkte zu definieren. Die Anwendung linearer Messungen scheitert an fehlender Vergleichbarkeit, da keine einheitliche Norm für die Röntgenaufnahmen existiert. Deshalb muss man weiterhin auf die

Messung von Winkeln, die unabhängig vom Vergrößerungsfaktor sind, zurückgreifen. Zur Bestimmung der Referenzpunkte empfehlen sie eine neue Methode abhängig von der durchgeführten Osteotomie. Bei proximalen Osteotomien und Schaft-Osteotomien in definiertem Abstand (in cm) von der proximalen und distalen Gelenkfläche des Metatarsale I beziehungsweise II gewählt werden, für distale Osteotomien sollte jedoch die „center-of-head“ Methode mit einem „mose sphere“ gewählt werden, um den distalen Referenzpunkt zu bestimmen. Problematisch ist hierbei die Verwendung einer Schablone, was die allgemeine Akzeptanz verringert. Dazu ist auch die Anfertigung von standardisierten Röntgenaufnahmen erforderlich. Wichtig ist immer die Angabe der Meßmethode und über das Abweichen von Standards. Nur so kann man eine Vergleichbarkeit erzielen. Es bleibt abzuwarten, in wie weit diese Empfehlungen eine breitere Akzeptanz finden.

Ziel dieser Arbeit war es, die Scarf-Osteotomie als Metatarsaleschaft-Osteotomie nach definierten und standardisierten Methoden zu untersuchen. Die Scarf-Osteotomie ist eine ursprünglich von Meyer (1926) bzw. Burutaran (1976) beschriebenden z-förmige Osteotomie im Bereich des Metatarsale I Schaftes, die ihren Namen von L.S. Weil aufgrund einer ähnlichen Zimmermannstechnik erhielt und von ihm und Borelli (1991) in den USA und L.S. Barouk (2000, 2005) ab ca. 1994 in Frankreich und in Europa verbreitet wurde. Die Länge des Z kann dabei abhängig von der vorliegenden Deformität variiert werden (Weil 2000). Die Indikation besteht vor allem bei einer mittleren bis schweren Deformität mit einem Intermetatarsalewinkel I/II von 12 bis zu 20 Grad, teilweise bis zu 23 Grad, einem normalen oder erhöhten distalen Gelenkflächenwinkel (DMAA bzw. PASA) sowie fehlenden fortgeschrittenen arthrotischen Veränderungen und erhaltener MTPG Beweglichkeit von mehr als 40 Grad (Mann 1990, Shaffer 1994, Dutoit 1998, Weil 2000, Barouk 2000, Dereymaker 2000, Rippstein und Zünd 2001). Eine bestehende Osteoporose wird neben einer Hypermobilität des ersten Strahls und im Metatarsocuneiforme-I-Gelenk als relative Kontraindikation gesehen (Rippstein u. Zünd 2001). Als Vorteile dieser Operationsmethode wird die gute Korrekturmöglichkeit bei schneller postoperativer Mobilisierung angeführt (Barouk 1996 u. 2000). Die Ergebnisse dieser Operationsmethode wurden in dieser Arbeit analysiert.

Die Scarf Osteotomie ist technisch anspruchsvoll und mit einer nicht zu unterschätzenden Lernkurve verbunden (Weil 2000, Barouk 2000), erlaubt aber aufgrund der großen Kontaktfläche und gleichzeitiger Osteosynthese der Knochenfragmente eine Mobilisation unter Vollbelastung, was eine frühe Teilnahme der Patienten am Alltags- und Berufsleben und auch eine gleichzeitige beidseitige Versorgung ermöglicht (Weil 2000). Kadaverstudien konnten zeigen, dass die Scarf Osteotomie eine doppelt so hohe Belastungsstabilität bietet, verglichen mit der Chevron Osteotomie oder der proximalen Crescentic Osteotomie (Newman et al 2000, Trnka et al 2000). Dies wird in unserer Untersuchung bestätigt, es kam zu keiner Dislokation der Fragmente oder Fraktur unter der oben beschriebenen Nachbehandlung mit früher Vollbelastung im steifsohligen postoperativen Schuh. Weil (2000) berichtet über eine Stressfrakturrate von 1,6 %, Coetzee (2003) hingegen gibt eine Rate von bis zu 10 % proximaler Frakturen an, dies entspricht jedoch nicht den Ergebnissen der meisten anderen Autoren.

Zur Fixierung der Osteotomie werden meist kanülierte Schrauben mit einem Durchmesser von 3mm im gewindetragenden Kopfbereich oder spezielle Scarf-Schrauben nach Barouk empfohlen (Barouk 2000, Rippstein und Zünd 2001). Alternativ können Gewinde-Kirschnerdrähte verwendet werden. Zwar ist die Stabilität der Osteosynthese mit Schrauben höher (Acevedo 2000, Bozkurt et al 2004), es können aber sowohl mit der Fixierung der Osteotomie mit Schrauben als auch mit Kirschnerdrähten vergleichbar gute Resultate erzielt werden, wie auch Schwartz und Groves (1987) in Ihrer Untersuchung der Fixierung mit Gewindekirschnerdrähten bestätigen konnten. Es kam bei den von Ihnen untersuchten 230 Fällen zu keiner Fraktur, in nur 4 Fällen mussten die Drähte wegen einer Lockerung bzw. Dislokation mit resultierender Irritation entfernt werden. Wir verwendeten bei den untersuchten Patienten Gewindekirschnerdrähte mit einem Durchmesser von 1,6 mm, die aufgrund ihres kleineren Durchmessers auch größere Verschiebungen mit geringerer Überlappung der Fragmente zuließen. In unserer Untersuchung wurde in 2 Fällen eine Dislokation bzw. Lockerung der Drähte nach einer Liegedauer von 3 und 4 Monaten beobachtet. Ein Nachteil der Gewinde-K-Drähte ist die aufwendigere Entfernung des Osteosynthesematerials, die aber in den meisten Fällen nicht erforderlich ist, bei uns nur in 10 % der Fälle. Ein wesentlicher Vorteil ist das geringere Frakturrisiko der Gewindekirschnerdrähte gegenüber AO-Schrauben, da

die Positionierung der AO-Schrauben mit zunehmender Verschiebung und größerem Schraubendurchmesser schwieriger wird und das Risiko einer Fraktur somit steigt. Auch die Prominenz des Schraubenkopfes bei AO-Schrauben kann problematisch sein und zu Irritationen führen. Bei der Schraubenosteosynthese zeigen sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Stabilität zwischen kanülierten Schrauben und AO-Spongiosaschrauben (Popoff et al 2003). Gemäß unserer Erfahrungen sind aus den genannten Gründen Gewindekirschnerdrähte für die Osteosynthese der Scarf Osteotomie zu bevorzugen.

Nach Mann und Coughlin (1981) sind die Ziele einer idealen Operationstechnik die Korrektur des Intermetatarsalewinkels I/II und des Hallux valgus Winkels, die Erzeugung eines kongruenten Metatarsophalangealgelenkes mit Ausrichtung der Sesambeine, die Beseitigung des medialen Ballens, das Erlangen einer guten funktionellen Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk und die Erhaltung der normalen Belastungsmechanik des Fußes.

Betrachtet man das erste Ziel, die Korrektur der gemessenen Winkel, so fanden wir eine durchschnittliche Reduktion des Intermetatarsalewinkel I/II um 4,7 Grad von präoperativ 9,8 Grad gemessen nach der Meßmethode nach Mitchell et al (1958) beziehungsweise 13,3 Grad nach Venning & Hardy (1951) auf postoperativ 5,2 Grad. Dies entspricht einer signifikanten Winkelreduktion ($p < 0,01$). Normalwerte für den Intermetatarsalwinkel werden in der Literatur mit weniger als 8 bis 10 Grad angegeben (Hardy und Clapham 1951, Durman 1956, Zhuber und Salzer 1977, Antrobus 1984, Karasick und Wagner 1990, Wülker et al 1991, Kilmartin 1991, Mann 1993). Bei der genaueren Untersuchung der Patienten mit einem präoperativen Intermetatarsalewinkel von mehr als 15 Grad, fanden sich präoperativ auch signifikant größere Hallux valgus Winkel und PASA. Beim postoperativen Ergebnis schnitten die Patienten mit einem Intermetatarsalewinkel n. Hardy u. Clapham von $>15^\circ$ im Vergleich zu der Gruppe mit einem IM Winkel von $<15^\circ$ dagegen nicht signifikant unterschiedlich ab, insbesondere fanden sich keine größeren Hallux valgus Winkel oder eine erhöhte Rezidivrate. Daraus ergibt sich, dass die Scarf Osteotomie auch bei einem Intermetatarsalewinkel von mehr als 15 Grad bei gleich guten Ergebnissen angewendet werden kann. Barouk (2000) empfiehlt die Scarf Osteotomie sogar ausdrücklich für einen Intermetatarsalewinkel zwischen 15 und 20

Grad, in manchen Fällen auch bei einem Winkel über 20 Grad zusammen mit anderen Eingriffen.

Ein postoperativer Intermetatarsalewinkel von mehr als 10 Grad fand sich in unserer Untersuchung in 10,4 % (11 Fälle), davon in 5 Fällen ein Winkel von 12 Grad oder mehr in (4,7 %).

Andere Autoren erzielen ähnliche Ergebnisse. Weil (2000) berichtet über einen präoperativen Wert von durchschnittlich 15 Grad und postoperativ 9,8 Grad. Bei seiner Untersuchung von 123 Füßen (76 Patienten) mit einem präoperativen IM-Winkel von über 16 Grad (durchschnittlich 17,4 Grad) wird der Winkel im Mittel 7,2 Grad auf einen Durchschnittswert von 10,2 Grad postoperativ reduziert. Bei den von Petersen und Seidl (2000) untersuchten Patienten betrug der präoperative IM-Winkel 20,2 Grad, postoperativ war der durchschnittliche Winkel auf 10,3 Grad reduziert. Dabei sahen sie einen Unterschied bei den Patienten mit einem Ausgangswert über 20 Grad, die postoperativ auf 11,2 Grad kamen und den Patienten mit einem Ausgangswinkel unter 20 Grad, die 9,1 Grad postoperativ erzielten. Dereymaeker (2000) berichtet in ihrer Arbeit über die Scarf-Osteotomie einen präoperativen IM-Winkel von 14,3 Grad. Postoperativ betrug der Winkel 9,5 Grad. Sie vergleicht in ihrer Arbeit die Ergebnisse der Scarf Osteotomie mit der Chevron Osteotomie, für die sie bei einem präoperativen Wert von 12,4 Grad einen postoperativen Intermetatarsalewinkel von durchschnittlich 7,0 Grad angibt. In einer Metaanalyse für verschiedene Operationsverfahren am ersten Metatarsale berichteten Tomczak und Lewandowski (1991) über einen durchschnittlichen präoperativen Intermetatarsalewinkel von 15,1 Grad bei Basis Osteotomien und 12,95 Grad bei distalen Verfahren. Postoperativ beträgt der von ihnen ermittelte Durchschnittswert 7,7 Grad für die Basis Osteotomien und 7,73 Grad für die distalen Osteotomien wie z.B. die Chevron Osteotomie. Sie konnten damit zeigen, dass es mit unterschiedlichen Verfahren möglich ist, eine effektive Winkelreduktion postoperativ zu erreichen. Die Scarf Osteotomie ist damit in der Winkelreduktion mit anderen Osteotomien vergleichbar. Weitere Ergebnisse für die Scarf Osteotomie in der Literatur sind in Tab. 4.2 wiedergegeben.

