

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Universität Würzburg König-Ludwig-Haus
Direktor: Professor Dr. med. J. Eulert

Langzeitergebnisse nach operativer Korrektur der rheumatischen
Vorfußdeformität mit Arthrodese im Großzehengrundgelenk – ein Vergleich
klinischer, radiologischer und pedographischer Befunde

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt von
Barbara Uleer
aus Stade

Würzburg, Juni 2006

Referent: Prof. Dr. med. F. Gohlke

Korreferent: Prof. Dr. med. J. Eulert

Dekan: Prof. Dr. med. G. Ertl

Tag der mündlichen Prüfung:

Die Promovendin ist Zahnärztin

1	EINLEITUNG	1
1.1	Ätiologie und Pathogenese der rheumatoiden Arthritis	1
1.2	Der rheumatische Vorfuß	2
1.2.1	Diagnostik	2
1.2.2	Pathomechanik	4
1.2.3	Therapie	7
1.2.3.1	konservative Therapie	7
1.2.3.2	operative Therapie	8
1.2.3.2.1	Die Behandlung der Zehen II-V	8
1.2.3.2.2	Die Behandlung der Großzehe	9
1.2.3.2.2.1	Resektionsarthroplastik	9
1.2.3.2.2.2	Großzehengrundgelenksarthrodese	10
1.2.3.2.2.3	Interpositonsarthroplastik	12
1.2.3.2.2.4	Osteotomie	12
1.2.3.2.3	Die Behandlung der PIP-Gelenke	12
2	MATERIAL UND METHODE	13
2.1	Patientengut (Gruppe A)	13
2.1.1	Geschlechtsverteilung	13
2.1.2	Altersverteilung	13
2.1.3	Seitenverteilung	14
2.2	Patientengut (Gruppe B)	14
2.2.1	Geschlechtsverteilung	14
2.2.2	Altersverteilung	14
2.2.3	Seitenverteilung	14
2.3	Operationsmethoden	15
2.3.1	Großzehengrundgelenksarthrodese (Gruppe A)	15
2.3.1.1	Operationstechnik	15
2.3.1.2	Nachbehandlung	17

2.3.2	Resektionsarthroplastik (Gruppe B)	17
2.3.2.1	Operationstechnik	17
2.3.2.2	Nachbehandlung	18
2.4	Untersuchungsverfahren	18
2.4.1	Röntgenologischer Befund	18
2.4.1.1	Metatarsophalangealwinkel (Hallux-valgus-Winkel)	19
2.4.1.2	Dorsalextensionswinkel	19
2.4.1.3	Verknöcherung (Gruppe A)	19
2.4.2	Klinischer Befund	19
2.4.2.1	Inspektion und Palpation des Vorfußes	19
2.4.2.1.1	Entzündungszeichen	19
2.4.2.1.2	Äußere Form	19
2.4.2.2	Funktion	20
2.4.3	Standardisierter Fragebogen	20
2.4.4	SMFA-D-Fragebogen	21
2.4.5	Scores	21
2.4.5.1	Score nach Miehlke et al.	21
2.4.5.2	Score nach Kitaoka et al.	22
2.4.6	Pedographie	24
2.4.6.1	Aufbau des EMED-Systems	24
2.4.6.2	Dynamische Druckmessung	24
2.4.6.3	Statische Druckmessung	26
3	ERGEBNISSE	28
3.1	Radiologische Beurteilung	28
3.1.1	Metatarsophalangealwinkel (Hallux-valgus-Winkel)	28
3.1.2	Dorsalextensions-Winkel	28
3.1.3	Verknöcherung (Gruppe A)	29
3.2	Klinische Beurteilung	29
3.2.1	Scores	29
3.2.1.1	Score nach Miehlke et al.	29

3.2.1.1.1	Schmerzen	29
3.2.1.1.2	Gehfähigkeit	31
3.2.1.1.3	Zehenstand	32
3.2.1.1.4	Fußform	32
3.2.1.1.5	Komplikationen	33
3.2.1.1.6	Gesamtergebnis des Scores nach Miehke et al.	33
3.2.1.2	Score nach Kitaoka	34
3.2.1.2.1	Schmerzen	34
3.2.1.2.2	Tätigkeitseinschränkung	35
3.2.1.2.3	Schuhe	35
3.2.1.2.4	Beweglichkeit im MTP-Gelenk	36
3.2.1.2.5	Beweglichkeit im IP-Gelenk (Plantarflexion)	36
3.2.1.2.6	MTP-IP-Stabilität	37
3.2.1.2.7	Schwielen	37
3.2.1.2.8	Ausrichtung der Großzehe	38
3.2.1.2.9	Gesamtergebnis des Scores nach Kitaoka	38
3.2.2	Ergebnisse des standardisierten Fragebogens	40
3.2.2.1	Patientenzufriedenheit	40
3.2.2.2	Vergleich der Patientenzufriedenheit mit den Ergebnissen der Scores	42
3.2.2.3	präoperative Diagnose	44
3.2.2.4	postoperative Wundheilung	45
3.2.3	SMFA-D-Fragebogen	45
3.2.4	Kasuistik	48
3.2.4.1	Fall 1	48
3.2.4.2	Fall 2	52
3.3	Pedographie	58
3.3.1	Statische Druckmessung	58
3.3.1.1	Belastung der Großzehe während der Standphase	58
3.3.1.2	Pmax im Vorfußbereich während der Standphase	59
3.3.2	Dynamische Druckmessung	59
3.3.2.1	Druckmaxima beim Abrollvorgang	59

3.3.2.1.1	Verteilung der größten Maximaldruckwerte	60
3.3.2.1.2	durchschnittliche Maximaldruckwerte	61
3.3.2.1.3	Maximaldruck in Bezug auf Hallux-valgus-Winkel	62
3.3.2.1.4	abnormal hohe Maximaldruckwerte	63
3.3.2.2	Druckangriffskurve	64
3.3.2.2.1	Beteiligung der Großzehe beim Abrollvorgang	64
4	DISKUSSION	65
5	ZUSAMMENFASSUNG	79
6	LITERATURVERZEICHNIS	80

1 Einleitung

1.1 *Ätiologie und Pathogenese der rheumatoiden Arthritis*

Die rheumatoide Arthritis (chronische Polyarthritits) bildet unter den entzündlich-rheumatischen Erkrankungen den größten Anteil. Es handelt sich um eine systemische Erkrankung, die durch die Merkmale polyartikulärer Befall, symmetrische Verteilung und Chronizität gekennzeichnet ist. Die Prävalenz wird in der Literatur zwischen 1 und 3% der Bevölkerung angegeben und nimmt mit dem Alter zu. Frauen sind etwa viermal häufiger betroffen als Männer. Es liegt oftmals eine genetische Prädisposition vor. Für die seropositive rheumatoide Arthritis besteht eine Assoziation mit bestimmten Subgruppen des HLA-Allels DR4. (Classen et al., 1998; Siegenthaler et al., 1992)

Die Ätiologie ist bislang unbekannt, und die Pathogenese der chronischen Polyarthritits ist noch nicht eindeutig geklärt. Auslöser sollen verschiedene mikrobielle Erreger oder körpereigene Substrate sein, die zu einer pathogenen Autoimmunreaktion führen. Diese manifestiert sich an der Synovialmembran. (Siegenthaler et al., 1992). Die Synovitis ist die Ursache der als sekundär zu betrachtenden Zerstörungen der funktionstragenden Gewebsstrukturen (Tillmann, 1977).

Im Frühzustand führt die ausgeprägte entzündliche Veränderung der Membrana synovialis zu rezidivierenden schmerzhaften Gelenkergussbildungen. Durch enzymatische Prozesse und Gefäßbindegewebsproliferation greift sie auf das Knorpelgewebe über, das infiltrativ durchwachsen wird (Pannus). Es kommt zur Überdehnung des Kapsel- und Bandapparates und somit zu Instabilitäten (Schlottergelenk). Der Knorpel wird unterminiert, und damit folgt die Zerstörung des subchondralen Knochens. Die sekundären Veränderungen des Kapsel- und Bandapparates der Gelenke können sowohl Instabilitäten als auch Versteifungen bis hin zur Ankylose verursachen. Im Spätstadium ist das gesamte Gelenk destruiert.

Die Metatarsophalangealgelenke sind bei langjährigen Erkrankungen in 80-92% der Fälle betroffen (Vainio, 1975; Pfahler et al., 1996).

Die Erstmanifestation der rheumatoiden Arthritis an den Füßen ist mit etwa 16% vergleichbar häufig mit der bekannten Inzidenz an den Händen (Hagena, 1999).

1.2 Der rheumatische Vorfuß

1.2.1 Diagnostik

Wichtig ist es, bereits frühzeitig entzündlich-rheumatische Läsionen des Fußes von rein statisch verursachten und degenerativen Veränderungen abzugrenzen.

Eine Schmerzhaftigkeit beim Abrollen, eine druckschmerzhafte Kapselschwellung, initial besonders streckseitig tastbar, und deutliche Schmerzen bei der Plantarflexion der Zehen können an den Zehengrundgelenken II – V deutliche Hinweise auf eine entzündliche Veränderung sein. Bei sehr akutem Beginn kann es auch schon früh zu prallen, abgrenzbaren, geröteten Schwellungen der plantaren Bursen unter den Mittelfußköpfchen kommen.