Autor (Jahr)	IM präop	IM postop
Schoen, Zygmunt und Gudas (1996)		7,1°
Jarde et al. (1999)		10,4°
Crevoisier et al. (2001)	16°	10°
Rippstein und Zünd (2001)	12°	6°
Kristen et al. (2002)	14,5°	7,9°
Coetzee (2003)	16°	13°
Vollmert und Jerosch (2003)	18,5°	9,2°
Buchner et al (2005)	20°	15°
Jones et al (2005)	15°	9°
Aminian et al (2006)	15,4°	10,1°

Tab. 4.2: Intermetatarsalewinkel I/II in der Literatur

Für den Hallux valgus Winkel erzielten wir eine Reduktion um durchschnittlich 19,6 Grad von präoperativ 28,9 Grad gemessen nach Mitchell et al. (beziehungsweise 32,9 Grad nach Venning & Hardy) auf postoperativ im Schnitt 9,3 Grad, was ebenfalls einer signifikanten Winkelreduktion entspricht. Normalwerte liegen bei diesem Winkel zwischen 8 und 20 Grad (Hardy und Clapham 1951 und 1952, Durman 1956, Pigott 1960, Boebl und Wolff 1960, Donick et al 1980, Antrobus 1984, Eulert und Mau 1986, Kilmartin et al. 1991), Karasick und Wagner (1990) definieren darüber hinaus die Deformität bei einem Winkel zwischen 16 und 25 Grad als „mild“, zwischen 26 und 35 Grad als „moderate“ und über 36 Grad als „severe“. In unserer Untersuchung zeigte sich dabei, dass Patienten mit einem präoperativen Hallux valgus Winkel von mehr als 25 Grad ein schlechteres Ergebnis erzielten, als die Patienten mit einem kleineren Ausgangswinkel und somit geringer ausgeprägter Deformität. Das Ergebnis im AOFAS Score war mit 89,4 gegenüber 94,2 Punkten bei $p=0,067$ schlechter, die Beweglichkeit mit durchschnittlich 66,4 Grad Gesamtbeweglichkeit gegenüber 79,5 Grad bei $p<0,05$ signifikant schlechter. Dieses Ergebnis zeigt sich auch bei einem Ausgangswinkel von mehr als 20 Grad mit negativer Korrelation von Beweglichkeit und Ausgangswinkel. In der Gruppe, in der eine zusätzliche Akin Osteotomie durchgeführt wurde, fand sich eine signifikant

größere Winkelreduktion als in der Gruppe mit alleiniger Scarf Osteotomie. Macht man die Definition eines Rezidives oder einer Über-/Unterkorrektur am Hallux valgus Winkel fest, so fanden sich in unserer Untersuchung 6,6 % (7 Fälle) mit einem postoperativen Hallux valgus Winkel von 20 Grad und mehr. Ein negativer Winkel fand sich in 2,8 % (3 Fälle).

Dies zeigt, dass die Definition der Ziele, die realistische Einschätzung des erzielbaren Ergebnisses und das Planen der Operation ggf. in Kombination mit der Akin Osteotomie von großer Bedeutung ist, um die Zufriedenheit des Patienten zu sichern. Bei lang bestehender, stark ausgeprägter Deformität sind bei insgesamt gutem Ergebnis Einschränkungen vor allem bei der Beweglichkeit nicht immer vermeidbar. Andere Autoren in der Literatur erzielen vergleichbare Ergebnisse. Weil (2000) gibt in seiner Untersuchung in der Gruppe mit einem IM-Winkel über 16 Grad einen präoperativen Wert für den Hallux valgus Winkel von 35,2 Grad an, der um durchschnittlich 18,8 Grad auf im Mittel 16,4 Grad reduziert wird. In der von Petersen und Seidl (2000) untersuchten Patientengruppe betrug der präoperative Winkel durchschnittlich 37,5 Grad, er wurde auf 20,9 Grad reduziert. Dabei war der Winkel in der Gruppe mit einem Intermetatarsalewinkel I/II von mehr als 20 Grad mit 23,1 Grad größer als in der Gruppe mit einem geringeren präoperativen IM-Winkel, die auf einen Durchschnitt von 18,3 Grad kam. In der Untersuchung von Dereymaeker (2000) hingegen hatten die Patienten einen durchschnittlichen Ausgangswinkel von 38,1 Grad, der auf im Mittel 20,3 Grad reduziert wurde. Weitere Ergebnisse sind in Tabelle 4.3 wiedergegeben.

Autor (Jahr)	HV Winkel	HV Winkel
	präop	postop
Schoen, Zygmunt und Gudas (1996)		8.96°
Jarde et al. (1999)		22,7°
Crevoisier et al. (2001)	32°	17°
Rippstein und Zünd (2001)	27°	9°
Kristen et al. (2002)	32,5°	13,4°
Coetzee (2003)	40°	34°
Vollmert und Jerosch (2003)	35,2°	17,1°
Buchner et al (2005)	38°	20°
Jones et al (2005)	33°	14°
Aminian et al (2006)	34,5	16,9

Tabelle 4.3: Hallux valgus Winkel in der Literatur

Ein weiterer wichtiger Winkel in der Betrachtung der Hallux valgus Deformität ist der PASA oder DMAA. Eine Untersuchung von Richardson et al. (1993) ergab beim Vergleich der radiologischen Messungen mit Leichenpräparaten eine ausreichend korrekte Darstellung der Winkelverhältnisse durch die radiologischen Messungen bei Abhängigkeit der Werte von der Meßmethode. Für sie ist der DMAA Ausdruck der Stellung der Gelenkfläche, die für eine erfolgreiche Korrektur der Deformität mit entscheidend ist. Wir erzielten eine signifikante Reduktion des PASA von präoperativ durchschnittlich 25,6 Grad gemessen nach Venning & Hardy beziehungsweise 21,0 Grad nach Mitchell et al. auf postoperativ 9,3 Grad. Als normal werden hier Winkel unter 10 Grad angesehen, es können aber pathologische Werte von über 30 Grad entstehen. Bei den von uns untersuchten Patienten fanden wir dabei folgenden Zusammenhang zwischen dem präoperativen PASA und dem Ergebnis der Operation. Bei einem PASA von mehr als 20 Grad fand sich präoperativ auch eine größere laterale Inkongruenz, postoperativ hingegen zeigte sich nur ein geringer Unterschied. Auch für den Intermetatarsalewinkel I/II konnten keine signifikanten Differenzen aufgezeigt werden. Das Ergebnis des Scores wies nur einen geringen, nicht signifikanten Vorteil auf. Ein deutlicher Unterschied, hier

auch statistisch signifikant konnte jedoch für die postoperative Beweglichkeit gezeigt werden.

Dies weist insgesamt darauf hin, dass ein PASA von über 20 Grad keine Kontraindikation für die Scarf Osteotomie darstellt, da sich weder radiologisch noch klinisch oder im AOFAS Score ein signifikant schlechteres Ergebnis für diese Patienten fand. Nur bei der Beweglichkeit erreicht man mit größer ausgeprägter präoperativer Deformität und damit notwendiger größerer Korrektur ein schlechteres Resultat. Eine ausgeprägte präoperative Deformität geht aber häufig schon mit einer Bewegungseinschränkung einher, so dass mit zunehmender Fehlstellung auch die postoperative Beweglichkeit schlechter ist. Somit sollte man überlegen, ob man den Zeitpunkt einer Operation auch nach dem Fortschreiten der Fehlstellung wählt und den Patienten rät, bei einem progredienten Verlauf bereits frühzeitig über eine operative Korrektur nachzudenken, um bei noch besserer Ausgangsposition ein besseres postoperatives Ergebnis zu erzielen. Jones et al (2005) fanden in 63 % eine prä- und postoperativ unveränderte Beweglichkeit, nur in 26 % konnte die eine Verbesserung erzielt werden. Hinzu kommt noch der Einfluss der degenerativen Veränderung im Metatarsophalangealgelenk, die mit zunehmendem Alter der Patienten und auch mit zunehmender Deformität vermehrt auftreten. Bock et al (2004) fanden eine positive Korrelation zwischen Hallux valgus Winkel und dem Grad der vorhandenen Knorpelschäden.

Betrag der PASA postoperativ mehr als 15 Grad, so fanden sich in unserer Untersuchung außer einem damit verbundenen größeren restlichen Hallux valgus Winkel kaum Unterschiede. Bonnel et al. (1999) untersuchten den Einfluss des PASA auf das postoperative Ergebnis der Scarf – Osteotomie anhand von 79 Fällen. Sie unterscheiden dabei in Patienten mit einem Ausgangswinkel zwischen 6 und 13 Grad (21 Fälle) und Patienten mit einem präoperativen Winkel über 13 Grad (58 Fälle). In der ersten Gruppe fand sich in 11 Fällen postoperativ ein Winkel von 6 Grad, in 6 Fällen ein Winkel von 10 Grad und in 4 Fällen ein Winkel von 11 Grad. In der anderen Gruppe wurde in 7 Fällen ein Winkel von 8 Grad gemessen, in 13 Fällen ein Winkel von 10 Grad, 19 Fälle kamen auf 13 Grad postoperativ und 19 Fälle auf 14 Grad. Die Gruppe mit dem größeren Ausgangswinkel hatte auch durchschnittlich größere Hallux valgus und Intermetatarsalewinkel. Crevoisier et al. (2001) berichten

über eine Reduktion des PASA oder DMAA von präoperativ 13 Grad auf postoperativ 10 Grad. Vollmert und Jerosch (2003) erzielten eine Reduktion des PASA (DMAA) von 13,8 Grad auf 11,2 Grad. Jones et al. fanden in ihrer Untersuchung von 35 kombinierten Scarf und Akin Osteotomien mit einer Reduktion von durchschnittlich 14 auf 11 Grad keine signifikante Änderung des DMAA und sahen auch bei einer Vergrößerung des Winkels kein schlechteres Ergebnis. Sie begründen dies mit der schlechten Korrelation zwischen intraoperativem DMAA-Winkel, also der eigentlichen Knorpeloberfläche und dem radiologisch gemessenen DMAA, wie auch schon Sullivan et al (1988) feststellten. Coughlin (1997) untersuchte den Einfluss des DMAA auf die Korrektur des Hallux valgus bei Männern und Anwendung unterschiedlicher Operationsmethoden. Er fand dabei vor allem signifikante Unterschiede für den DMAA in Bezug auf die Kongruenz des ersten Metatarsophalangealgelenkes, nämlich einen Winkel von 10 Grad bei kongruenten und von 20,7 Grad bei inkongruenten Gelenken. Es zeigte sich auch eine Korrelation zwischen präoperativem DMAA und postoperativem Hallux valgus Winkel. Für ihn bestimmt beim kongruenten Gelenk die Valgusstellung der Gelenkfläche das Ausmaß der Hallux valgus Deformität. Insgesamt waren die Daten mit denen anderer Autoren mit überwiegend weiblichen Patienten vergleichbar. Ein präoperativ großer DMAA wird dabei bei fehlender Korrektur als mögliche Ursache für das Wiederauftreten der Deformität gesehen (Mann & Coughlin 1981 und 1992). Dies deutet sich auch in unserer Untersuchung an, die gezeigt hat, dass ein postoperativ großer PASA auch mit einem größeren Hallux valgus Winkel verbunden ist.