Die Großzehe ist nach Auffassung von Tillmann, 1977, und Vainio, 1956, mindestens genauso häufig betroffen wie die übrigen Zehen, läßt sich aber durch Außenkantung des Fußes besser entlasten. Zudem befinden sich die entzündlichen Bursen hier eher seitlich tibial als plantar und sind daher beim Abrollvorgang dem Druck des Körpergewichts nicht voll ausgesetzt sondern eher dem Schuhdruck von medial. Bei relativ geringer Schmerzsymptomatik besteht besonders die Gefahr, daß eine entzündlich bedingte Valgusfehlstellung der Großzehe lange Zeit als statisch bedingt interpretiert wird.

Im fortgeschrittenen Stadium zeigt das typische klinische Erscheinungsbild eines rheumatischen Vorfußes einen Hallux valgus und Hammerzehen II-IV mit dorsaler Subluxation der Grundgliedbasen, meistens mit einer Varusfehlstellung der V. Zehe kombiniert. Die Dislokation der Grundglieder

verursacht eine Verlagerung des plantaren Fettpolsters nach distal (Fowler, 1959; Geppert et al., 1992). Schmerzhaftes Hautschwielen ist plantar unter den Mittelfußköpfchen II-V sowie an der Außenseite der Mittelfußköpfchen I und V lokalisiert. Unter dem I. Mittelfußköpfchen können auch die Sesambeine druckschmerzhaft sein. Häufig zeigt sich eine Überstreckbarkeit des Interphalangeal-Gelenks der Großzehe und eine Schwielenbildung unter der Endgliedbasis.

Der Hallux valgus ist oft zusätzlich zu den oben genannten Deformierungen unter die II. bis IV. Zehe subduziert, während sich die Krallenzehe II-IV darüber legen. Der typische rheumatische Vorfuß in seiner ganzen Ausprägung (s. Abb. 1) wurde von Michotte, L. 1939 als „le pied rond rhumatismale“ bezeichnet, weil der Fuß im Endzustand so aussieht, als sei er durch eine Röhre gepresst worden (Tillmann, 1977 und 1982).



Abb. 1: Rheumatische Vorfußdeformität

Im Stadium der Synovitis ist das Röntgenbild weitgehend unauffällig. In Einzelfällen ist ein Schwund der Grenzlamelle mit lokalisierter Spongiosaverdichtung erkennbar. Später treten als Frühzeichen periartikuläre Weichteilschwellungen und gelenknahe Osteoporose auf. Dann zeigen sich durch die Knorpellose bedingte Gelenkspaltverschmälerungen und Usuren des subchondralen Knochens, insbesondere der Mittelfußköpfchen. Bei Fortschreiten der rheumatoiden Arthritis können zystische Veränderungen des Knochens auftreten, die als Stanzdefekte imponieren. Im Spätstadium stehen die Dislokationen im Vordergrund. Die Zehenfehlstellungen sind deutlich sichtbar, wobei die Zehen I-IV fast immer nach fibular abweichen (in Form einer Deviation oder als Luxation der gesamten Grundgliedbasis), während bei der V. Zehe die Tendenz zu einer tibialen Abweichung besteht. Osteophytische Anbauten und Sklerosen können sich ebenfalls röntgenologisch darstellen (Oloff, 1988; Geppert et al., 1992).

1.2.2 Pathomechanik

Die Formveränderungen des rheumatischen Fußes entstehen durch das Zusammenwirken entzündlicher und statisch-mechanischer Kräfte. Im Vergleich zu den rein statisch bedingten Veränderungen (Hohmann, 1951) geben nicht nur die aktiven formerhaltenden Kräfte sondern auch die passiven Elemente unter dem zerstörenden Einfluß der Entzündung nach.

Die Zehengelenke werden sowohl von innen durch die Synovitis als auch von außen durch die Bursitis angegriffen. Dabei können auch kräftige bindegewebige Strukturen wie die Plantaraponeurose und die Sehne des Abductor hallucis zerstört werden. Die Destruktion der gelenkbildenden Skelettanteile führt zu einem Verlust der knöchernen Stabilisatoren. Häufige Tenosynovitiden und Myopathien können auch die aktiv formerhaltenden Kräfte schwächen. Durch die unterschiedliche Reihenfolge und Art des Gelenkbefalls erhalten die Deformierungen eine individuelle Prägung. Veränderungen des Vorfußes und des Rückfußes können dabei in Wechselwirkung treten und sich gegenseitig potenzieren.

Tillmann (1977) und Vainio (1956) betrachten die pathogenetische Aufschlüsselung vom Rückfuß her. Hier dominieren die Plano-valgus-Deformierungen gegenüber klumpfußähnlichen Varusdeformierungen des Rückfußes (Vahvanen, V., 1967; Vainio, K., 1956).