Das nächste Ziel jeder Operationstechnik, die Wiederherstellung der Kongruenz im ersten Metatarsophalangealgelenk, wurde von uns ebenfalls untersucht. Es konnte durch die Scarf Osteotomie eine signifikante Verbesserung der Kongruenz, die von uns mit der Methode nach Piggot (1960) bestimmt wurde, erzielt werden. Bei präoperativ inkongruentem Gelenk war dabei der PASA postoperativ größer. Bezüglich der lateralen oder medialen Inkongruenz fand sich dabei kein Unterschied zwischen präoperativ kongruenten oder inkongruenten Gelenken. Wenn man ein Rezidiv oder das Auftreten eines Hallux varus an der lateralen oder medialen Inkongruenz postoperativ misst, so stellte sich damit heraus, dass die präoperativ Kongruenz kein Faktor für deren Auftreten ist. Eine Korrelation konnte nur zur postoperativen Beweglichkeit gezeigt werden. Auch Patienten mit einem postoperativ

inkongruentem MTPG I hatten nur gering unterschiedliche Resultate, erzielten aber eine bessere Beweglichkeit. Es scheint also so zu sein, dass die Umstellung des Gelenkes mit dem Ziel, eine kongruente Situation zu erreichen, zu Lasten der Beweglichkeit geht. Angaben über die Kongruenzsituation findet man trotz der immer wieder beschriebenen Bedeutung für das Ergebnis nur selten. Wülker (1994, 1997 und 2005) empfiehlt zwar die Wahl der OP Technik von der Kongruenzsituation abhängig zu machen, bei der Ergebnisdarstellung wird jedoch diese jedoch nicht mehr erwähnt.

Man kann auch die von uns durchgeführte Betrachtung der Kongruenzsituation unter Berücksichtigung der lateralen und medialen Verschiebung der Grundphalanx gegenüber dem Köpfchen des ersten Metatarsale in die Betrachtung der Korrektur der Deformität und damit einer Über- oder Unterkorrektur mit einbeziehen. Wir haben hier als Kriterium für ein Rezidiv eine laterale Inkongruenz von 2 mm und mehr herangezogen. In unserem Patientengut kam es in 12,3 % (13 Fälle) postoperativ zu einer lateralen Inkongruenz von 2 mm und mehr. Eine mediale Inkongruenz von 2 mm fand sich postoperativ in 4,7 % (5 Fälle), über 3 mm in 3,8 % (4 Fälle). Dabei erzielten Patienten mit einer präoperativen Inkongruenz von mehr als 3 mm eine schlechtere Beweglichkeit und einen schlechteren Wert im AOFAS Score. War die laterale Inkongruenz postoperativ größer als 3 mm im Sinne eines Rezidivs, so fanden sich signifikant schlechtere Ergebnisse für Beweglichkeit, AOFAS Score und die bestimmten Winkel. Eine mediale Inkongruenz im Sinne einer Varus-Fehlstellung führte auch bei mehr als 3 mm nicht zu einem schlechteren Resultat.

Zu der vollständigen Korrektur der Hallux valgus Deformität gehört auch eine Repositionierung des Sesambeinkomplexes unter dem Metatarsaleköpfchen. Bei fehlender Sesambeinkorrektur kann es zu einem frühen Rezidiv kommen, eine Überkorrektur mit zu weiter Medialisierung des medialen Sesambeines hingegen kann zu einer Subluxation und daraus resultierend zu einem Hallux varus führen (Mann & Coughlin 1981). Wetzell et al. (1996) untersuchten die Bedeutung des Sesambeinapparates für die Hallux valgus Deformität und stellten wie auch andere Autoren zuvor (Smith 1984, Piggot 1960) fest, dass eine Subluxation der Sesambeine auch mit einer Subluxation im Metatarsophalangealgelenk verbunden ist. Bei eindeutig subluxiertem Sesambeinkomplex (Positionen 2/3 und 3/3) fand sich

immer auch eine Subluxation beziehungsweise Inkongruenz im MTPG. Deshalb sollte die Korrektur der Position der Sesambeine zu den Zielen einer operativen Korrektur der Hallux valgus Deformität gehören. Durch die Scarf Osteotomie konnte bei den untersuchten Patienten eine signifikante Verbesserung der Sesambeinposition erreicht werden. Die Position konnte nach der Klassifikation von Hardy und Clapham (1951, 1952) von präoperativ im Mittel 5 auf postoperativ 2 signifikant verbessert werden. Dabei konnte in 19 % eine Position 1 erzielt werden. Auch in der zusätzlich untersuchten Klassifikation von Appel (Wetzel et al 1996) konnte eine deutlich bessere Positionierung erreicht werden. Präoperativ befanden sich 78,3 % in einer Position 2\1 oder schlechter, postoperativ nur noch 10,4%. Eine 0\0 Position wurde in 29 % der Fälle erreicht. Die Bedeutung der Sesambeinposition wurde auch dadurch deutlich, dass bei Patienten mit einer schlechteren Position als 2/1 nach der Klassifikation von Appel et al., die v. a. bei älteren Patienten vorlag, präoperativ und vor allem auch postoperativ größere Hallux valgus Winkel und PASA zu finden waren und auch die Ergebnisse für AOFAS Score und Beweglichkeit schlechter waren. Auch andere Autoren bestätigen eine gute Korrektur der Sesambeinposition durch die Scarf Osteotomie. Crevoisier et al. (2001) geben eine Verbesserung der Sesambeinposition von präoperativ 5 auf 3 postoperativ an, Kristen et al. (2002) sprechen von einer Luxation der Sesambein bei 67,5 % präoperativ, die postoperativ nur bei 25 % bestand. Dereymaker (2000) gibt eine Korrektur der Sesambeinposition bei 57 % der Fälle für die Scarf Osteotomie an.

Ein weiteres Ziel ist der Erhalt einer guten postoperativen Beweglichkeit im Metatarsophalangealgelenk. Wir konnten zeigen, dass dies mit über 60 Grad Gesamtbeweglichkeit in 73 % der Fälle, über 60 Grad Dorsalextension in 48 Prozent und zwischen 30 und 60 Grad Dorsalextension in 46 Prozent der Fälle mit der Scarf Osteotomie zu erreichen ist. Eine Gesamtbeweglichkeit von mehr als 75 Grad fand sich in 44 %, zwischen 30 und 74 Grad in 51 % und unter 30 Grad nur in 5%. Normalwerte ohne Operation werden mit 70 Grad Dorsalextension und 50 Grad Plantarflexion angegeben. Schoen, Zygmunt und Gudas (1996) geben bei 31 Patienten eine Dorsalextension von 60 Grad und eine Plantarflexion von 14 Grad an. In der ihrer Untersuchung von 50 Fällen erzielten Jarde et al. (1999) bei 36 % eine Dorsalextension über 60 Grad und bei 52 % zwischen 30 und 60 Grad. Bei der Plantarflexion erreichen 40 % mehr als 20 Grad. Weil (2000) berichtet in seiner

Nachuntersuchung von 2120 Fällen mit Scarf Osteotomie über eine durchschnittliche postoperative Dorsalextension von 70 Grad und eine Plantarflexion von 10 Grad. Bei einer Untersuchung von 123 Fällen (76 Patienten) mit einem präoperativen IM-Winkel von über 16 Grad berichtet er über eine Beweglichkeit von durchschnittlich 65 Grad dorsal und 10 Grad plantar. Petersen und Seidl (2000) berichten bei ihrer Untersuchung an 41 Patienten nach Scarf Osteotomie über eine durchschnittliche Dorsalextension von 52 Grad und eine Plantarflexion von 38 Grad. Eine postoperative Beweglichkeit von über 75 Grad konnten Crevoisier et al. (2001) bei ihren Patienten in 33 %, Jones et al. (2005) in 71 % feststellen, zwischen 30 und 74 Grad in 62 % (Crevoisier et al) und 26 % (Jones et al) sowie von weniger als 30 Grad in 5 % (Crevoisier et al) und 3 % (Jones et al). Jones et al (2005) berichten dabei über eine Verbesserung in 26 % der Fälle, bei 63 % blieb die Beweglichkeit unverändert und nur bei 11 % kam es zu einer Verschlechterung. In diesen Fällen lagen meist höhergradige Knorpelschäden vor.

Vorraussetzung für eine gute Funktion ist vor allem auch eine normale Belastbarkeit des Fußes durch Erhalt der normalen Belastungsmechanik. Hierzu ist es erforderlich, eine gute Stellung des ersten Strahls in Bezug auf den gesamten Vorfuß zu erzielen. Die Untersuchung des Metatarsaleindex (durchschnittlichen Veränderung 0,2 mm) ergab, dass es durch die Scarf Osteotomie zu keiner relevanten Längenänderung, v. a. zu keiner Verkürzung des ersten Metatarsale kommt, die bei anderen Operationsmethoden oft unvermeidlich ist und zu Problemen der Transfermetatarsalgie führen kann (Kilmartin 2002, Fuhrmann 2005).

Auch Aminian et al (2006) konnten in ihrer Untersuchung von 27 Fällen zeigen, dass es durch die Scarf Osteotomie zu keiner ungewollten Verkürzung kommt. Bei Jones et al (2005) kam es zu einer durchschnittlichen Verkürzung um 1 mm, eine Metatarsalgie stellten sie bei keinem ihrer Patienten postoperativ fest.

Auch eine Elevation des Metatarsaleköpfchens kann über eine reduzierte Lastaufnahme des ersten Strahls zu einer Transfermetatarsalgie führen (Kilmartin 2002, Fuhrmann 2005). Betrachtet man die Veränderung der Stellung des ersten Metatarsale, gemessen über den Metatarsaelauftrittswinkel, also den Winkel zwischen Auftrittsfläche und der Schaftachse des ersten Metatarsale im seitlichen

Röntgenbild (Viladot 1974), sowie die Veränderung des Winkels zwischen Metatarsale I und II im seitlichen Röntgenbild, so fanden wir eine signifikante Verringerung des Metatarsaleauftrittswinkels durch die Scarf Osteotomie. Bei dem vorhandenen Spreizfuß führt diese erwünschte Plantarisierung zu einer besseren Belastungsverteilung am Vorfuß und zusammen mit der Versmälerung des Fußes zur Aufrichtung des Fußquergewölbes. Es zeigte sich in der Betrachtung des Metatarsale I/II Elevationswinkels, dass eine Plantarisierung mit einer Reduktion des Winkels um mehr 2 Grad zu einem signifikant besseren Ergebnis im AOFAS Score führt, auf den die Beschwerden bei Metatarsalgie, wenn auch nicht direkt gemessen oder für eine gezielte Beurteilung dieses Beschwerdebildes geeignet, aber doch indirekt einen Einfluss über die subjektiven Parameter „Schmerz“ und „Belastungseinschränkungen“ haben. Auch Fuhrmann (2005) empfiehlt eine Plantarisierung des Metatarsalekopfes.

Pedobarographische Untersuchungen konnten zeigen, dass es durch die Scarf Osteotomie nach ca. 1 Jahr zur Normalisierung der Druckverteilung mit Angleichung der Lastverteilung an die Werte eines Fußgesunden kommt (Jones et al 2005, Buchner et al 2005, Lorei u. Kinast et al 2006) es fand sich eine hohe Korrelation zwischen Patientenzufriedenheit und Ergebnis der Druckverteilungsuntersuchung (Jones et al 2005). Möglicherweise bietet die Scarf Osteotomie hier sogar Vorteile gegenüber anderen Operationsmethoden wie der Chevron Osteotomie (Buchner et al. 2005).

Insgesamt zeigten sich 94 % der von uns untersuchten Patienten mit dem Operationsergebnis zufrieden und würden sich in der gleichen Situation erneut für eine Operation entscheiden. Das kosmetische Ergebnis bezüglich des Ballens wurde von 95 % als „gut“ oder „sehr gut“ eingestuft. Jarde et al. (1999) erzielten bei ihrer Untersuchung in 70 % der Fälle ein ausgezeichnetes oder gutes Resultat. Rippstein und Zünd (2001) erreichten auf der von ihnen angewandten Skala eine Zufriedenheit von 9,2 von 10. Bei Jones et al (2005) waren 50 % der Pat. sehr zufrieden, 25 % zufrieden und nur 8 % nicht zufrieden.

Zur Beurteilung des Operationsergebnisses finden häufig Scores Anwendung, die zum Teil subjektive und zum Teil objektive Kriterien enthalten. In einer Untersuchung

verglichen Schneider und Knahr (1998) 13 Score-Systeme für die Vorfußchirurgie miteinander, wandten sie auf 200 Operationen an und analysierten das Ergebnis. Dabei stellten sie teilweise große Differenzen fest. Sie forderten deshalb, dass bestimmte Kriterien für einen Score zur Bewertung des Ergebnisses einer Vorfußoperation erfüllt sein müssten. Wichtigster Punkt dabei ist, um eine Vergleichbarkeit von Ergebnissen möglich zu machen, dass ein Score allgemein verwendet wird. Der auch von uns angewandte Score der American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) nach Kitaoka et al (1994) entspricht am ehesten den geforderten Kriterien und hat durch die AOFAS die Voraussetzungen für eine breitere Akzeptanz. Kritikpunkte waren die teilweise geringe Relevanz einiger Parameter für die Hallux valgus Chirurgie wie Beweglichkeit des IP-Gelenks, MTP-IP-Stabilität sowie das Fehlen radiologischer Kriterien. Thordarson et al (2005) untersuchten die Korrelation zwischen dem postoperativem Ergebnis und dessen Wiedergabe in verschiedenen Scores, unter anderem auch dem AOFAS Score. Dabei zeigte sich eine signifikante Verbesserung des Scores postoperativ, was hauptsächlich auf die Verbesserung bei den Unterpunkten „Schmerz“ und „Stellung des Hallux“ zurückzuführen war. Eine Abhängigkeit des Score-Ergebnisses von der Schwere der bestehenden präoperativen Deformität oder von Verbesserung der Winkel zeigte sich dabei nicht.

In unserer Untersuchung für die Scarf Osteotomie unter Verwendung des AOFAS Scores erreichten die Patienten einen durchschnittlichen postoperativen Gesamtscore von 89,9 bei einem Median von 95 Punkten. Die Patienten ohne Begleitoperationen (n = 81) erreichten einen durchschnittlichen Gesamtscore von 91,0.

In der Kategorie „Schmerz“ erreichten die Patienten 36,1 von 40 möglichen Punkten, in der Kategorie „Funktion“ 39,5 von 45 Punkten und bei der „Stellung des Hallux“ 14,2 von 15 Punkten. Crevoisier et al. (2001) erzielten bei ihren Patienten einen postoperativen AOFAS Score nach Kitaoka et al. (1994) von 82 von 100 Punkten. Dabei war der Durchschnitt in der Untergruppe „Schmerz“ 31 von 40, bei der „Funktion“ 38 von 45 und bei der Stellung des Großzehen 14 von 15 möglichen Punkten. Dereymaker (2000) gibt einen Score von im Mittel 90,8 an, Rippstein und Zünd (2001) berichten über einen Score von 93, Kristen et al. (2002) kamen auf einen Durchschnitt von 91 Punkten. In der Untersuchung von Jones et al (2005)

verbesserte sich der Score von 52 auf 89 Punkte, bei Buchner et al (2005) von 45 auf 75 Punkte. Aminian et al (2006) erzielen eine Verbesserung von präoperativ 54,5 auf postoperativ 86,5 Punkte. Petersen und Seidel (2000) gaben für den Score nach Kitaoka et al. von 1991 mit einer maximalen Punktzahl von 75 für die Scarf Osteotomie einen durchschnittlichen Wert von 59,1 an.

Es finden sich also für die Scarf Osteotomie durchwegs gute Ergebnisse mit einer signifikanten Verbesserung dieses gemischt subjektiv / objektiven Scores, was darauf hinweist, dass diese Methode dazu geeignet ist, sowohl unter subjektiven Kriterien wie der Patientenzufriedenheit, bei der Schmerz und Belastbarkeit eine sehr große Rolle spielen, als auch unter objektiven Kriterien ein gutes Resultat zu erreichen. Die fehlende Einbeziehung von radiologischen Kriterien in diesen Score ist sicher ein Kritikpunkt, da die radiologischen Ergebnisse nur bedingt Einfluss auf das Ergebnis des AOFAS-Scores haben, aber unstrittig ein wichtiges Zielkriterium darstellen. In unserer Untersuchung fanden sich im AOFAS Score keine signifikanten Unterschiede bei postoperativ größerem Intermetatarsale- oder Hallux valgus Winkel.

Manche Autoren geben Bedenken an, die Scarf Osteotomie im höheren Lebensalter anzuwenden. Wir fanden statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Patienten, die jünger als 50 waren und denen über 50. Hier zeigte sich ein schlechteres Ergebnis im AOFAS Score und der Beweglichkeit, bei den gemessenen Winkeln hingegen bestand keine signifikante Differenz. Bei einer Grenze von 60 Jahren konnten keine unterschiedlichen Resultate festgestellt werden. Zu einem höheren Lebensalter über 70 Jahre kann aufgrund der geringen Patientenzahl ($n = 6$) keine statistisch signifikante Aussage getroffen werden. Die präoperativen Winkel, insbesondere der Hallux valgus Winkel waren jedoch im Vergleich zu den unter 70jährigen größer, das Ergebnis im AOFAS Score mit durchschnittlich 84,5 Punkten ebenso wie die Gesamtbeweglichkeit mit 65 Grad schlechter. Der älteste Patient in unserer Untersuchung war 83 Jahre.

Jones et al (2005) fanden keine signifikanten Unterschiede bei einer Altersgrenze von 49 Jahren.

Jede Operationsmethode muss sich auch mit den unerwünschten Ergebnissen und Komplikationen auseinandersetzen. Die Hallux valgus Chirurgie ist insgesamt mit einer hohen Komplikationsrate behaftet. In einer retrospektiven Untersuchung der Langzeitkomplikationen von 334 Operationen unter Anwendung unterschiedlicher Operationsmethoden (Osteotomien und Weichteileingriffe) mit einem mittleren Follow-up von 6,5 Jahren stellten Jones et al. (1991) für Osteotomien im Bereich des Köpfchens (n = 87) in insgesamt 44 Fällen (50,57 %) das Auftreten von Komplikationen unterschiedlicher Art fest.

In unserer Untersuchung zeigte sich eine mit den Ergebnissen anderer Autoren (Weil 2000, Jarde et al 1999, Petersen und Seidel 2000, Vollmert und Jerosch 2003) vergleichbare Komplikationsrate. Eine Übersicht über die aufgetretenen Komplikationen und unerwünschten Ergebnisse der Scarf Osteotomie im Vergleich mit den in der Literatur beschriebenen gibt Tabelle 4.1. Dabei werden in den einzelnen Arbeiten jedoch meist keine Definitionen für das Auftreten einer Komplikation wie z.B. eines Hallux varus oder Hallux valgus Rezidivs angegeben, was die Vergleichbarkeit einschränkt.

Autor (Jahr)	Hallux varus	Rezidiv	Frakturen	Osteonekrose des Metatarsaleköpfchens	Wundheilungsstörungen / oberflächliche Infektion
Jarde et al (1999)				4%	12 %
Petersen und Seidel (2000)					1 Fall
Weil (2000)	4,1%	3,3%	1,6%	0%	
Crevoisier et al. (2001)		3,5%			
Kristen et al. (2002)		6%			1,8%
Vollmert und Jerosch (2003)	0%	2Fälle/ 76			
Coetzee (2003)		25%	10%		
Eigene Untersuchung	2,8%	6,6%	0%	2,8%	3,8%

Tab. 4.1: Komplikationsraten in der Literatur

Ein spezielles Problem der Scarf Osteotomie ist das sog. „troughing“. Dies bezeichnet eine auf dem Rinneneffekt basierende Fehlstellung der beiden Fragmente durch Einbruch des dorsalen Fragments in den spongiösen Knochen, das vor allem bei der Verwendung stark komprimierender Schrauben auftritt. Cotzee (2003) fand dies in 35% seiner Fälle. Um ein „troughing“ zu erkennen, betrachteten wir die Elevation des ersten Metatarsale im Vergleich zu Metatarsale II. Um die Elevation des Metatarsaleköpfchens zu quantifizieren bestimmten wir den Winkel zwischen der dorsalen Kortikalis von Metatarsale 1 und 2 im seitlichen Röntgenbild im Stehen unter Vollbelastung. Die durchschnittliche Winkelveränderung betrug dabei 0,1 Grad, was zeigt, dass es durch die Operation zu keiner relevanten Winkeländerung im Sinne einer Elevation kommt.

Das Risiko des „troughing“ kann unserer Ansicht nach durch die Verwendung von Gewindekirschnerdrähten statt Schrauben zur Osteosynthese verringert werden. Auch sollte man die Knochenverhältnisse z. B. bei osteoporotischer Veränderung bei der Auswahl der Operationsmethode und Osteosynthese mit einbeziehen.

5. Zusammenfassung

Zur Beurteilung der Ergebnisse nach Scarf Osteotomie zur Korrektur des Hallux valgus wurden Nachuntersuchungen an 106 Füßen (77 Patienten) durchgeführt. In 65 Fällen (49 Patienten) wurde zusätzlich zur Scarf Osteotomie eine Osteotomie nach Akin durchgeführt. Bei 24 Fällen wurde eine Hammerzeh-Korrektur und bei 2 Fällen zusätzlich eine Weil-Osteotomie durchgeführt.

Die mittlere Follow-up Zeit betrug dabei 16,2 Monate, Minimum 12 Monate. Die Nachuntersuchung erfolgte anhand klinischer und radiologischer Kriterien sowie des AOFAS Scores nach Kitaoka et al. (1994).

Dabei ergab sich in der subjektiven Beurteilung durch den Patienten ein gutes kosmetisches Resultat des Ballens (95 % und der Narbe (89 % „sehr gut“ oder „gut“), Bei alleiniger Scarf/Akin Operation des ersten Strahls ohne Begleitoperationen (n = 81) beurteilten 95 % das kosmetische Resultat des Ballens als „sehr gut“ oder „gut“, die Narbe wurde von 88% als „sehr gut“ oder „gut“ bezeichnet.

94 % der Patienten würden sich erneut für eine Operation entscheiden. Die postoperative Gesamtbeweglichkeit betrug durchschnittlich 68,6 Grad bei einer mittleren Dorsalextension von 51,9 Grad und einer mittleren Plantarflexion von 16,7 Grad. Im Score der American Orthopaedic Foot and Ankle Society nach Kitaoka et al (1994) erreichten die Patienten einen durchschnittlichen Wert von 89,9 Punkten.

Zur Bestimmung der radiologischen Kriterien wurden um eine bessere Vergleichbarkeit zu erzielen zwei unterschiedliche Methoden für die präoperative Messung des Intermetatarsalewinkels I/II, des Hallux valgus Winkels und des PASA verwendet. Die Methode häufig verwendete Methode nach Venning and Hardy (1951) eignet sich nicht für die postoperative Bestimmung des IM Winkels und des HV Winkels, da hierbei nicht die postoperative Lateralisierung des Köpfchens beinhaltet ist. Hier ist die Methode nach Mitchell et al (1958) besser geeignet.

Der Intermetatarsalewinkel I/II betrug präoperativ mit der Meßmethode nach Venning & Hardy (1951) im Mittel 13,3 Grad, mit der Methode nach Mitchell et al. (1958) 9,8

Grad. Postoperativ betrug der Winkel 5,2 Grad (nach Mitchel et al), durchschnittlich wurde der Winkel um 4,7 Grad verkleinert. Der Hallux valgus Winkel war im Mittel präoperativ 32,9 Grad nach der Meßmethode nach Venning & Hardy und 28,9 Grad nach der Methode nach Mitchell et al., postoperativ betrug der Winkel 9,3 Grad. Dabei ergab sich eine durchschnittliche Reduktion des Hallux valgus Winkels von 19,6 Grad. Der PASA betrug präoperativ durchschnittlich 25,6 Grad nach Venning & Hardy beziehungsweise 21,0 Grad nach Mitchell et al., postoperativ lag er bei 9,3 Grad. Die Position der Sesambeine nach der Klassifikation von Hardy und Clapham (1951, 1952) betrug präoperativ im Median 5, postoperativ 2.

Insgesamt konnte mit diesen Ergebnissen auch im Vergleich mit der Literatur gezeigt werden, dass die Scarf Osteotomie gut geeignet ist, um die komplexe Deformität des Hallux valgus operativ zu behandeln und eine hohe Patientenzufriedenheit zu erzielen. Zur Vermeidung unerwünschter Ergebnisse ist es erforderlich, die vorliegende Deformität präoperativ genau zu analysieren und auch die erreichbaren Ziele unter Berücksichtigung der Erwartungen des Patienten zu definieren, um für den Patienten und den Operateur das optimale Resultat zu erhalten. Wichtig für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist die Angabe der Meßmethoden, die in der Literatur häufig nicht genau erfolgt.

6. Literaturverzeichnis

1. **Acevedo, J.I.:** Fixation of metatarsal osteotomies in the treatment of hallux valgus. *Foot Ankle Clin*, 5: 451 – 468, 2000.
2. **Akin, O. F.:** The Treatment of Hallux valgus: A new operative procedure and its results. *Med Sentinel*, 33: 678 – 679, 1925.
3. **Allen, T.R., Gross, M., Lowe, L.W., Hutton, W.C.:** The assessment of adolescent Hallux valgus before and after first metatarsal Osteotomy. *Int Orthop*, 5: 111 – 115, 1981.
4. **Allen, D.M., Nunley II, J.A.:** Measurement of the first/second intermetatarsal angle following proximal oblique Osteotomy. *Foot Ankle Int* 23:64 – 67, 2002.
5. **Aminian, A., Kelikan, A., Moen, T.:** Scarf Osteotomy for Hallux valgus Deformity: An Intermediate Followup of Clinical and Radiographic Outcomes. *Foot Ankle Int* 27: 883 – 886, 2006.
6. **Antrobus, J.N.:** The primary deformity in Hallux valgus and metatarsus primus varus. *Clin Orthop*, 184: 251 – 255, 1984.
7. **Austin, D. W., Leventen, E. O.:** A New Osteotomy for Hallux Valgus: A Horizontally Directed „V“ Displacement Osteotomy of the Metatarsal Head for Hallux Valgus and Primus Varus. *Clin Orthop*, 157: 25 – 30, 1981.
8. **Badwey, T. M., Dutkowsky, J.P., Graves, S.C., Richardson E.G.:** An Anatomical Basis for the Degree of Displacement of the Distal Chevron Osteotomy in the Treatment of Hallux valgus. *Foot Ankle* , 18: 213 - 215, 1997.
9. **Barouk, L.S.:** Scarf Osteotomy for Hallux valgus Correction: Local Anatomy, Surgical Technique and Combination with Other Forefoot Procedures. *Foot Ankle Clin*, 5: 525 – 558, 2000.

10. **Barouk, L.S.:** Osteotomie Scarf du premier metatarsien. Med Chir Pied, 10:111 – 120, 1994.
11. **Barouk, L.S. :** New Osteotomies of the Forefoot and their therapeutic role. In: Valtin B., ed.: Forefoot surgery. Expansion Scientifique francaise, Paris: 49 – 76, 1996.
12. **Barouk, L.S.:** Forefoot Reconstruction. Springer, 2005.
13. **Blauth, W. (Hrsg.):** Hallux valgus. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1986.
14. **Bock, P., Kristan, K.H., Kroner, A., Engel, A.:** hallux valgus and cartilage degeneration in the first metatarsophalangeal joint. J Bone Joint Surg (Br) 86-B: 669 – 673, 2004.
15. **Boebel, A., Wolff, K.:** Über die Beziehung zwischen Großzehenlänge und Hallux valgus. Z Orthop, 93: 254 – 259, 1960.
16. **Bonnel, F., Canovas, F., Porée, G., Dusserre, F., Vergnes, C.:** Evaluation de l'ostéotomie Scarf pour hallux valgus en fonction de l'angle articulaire distal métatarsien. Rev Chir Orthop, 85: 381 – 386, 1999.
17. **Borelli, A.H., Weil, L.S.:** Modified Scarf bunionevtomy: our experience in more than 1000 cases. J Foot Surg 1: 609 – 622, 1991.
18. **Bozkurt M., Tigaranc., Dalstra, M., Jensen, N.C., Linde, F.:** Stability of cannulated screws versus Kirschner wire for the proximal crescentic osteotomy of the first metatarsal: a biomechanical study. J Foot Surg 43: 138 – 143, 2004.
19. **Brahms, M. A.:** Hallux Valgus – the Akin Procedure. Clin Orthop, 157: 47 – 49, 1981.

20. **Bretschneider, W., Wanivenhaus, A.:** Mittelfristige Resultate nach subkapitaler Metatarsalosteotomie zur Therapie des Hallux valgus und Metatarsus primus varus. *Z Orthop* 133: 55 – 60, 1995.
21. **Broughton, N.S. , Winson, I.G. :** Keller´s Arthroplasty and Mitchell Osteotomy: A Comparison with First Metatarsal Osteotomy of the Long-Term Results for Hallux Valgus Deformity in the Younger Female. *Foot Ankle*, 10: 201 - 204, 1990.
22. **Buchner, M., Schulze, A., Zeifang, F., Sabo, D.:** Druckverteilungsmessung nach Scarf-Osteotomie bei Hallux valgus. *Z Orthop* 143: 233 – 239, 2005.
23. **Burutaran, J.M.:** Hallux valgus y cortedad anatomica del primer metatarsano (correction quirurgical). *Actual Med Chir Pied*, 13: 261 – 266, 1976.
24. **Butler, J. P. (editor):** Comprehensive textbook of foot surgery. Williams & Wilkins, Baltimore, 1992.
25. **Carl, A., Ross, S., Evanski, P., Waugh, T. :** Hypermobility in Hallux Valgus. *Foot Ankle*, 8: 264 - 269, 1988.
26. **Castellana, A.:** Pathogenese und kausale Behandlung des Hallux valgus. *Z Orthop* 125: 77 – 81, 1987.
27. **Chou, L.B., Mann, R.A., Casillas, M.M.:** Biplanar Chevron Osteotomy. *Foot Ankle Int*, 19: 579 – 584, 1998.
28. **Christensen, P. H., Hansen, T. B.:** Hallux Valgus Correction Using a Modified Hohmann Technique. *Foot Ankle Int*, 16: 177 – 179, 1995.
29. **Coetzee, JC:** Scarf Osteotomy for Hallux valgus repair: The dark side. *Foot Ankle Int* 24:29 – 33, 2003.

30. **Cornwall, M.W., McPoil, T.G., Fishco, W.D., Hunt, L., Lane, C., O'Donnell, D.:** Reliability of Visual Measurement of Forefoot Alignment. *Foot Ankle Int* 25: 745 – 748, 2004.
31. **Corte-Real, N., Vasco Silva, J., Esquivel Pereira, J., Caramelo, J.:** Chevron osteotomy fixed with biodegradable screws in the treatment of Hallux valgus. *Foot Ankle Surg* 4: 87 – 91, 1998.
32. **Coughlin, M. J.:** Juvenile Hallux Valgus: Etiology and Treatment. *Foot Ankle Int*, 16: 682 – 697, 1995.
33. **Coughlin, M. J.:** Hallux Valgus in Men: Effect of the Distal Metatarsal Articular Angle on Hallux valgus Correction. *Foot Ankle Int*, 18: 463 – 470, 1997.
34. **Coughlin, M.J., Saltzman, C.L., Nunley II, J.A.:** Angular measurements in the evaluation of Hallux valgus deformities: A report of the ad hoc committee of the American Orthopaedic Foot & Ankle Society on angular measurement. *Foot Ankle Int* 23:68 – 74, 2002.
35. **Cracchiolo, A.:** Chevron-Osteotomie. In: Wirth, C.J., Ferdini, R., Wülker, N. (Hrsg): Vorfußdeformitäten. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, S. 135 – 143, 1986.
36. **Craigmile, D.A.:** Incidence, origin and prevention of certain foot defects. *Br Med J*, 2: 749 – 752, 1953.
37. **Crevoisier, X., Mouhsine, E. Ortolano, V. Udin, B. Dutoit, M.:** The Scarf Osteotomy for the Treatment of Hallux Valgus Deformity: A Review of 84 Cases. *Foot Ankle Int*, 22: 970 – 976, 2001.
38. **Crosby, L. A., Bozarth, G. R.:** Fixation Comparison for Chevron Osteotomies. *Foot Ankle Int*, 41 – 43, 1998.

39. **Debrunner, H.U.:** Ätiologie und Pathogenese des Hallux valgus. In: Blauth, W. (Hrsg): Hallux valgus. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, S. 37 – 44, 1986.
40. **Dereymaeker, G.:** Scarf Osteotomy for Correction of Hallux valgus. Surgical Technique and Results as Compared to Distal Chevron Osteotomy. Foot Ankle Clin, 5: 513 – 524, 2000.
41. **Donnelly, R. E., Saltzman, C. L., Kile, T. A.:** Modified Chevron Osteotomy for Hallux Valgus. Foot Ankle ,15: 642 – 645, 1994.
42. **Donick, I.I., Berlin, S.J., Block, L.D., Costa, A.J., Fox, J.S., Martorana, V.J.:** An approach for Hallux valgus surgery – Fifteen year review: Part I. J Foot Surg, 19: 113 – 126, 1980.
43. **Durman, D.C.:** Metatarsus primus varus and Hallux valgus. Arch Surg, 74: 128 – 135, 1957.
44. **Dutoit, M.:** Hallux valgus: Diaphysäre Osteotomie des Metatarsale I. In: Wülker, N., Stephens, M. Cracchiolo A. III: Operationsatlas Fuß und Sprunggelenk, Enke, Stuttgart. 29 – 33, 1998.
45. **Easley , M. E., Kiebzak, G. M., Davis, W. H., Anderson, R. B.:** Prospective, Randomized Comparison of Proximal Crescentic and Chevron Osteotomies for Correction of Hallux Valgus Deformity. Foot Ankle Int, 17: 307 – 316, 1996.
46. **Elmslie, M.:** Prevention of foot deformities in children. Lancet, 2: 1260 – 1263, 1939.
47. **Engle E., Erlick N., Krems, I.:** A simplified metatarsus adductus angle. J. Am. Podiatr. Med. Assoc., 73: S.620-628, 1983.
48. **Eulert, J., Mau, H.:** Der Hallux valgus: Klinisches und röntgenologisches Bild. In: Blauth, W. (Hrsg.): Hallux valgus. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, S. 45 – 52, 1986.

49. **Fellmann, J., Zollinger, H.:** Resektionsarthroplastik nach Keller-Brandes. Operat Orthop Traumatol, 2: 143 - 151, 1998.
50. **Flamme, C. H., Wülker, N., Rühmann, O.:** Langzeitergebnisse nach Arthroplastik im Großzehengrundgelenk. Z Orthop, 136: 250 – 254, 1998.
51. **Fuhrmann, R.A., Layher, F., Wetzel, W.D.:** Der Einfluss der Fußbelastung auf die röntgenologische Projektion klinisch relevanter Winkelverhältnisse am Vorfuß. FussSprungg 1: 104 – 109, 2003.
52. **Fuhrmann, R.A., Roth, A. Venbrocks, R.A.:** Metatarsalgie – Differentialdiagnose und Therapie. Orthopäde, 34: 767 – 775, 2005.
53. **Granberry, W. M., Hickey, C.H.:** Hallux Valgus Correction with Metatarsal Osteotomy: Effect of a Lateral Distal Soft Tissue Procedure. Foot Ankle Int, 16: 132 – 138, 1995.
54. **Glasoe, W.M., Allen, M.K., Saltzman, C.L.:** First Ray Dorsal Mobility in Relation to Hallux Valgus Deformity an First Intermetatarsal Angle. Foot Ankle Int, 22: 98 – 101, 2001.
55. **Haines, R.W., McDougall, A.:** The anatomy of hallux valgus. J Bone Joint Surg, 36-B: 272 – 293, 1954.
56. **Hardy, R., Clapham, J.:** Observations on hallux valgus. J Bone Joint Surg, 33-B: 376 – 391, 1951.
57. **Hardy, R., Clapham, J. :** Hallux Valgus. Predisposing anatomical causes. Lancet, 1 : 1180 – 1183, 1952.
58. **Hatstrup, S. J., Johnson, K. A.:** Chevron Osteotomy: Analysis of Factors in Patients' Dissatisfaction. Foot Ankle , 5: 327 – 332, 1985.

59. **Hirvensalo, E., Böstman, O., Törmälä, P., Vainionpää, S., Rokkanen, P.:** Chevron Osteotomy fixed with Absorbable Polyglycolide Pins. *Foot Ankle*, 11: 212 – 217, 1991.
60. **Hiromotu, I., Shimizu, A., Miyamoto, T., Katsura, Y., Tanaka, K.:** Clinical Significance of Increased Mobility in the Sagittal Plane in Patients with Hallux Valgus. *Foot Ankle Int*, 20: 29 – 32, 1999.
61. **Honig:** Studie über die Längenverhältnisse der Metatarsalia I und II beim Hallux valgus und Hallux rigidus. Inaugurationsdissertation, Zürich, 1938.
62. **Horne, G., Tanzer, T., Ford, M.:** Chevron Osteotomy for the Treatment Hallux Valgus. *Clin Orthop*, 183: 32 – 36, 1984.
63. **Hutton, W. C., Dhanendran, M.:** The Mechanics of Normal and Hallux Valgus Feet – A Quantitative Study. *Clin Orthop*, 157: 7 – 13, 1981.
64. **Jarde, O., Trinquier-Lautard, J.L., Gabrion, A., Ruzic, J.C., Vives, P.:** Hallux valgus traité par une ostéotomie de Scarf du premier métatarsien et de la première phalange associée à une plastie de l'adducteur. *Rev Chir Orthop*, 85: 374 – 380, 1999.
65. **Jay, R. M.:** Current Therapy in Podiatric Surgery. B.C. Decker Inc., Toronto, Philadelphia: 152 – 160, 1989.
66. **Johnson, J.E., Clanton, T. O., Baxter, D. E., Gottlieb, M. S.:** Comparison of Chevron Osteotomy and Modified McBride Bunionectomy for Correction of Mild to Moderate Hallux Valgus Deformity. *Foot Ankle*, 12: 61 – 68, 1991.
67. **Johnson, K. A., Cofield, R. H., Morrey, B. F.:** Chevron Osteotomy for Hallux Valgus. *Clin Orthop*, 142: 44 – 47, 1979.

68. **Jones, S.**, Al Hussainy, H.A., Ali, F., Betts, R.P., Flowers, M.J.: Scarf Osteotomy for hallux valgus – A prospective clinical and pedovarographic study. *J Bone Joint Surg (Br)* 86-B: 830 – 836, 2004.
69. **Jones, R.O., Baer, S., Harkless, L.B., Wilkinson, S.V.:** Retrospective Analysis of Factors Influencing the Formation of Long-Term Complications Following Hallux Abducto Valgus Surgery. *J Foot Surg*, 30: 344 – 349, 1991.
70. **Kalen, V., Brecher, A.:** Relationship Between Adolescent Bunions and Flatfeet. *Foot Ankle*, 8: 331 – 336, 1988.
71. **Kalmus, R.:** Beitrag zur Frage nach der Entstehungsursache des Hallux valgus. *Arch Orthop*, 30: 85 – 96, 1931.
72. **Karasick, D., Wagner, K.L.:** Hallux Valgus Deformity: Preoperativ Radiologic Assessment. *AJR*, 155: 119 – 123, 1990.
73. **Kato, T., Wanabe, S.:** The etiology of hallux valgus in Japan. *Clin Orthop*, 157: 78 – 81, 1981.
74. **Kilmartin, T.E., Barring, R.L., Wallace, W.A.:** Metatarsus primus varus, a statistical study. *J Bone Joint Surg*, 73-B: 937 – 940, 1991.
75. **Kilmartin, T. E., Wallace, W. A.:** The Significance of Pes Planus in Juvenile Hallux Valgus. *Foot Ankle*, 13: 53 – 56, 1992.
76. **Kinnard, P., Gordon, D.:** A Comparison Between Chevron and Mitchell Osteotomies for Hallux Valgus. *Foot Ankle*, 4: 241 – 243, 1984.
77. **Kristen, K.H., Berger, C. Stelzig, S., Thalhammer, E., Posch, M. Engel, A.:** The Scarf Osteotomy for the Correction of Hallux Valgus Deformities. *Foot Ankle Int*, 23: 221 – 229, 2002.

78. **Kitaoka, H. B., Holiday, A. D, Jr., Campbell, D.C., II.:** Distal Chevron Metatarsal Osteotomy for Bunionette. *Foot Ankle*, 12: 80 – 84, 1991.
79. **Kitaoka, H. B., Alexander, I. J., Adelaar, R. S., Nunley, J. A., Myerson, M. S., Sanders, M.:** Clinical Rating Systems for the Ankle-Hindfoot, Midfoot, Hallux and Lesser Toes. *Foot Ankle Int*, 15: 349 – 352, 1994.
80. **Klaue, K., Hansen, Snijders, C. J., Stoeckart, R.:** Geometric Data of Hallux Valgus Feet. *Foot Ankle Int*, 17: 548 – 554, 1996.
81. **Lelièvre, J.:** Pathologie du pied. Masson et Cie., Paris, S. 462 – 502, 1967.
82. **Lewis, R. J., Feffer, H. L.:** Modified Chevron Osteotomy of the First Metatarsal. *Clin Orthop*, 157: 105 – 109, 1981.
83. **Lippert, F. G., III., McDermott, J. E.:** Crescentic Osteotomy for Hallux Valgus: A Biomechanical Study of Variables Affecting the final Position of the First Metatarsal. *Foot Ankle*, 11: 204 – 207, 1991.
84. **Lorei, T.J., Kinast, C., Klarner, H., Rosenbaum, D.:** Pedographic, clinical, and functional outcome after scarf osteotomy. *Clin Orthop Rel Res*, 451: 161 – 166, 2006.
85. **Ludloff, K.:** Die Beseitigung des Hallux valgus durch die schräge plantar-dorsale Osteotomie des Metatarsus. *Arch Klin Chir*, 110: 364 – 387.
86. **Mann, R.A., Coughlin, M.J.:** Hallux Valgus – Etiology, Anatomy, Treatment and Surgical Considerations. *Clin Orthop*, 157: 31 – 41, 1981.
87. **Mann, R.A., Coughlin, M.J.:** Adult hallux valgus. In: Mann, R.A., Coughlin, M.J.: *Surgery of the foot and ankle*. Mosby, St. Louis, Baltimore, Boston, S. 167 – 296, 1992.

88. **Mann, R.A.:** Distaler Weichteileingriff und proximale Metatarsaleosteotomie. In: Wirth, C.J., Ferdini, R., Wülker, N. (Hrsg): Vorfußdeformitäten. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, S.285 - 289, 1993.
89. **Mann, R.A.:** Operative Therapie in den USA. In: Wirth, C.J., Ferdini, R., Wülker, N. (Hrsg): Vorfußdeformitäten. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, S.207 - 223, 1986.
90. **Mann, R.A.:** Behandlung des Hallux valgus. Orthopäde 25: 302 – 307, 1996.
91. **Marcinko, D. E.:** Hallux Valgus: Morphologie, Klinik, operative Therapie. Ullstein Mosby, Berlin, 1994.
92. **Markbreiter, L. A. , Thompson, F. M.:** Proximal Metatarsal Osteotomy in the Hallux valgus Correction: A Comparison of Crescentic and Chevron Procedures. Foot Ankle Int, 18: 71 – 76, 1997.
93. **McGarvey, S. R.:** Internal Fixation of the Akin Osteotomy. Foot Ankle, 16: 172 – 173, 1995.
94. **Meyer, M.:** Eine neue Modifikation der Hallux-Valgusoperation. Zbl Chir, 53: 3265 – 3268, 1926.
95. **Mitchell, C.L.O., Fleming, J.L., Allen, R., Glenney, C., Sanford, G.A.:** Osteotomy – bunionectionomy for Hallux valgus. J Bone Joint Surg, 40-A: 41 – 60, 1958.
96. **Mitchell, L. A., Baxter, D.E.:** A Chevron-Akin Double Osteotomy for Correction of Hallux Valgus. Foot Ankle, 12: 7 – 14, 1991.
97. **Morton, D.J.:** The human foot. Columbia University Press, New York, 1935.

98. **Myers, S.R., Herndon, J.H.:** Silastic Implant Arthroplasty with Proximal Metatarsal Osteotomy for painful Hallux Valgus. *Foot Ankle*, 10: 219 – 222, 1990.
99. **New, T.O.:** Lectures on surgery of the forefoot. Orthopäd Spital Wien, 1983.
100. **Newman A.S., Negrine J.P., Zecovic, M., Stanford, P., Walsh, W.R.:** A biomechanical comparison of the Z step-cut and basilar crescentic osteotomies of the first metatarsal. *Foot Ankle Int* 21: 584 – 587, 2000.
101. **Nilsonne, H.:** Über Hallux valgus congenitus. *Z Orthop Chir*, 43: 619 – 622, 1924.
102. **Nilsonne, H.:** Hallux rigidus and its treatment. *Acta Orthop Scand*, 1: 295 – 303, 1930.
103. **Petersen, W., Seide, H.W.:** Frühergebnisse nach Korrektur des Hallux valgus mit der Scarf-Osteotomie. *Z Orthop*, 138: 258 – 264, 2000.
104. **Piggott, H.:** The natural history of hallux valgus in adolescence and elderly adult life. *J Bone Joint Surg*, 42-B: 749 – 760, 1960.
105. **Pochatko, D. J., Schlehr, F. J., Murphey, M. D., Hamilton, J. J.:** Distal Chevron Osteotomy with Lateral Release for Treatment of Hallux Valgus Deformity. *Foot Ankle Int*, 15: 457 – 461, 1994.
106. **Popoff, I., Negrine, J.P., Zecovic, M., Svehla, M., Walsh, W.R.:** The effect of screw type on the biomechanical properties of SCARF and crescentic osteotomies of the first metatarsal. *J Foot Ankle Surg*, 42: 161 – 164, 2003.
107. **Porter, M.D., Anderson, M.G.:** Results of bioabsorbable fixation of metatarsal osteotomies. *Am J Orthop*, 33: 09 – 611, 2004.

108. **Resch, S., Stenström, A., Gustafson, T.:** Circulatory Disturbance of the First Metatarsal Head after Chevron Osteotomy as Shown by Bone Scintigraphy. *Foot Ankle*, 13: 137 – 142, 1992.
109. **Resch, S., Stenström, A., Egund, N.:** Proximal Closing Wedge Osteotomy and Adductor Tenotomy for Treatment of Hallux Valgus. *Foot Ankle*, 9: 272 – 280, 1989.
110. **Richardson, E. G., Graves, S. C., McClure, J. T., Boone, T.:** First Metatarsal Head-Shaft Angle: A Method of Determination. *Foot Ankle*, 14: 181 – 185, 1993.
111. **Rippstein, P., Zünd, T.:** Die “Scarf”-Osteotomie bei Hallux valgus. *Operat Orthop Traumatol*, 13: 107 – 120, 2001.
112. **Rossi, W. R., Ferreira, J. C. A.:** Chevron Osteotomy for Hallux Valgus. *Foot Ankle*, 13: 378 – 381, 1992.
113. **Sammarco, G. J., Brainard, B. J., Sammarco, V. J.:** Bunion Correction Using Proximal Chevron Osteotomy. *Foot Ankle*, 14: 8 – 13, 1993.
114. **Sammarco, G. J., Conti, S. F.:** Proximal Chevron Metatarsal Osteotomy : Single Incision Technique. *Foot Ankle*, 14: 44 – 47, 1993.
115. **Sandelin:** Über Hallux valgus und die von dieser Affektion bedingte Verunstaltung des Fußes und die Behandlung. *Acta Chir Scand*, 56: 1 – 25, 1924
116. **Sanders, A. P., Snijders, C. J., Linge, B. V.:** Potential for Recurrence of Hallux Valgus after a Modified Hohmann Osteotomy: A Biomechanical Analysis. *Foot Ankle*, 16: 351 – 356, 1995.
117. **Sangeorzan, B. J., Hansen, S. T.:** Modifieds Lapidus Proceurde for Hallux Valgus. *Foot Ankle*, 9: 262 – 266, 1989.

118. **Saragas, N.P.:** Technique Tip: Preventing “Troughing” with the Scarf Osteotomy. *Foot Ankle*, 26: 779 – 780, 2005.
119. **Sarrafian, S.K.:** A Method of Predicting the Degree of Functional Correction of the Metatarsus Primus Varus with a Distal Lateral Displacement Osteotomy in Hallux Valgus. *Foot Ankle*, 5: 322 – 326, 1985.
120. **Sarrafian, S.K.:** Anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic, functional. Lippincott, Philadelphia, 1993.
121. **Schneider, W., Knahr, K.:** Scoring in forefoot surgery, a statistical evaluation of single variables and rating systems. *Acta Orthop Scand*, 69: 498 – 504, 1998.
122. **Schneider, W., Knahr, K.:** Metatarsophalangeal and Intermetatarsal Angle: Different Values and Interpretation of Postoperative Results Dependent on the Technique of Measurement. *Foot Ankle Int*, 19: 532 – 536, 1998.
123. **Schöb, O., Auracher, J., Kappel [144]er, U., Meyer, R.P.:** Die Operation des Hallux valgus: Ein Vergleich dreier häufiger Operationsverfahren. *Othop Praxis* 29: 492 – 498, 1993.
124. **Schön N.S., Zygmunt K., Gudas C.:** Z-bunionectomy: retrospective long-term study. *J Foot Ankle Surg*, 35: 312 – 317, 1996.
125. **Schwartz, N., Groves, E.R.:** Long term follow-up of internal threaded Kirschner-wire fixation of the scarf bunionectomy. *J Foot Surg*, 26: 313 – 316, 1987.
126. **Scott, G., Menz, H.B., Newcomb, L.:** Age-related differences in foot structure and function. *Gait Posture*, Aug 2006 (epub ahead of print).
127. **Shaffer, M.W.:** Die Osteotomie nach Meyer-Scarf. In: Marcinko, D. E.: *Hallux Valgus: Morphologie, Klinik, operative Therapie*. 149 – 156, Ullstein Mosby, Berlin, 1994.

128. **Sim-Fook, L., Hodgson, A.R.:** A comparison of foot forms among the non-shoe and shoe-wearing Chinese population. *J Bone Joint Surg*, 40-A: 1058 – 1062, 1958.
129. **Skinner, B.M.:** Note on the relative lengths of first and second toes of the human foot. *J. R.A.M.C.*, 58: 215 – 219, 1932.
130. **Small, H. N., Braly, W. G., Tullos, H. S.:** Fixation of the Chevron Osteotomy Utilizing Absorbable Polydioxanon Pins. *Foot Ankle Int*, 16: 346 – 349, 1995.
131. **Smith, A.M., Alwan, T., Davies, M.S.:** Perioperative Complications of the Scarf Osteotomy. *Foot Ankle Int* 24:222 – 227, 2003.
132. **Snijders, C. J., Snijder, J. G. N., Philippens, M. M. G. M.:** Biomechanics of Hallux Valgus and Spread Foot. *Foot Ankle*, 7: 26 – 35, 1986.
133. **Steinböck, G., Leder, K.:** Operation des Hallux valgus nach Akin-New. *Z Orthop* 126: 420 – 424, 1988.
134. **Steinböck, G.:** 5-Jahres-Ergebnisse einer gedeckten Operation des Hallux valgus nach Akin-New. *Othop Praxis* 29: 861 – 864, 1993.
135. **Steinböck, G.:** Die horizontale v-förmige Verschiebe Osteotomie nach Austin (Chevron-Osteotomie) zur Behandlung des Hallux valgus. *Othopäde* 25: 308 – 316, 1996.
136. **Stephens, M. M.:** Pathogenesis of hallux valgus. *Eur J Foot Ankle Surg*, 1: 7 – 10, 1994.
137. **Stoffella, R.:** Osteosynthesetechnik zur Metatarsaleosteotomie beim Hallux Valgus. *Operat Orthop Traumatol*, 4: 317 – 325, 1998.

138. **Tananka, Y., Takakura, Y., Sugimoto, K., Kumai, T., Sakamoto, T. Kadono, K.:** Precise Anatomic Configuration Changes in the First Ray of the Hallux valgus Foot. *Foot Ankle Int*, 21: 651 – 656, 2000.
139. **Thomas, R. L., Espinosa, F. J., Richardson, E. G.:** Radiographic Changes in the First Metatarsal Head after Distal Chevron Osteotomy Combined with Lateral release through a Plantar Approach. *Foot Ankle Int*, 15: 285 – 292, 1994.
140. **Terzis, G. D., Kashif, F., Mowbray, M. A. S.:** The Mayday Distal First Metatarsal Osteotomy for Hallux Valgus: A Review After the Introduction of a New Instrument. *Foot Ankl Int*, 18, 3 – 7, 1997.
141. **Thordarson, D. B., Leventon, E. O.:** Hallux Valgus Correction with Proximal Metatarsal Osteotomy: Two-year Follow-up. *Foot Ankle*, 13: 321 – 326, 1992.
142. **Thordarson, D., Ebramzadeh, E., Moorthy, M., Lee, J., Rudicel, S.:** Correlation of hallux Valgus Surgical Outcome With AOFAS Forefoot Score and Radiological Parameters. *Foot Ankle Int* 26: 122 – 127, 2005.
143. **Tomczak, R.L., Lewandowski, J.E.:** A Meta-Analysis of first Metatarsal Osteotomies for the Correction of Metatarsus Primus Adductus. *J Foot Surg*, 30: 364 – 368, 1991.
144. **Tourne, Y., Saragaglia, D., Zattara, A., Maire, J. P., Picard, F., Montbaron, E., Charbel, A.:** Hallux Valgus in the Elderly: Metatarsophalangeal Arthrodesis of the First Ray. *Foot Ankle Int*, 18: 195 – 198, 1997.
145. **Trnka, H. -J., Zembsch, A., Wiesauer, H., Hungerford, M., Salzer, M., Ritschl, P.:** Modified Austin Procedure for Correction of Hallux Valgus. *Foot Ankle Int*, 18: 119 – 126, 1997.
146. **Trnka, H.-J., Parks, B.G., Ivanic, G., Chu, I.-T., Easley, M.E., Schon, L.C., Myerson, M.S.:** Six First Metatarsal Shaft Osteotomies: Mechanical and Immobilization Comparisons. *Clin Orthop*, 381: 256 – 265, 2000.

147. **Trnka, H.-J., Zembsch, A., Easley, M.E., Salzer, M., Ritschl, P., Myerson, M.S.:** The Chevron Osteotomy for Correction of Hallux Valgus: Comparison of Findings after Two and Five Years of Follow-up. *J Bone Joint Surg*, 82-A: 1373 – 1378, 2000.
148. **Vandeputte, G., Dereymaeker, G., Steenwerckx, A. Peeraer, L.:** The Weil Osteotomy of the Lesser Metatarsals: a Clinical and Pedobarographic Follow-up Study. *Foot Ankle Int*, 5: 370 – 374, 2000.
149. **Venning, P., Hardy, R.H.:** Sources of error in the production and measurement of standard radiographs of the foot. *Br J Radiol*, 24: 18 – 26, 1951.
150. **Viladot A:** *Patologia del Antepie*, p. 4 Ediciones Toray, SA Barcelona, 1974
151. **Viladot, A.:** *Pathologie de l'avant-pied*. Expansion Scientifique, Paris, 1979.
152. **Viladot, A.:** Der sog. Standardvorfuß. In: Wirth, C.J., Ferdini, R., Wülker, N. (Hrsg.): *Vorfußdeformitäten*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, S. 225 – 232, 1993.
153. **Vittas, D., Jansen, E. C., Larsen, T. K.:** Gait Analysis before and after Osteotomy for Hallux Valgus. *Foot Ankle*, 8: 134 – 136, 1987.
154. **Volkman, R.:** Über die sogenannte Exostose der großen Zehe. *Virchows Arch Pathol Anat*, 10: 297 – 306, 1856.
155. **Vollmer, O., Jerosch, J.:** Mittelfristige Ergebnisse nach diaphysärer Metatarsale-I-Osteotomie zur Therapie des Hallux valgus mit Metatarsus primus varus. *FussSprungg* 1: 110 – 116, 2003.
156. **Wagner, A., Fuhrmann, R., Abramovsky, I.:** Early results of Scarf osteotomies using a differential therapy of Hallux valgus. *Foot Ankle Surg*, 6: 105 – 112, 2000.

157. **Wanivenhaus, A., Brettschneider, W.:** Influence of Metatarsal Head Displacement on Metatarsal Pressure distribution after Hallux Valgus Surgery. *Foot Ankle*, 14: 85 – 89, 1993.
158. **Weil, L.S.:** Scarf Osteotomy for Correction of Hallux Valgus: Historical Perspective, Surgical Technique and Results. *Foot Ankle Clin*, 5: 559 – 580, 2000.
159. **Wessels, K.-D.:** Die subkapitale Chevron-Osteotomie zur Behandlung des Hallux valgus. *Orthop Praxis* 30: 449 – 451, 1994.
160. **Wessels, K.-D.:** Korrekturosteotomien zur Behandlung des Hallux Valgus. *Orthop Praxis*, 34: 121 – 125, 1998.
161. **Wetzel, R., Appel, M., Hess, G., Schwarzkopf, S., Puhl, W.:** Der Sesambeinkomplex und die Hallux valgus-Deformität. Eine retrospektive Analyse von 82 Mitchell-Osteotomien. *Z Orthop*, 134: 524 – 532, 1996.
162. **Wilson, J.N.:** Oblique displacement osteotomy for hallux valgus. *J Bone Joint Surg*, 45B: 552 – 556, 1963.
163. **Winemaker, M. J., Amendola, A.:** Comparison of Bioabsorbable Pins and Kirschner Wires in the Fixation of Chevron Osteotomies for Hallux Valgus. *Foot Ankle Int*, 17: 623 – 628, 1996.
164. **Wirth, C.J., Ferdini, R., Wülker, N. (Hrsg):** Vorfußdeformitäten. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1986.
165. **Wolke, B., Sparmann, M.:** Results after distal Austin and proximal displacement osteotomy: therapy for hallux valgus. *Foot Ankle Surg* 5: 47 – 52, 1999.
166. **Wülker, N., Wirth, C.J.:** Decision making in hallux valgus surgery. *Eur J Foot Ankle Surg* 1: 11 – 19, 1994.

167. **Wülker, N., Wirth, C.J., Maßmann, J.:** Erkrankungen an den Sesambeinen der Großzehe. Z Orthop, 129: 431 – 437, 1991.
168. **Wülker, N.:** Hallux valgus – Hallux rigidus. Enke, Bücherei des Orthopäden Bd. 67, Stuttgart, 1997.
169. **Wülker, N., Suckel, A.:** Osteotomien des Mittelfußes beim Hallux valgus. Orthopäde, 34:726 – 734, 2005.
170. **Zhuber, K., Salzer, M.:** Behandlung des Hallux valgus bei Metatarsus primus varus. Z Orthop, 115: 916 – 922, 1977.
171. **Zimmer, T. J., Johnson, K. A., Klassen, R. A.:** Treatment of Hallux Valgus in Adolescent by the Chevron Osteotomy. Foot Ankle, 9: 190 – 193, 1989.

Lebenslauf

Persönliche Angaben:

- Name: Neumeier
- Vorname: Christian Perry
- Geburtsdatum: 13. Mai 1975
- Geburtsort: München
- Familienstand: Ledig
- Staatsangehörigkeit: Deutsch

Schulbildung und Studium:

1981 – 1985 Grundschule an der Gotzinger Straße München

1985 – 1994 Klenze – Gymnasium München

Abitur 1994

Wehrdienst:

1994 – 1995 Sanitätslehrbataillon 851 München

Studium

1995 – 2001 Studium der Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität
München

Famulaturen Chirurgie am Städtischen Krankenhaus München -
Harlaching, Orthopädie und Anästhesie am Krankenhaus der
Barmherzigen Brüder München, Orthopädie Praxisfamulatur in
München

Praktisches Jahr Chirurgie am Städt. Krankenhaus München-
Harlaching, Orthopädie am Klinikum Rosenheim, Innere Medizin am
Städt. Krankenhaus München-Harlaching

Staatsexamen 2001

Facharztausbildung:

- 2001 – 2002 AIP Chirurgie Chirurgische Klinik Seefeld
- 2002 – 2006 Assistenzarzt Orthopädie Krankenhaus der Barmherzige Brüder
München
- 2006 – 2007 Assistenzarzt Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie Klinikum
München-Schwabing, Intensivmedizin
- seit 2007 Assistenzarzt Orthopädie Krankenhaus der Barmherzige Brüder
München

München, im Juli 2007

Danksagung

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

Herrn Dr. med. Christian Kinast für die gute Betreuung und die geduldige Unterstützung.

Herrn Dr. med. Phillip Schwarz für die kollegiale und angenehme Zusammenarbeit bei der Erhebung der Daten.

Frau Diana Matthäi für die anhaltende Unterstützung und Motivation, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Meinen Eltern Johann und Babette Neumeier für die geduldige Unterstützung während des Studiums und des Entstehens dieser Arbeit.