Für den Vorfuß hat nach Vainio der I. Strahl eine besondere Bedeutung. Der häufige Befall des Großzehengelenks führt zu einer schmerzbedingten Entlastungshaltung und somit zu einer Elevation des I. Strahls mit der Folge einer Abflachung des inneren Längsgewölbes und des Quergewölbes. Zusätzlich begünstigt durch entzündliche Veränderungen im Rück- und Mittelfußbereich resultiert eine fixierte Fehlstellung des Vorfußes gegenüber dem Rückfuß im Sinne einer Supinationshaltung. Wird nach Abklingen der Entzündung am Großzehengrundgelenk oder durch zusätzliche entzündliche Prozesse am 5. Strahl der Vorfuß wieder gleichmäßig belastet, tritt zwangsläufig eine Valgusstellung des Rückfußes auf. Das Endstadium ist der fixierte Knick-Plattfuß, den Hohmann als „pes postice pronatus, antice supinatus“ beschrieben hat. Der rheumatische Fuß unterscheidet sich zwar in der Ursache, die pathomechanische Entstehung ist jedoch gleich (Tillmann, 1977).

Wie bei den rein statisch bedingten Vorfußveränderungen begünstigt auch beim Rheumatiker der Verlust des Quergewölbes und der Metatarsus primus varus die Entstehung eines Hallux valgus. Außerdem hat das muskuläre Gleichgewicht für die Funktion der Großzehe eine besondere Bedeutung, da das Metatarsale-I-Köpfchen keine Muskelansätze besitzt. Gerät die Muskelwirkung in ein Ungleichgewicht, dessen resultierende Kraft lateral des Metatarsophalangealgelenk-Zentrums liegt, so wirken Biegunskräfte auf das Metatarsale I und die Großzehe (Wülker, 1997).

Der M. abductor hallucis wird nach plantar verlagert und proniert zunehmend die Großzehe. Das Metatarsale-Köpfchen kann weiter nach medial abweichen. Die Pronation der Großzehe wird durch den M. adductor hallucis unterstützt, der somit überwiegt. Oft wird die Abduktor-Sehne noch zusätzlich entzündlich

zerstört sowohl von innen durch eine Gelenksynovitis als auch von außen durch eine Bursitis. Der Adduktor fixiert zusammen mit dem M. flexor brevis die Sesambeine und die Grundphalanx in ihrer relativen Position zum Metatarsale II. Die plantare Crista des Metatarsale I wird zunehmend- durch den Druck nach lateral- erodiert, so daß das Metatarsale I weiter nach medial abgleitet. Im fortgeschrittenen Stadium können das mediale Sesambein in der lateralen Mulde und das laterale Sesambein zwischen dem Metatarsale I und II liegen. Die Beuge- und Strecksehnen wirken durch ihre nach lateral des Gelenkzentrums veränderte Position zusätzlich adduzierend auf die Großzehe und verstärken die Fehlstellung.

Die fibulare Verlagerung der Beugesehnen kann bei Rheumatikern zu einer vollständigen Verlötung des tibialen Sesambeins mit dem Metatarsaleköpfchen I führen.

Die mechanisch bedingte Fibularverlagerung der langen Strecksehne wird unterstützt durch die entzündliche Ausweitung der Steckerkappe als Folge dorsaler Synovitis des Großzehengrundgelenks.

Ebenso können Entzündungen im Bereich des Rückfußes (insbesondere des Talonaviculargelenkes) primäre Ursache der Vorfußdeformierungen sein. Auch hier kann es nach Vainio, 1956, zu einer Elevation des I. Strahls, einer Abflachung des Längsgewölbes und des Quergewölbes und somit zu einem Hallux valgus kommen.

Zudem begünstigt die Arthritis der Metatarsophalangealgelenke durch Auflockerung des artikulären Gegenhalts eine Spreizfußdeformität.

An den Zehen II-V bewirken die Senkung des Längsgewölbes und das spreizfußbedingte Tiefertreten der Mittelfußköpfchen eine zunehmende Anspannung des M. flexor digitorum brevis. Dieser setzt an den Mittelphalangen an und beugt die proximalen Interphalangealgelenke. Die Grundglieder, an denen keine Flexoren ansetzen, geraten in eine Streckstellung. Dies wird durch die entzündliche Zerstörung der plantaren Platte

begünstigt. Eine völlige Dorsalluxation kann die mögliche Folge sein. Durch die Vorfußabduktion ist die Zugrichtung der kurzen Zehenstrecksehnen, die von fibular an die Zehen I-IV herantreten, verändert, so daß sie die Zehen nach fibular in die Fehlstellung hinein ziehen.

An der 5. Zehe ist die kurze Strecksehne fast nie angelegt. Es kommt spiegelbildlich zum Metatarsale I zu einer Plantarverlagerung der häufig entzündlich veränderten Abduktorsehne. Dies begünstigt die Adduktion der 5. Zehe. Außerdem führt die Abflachung des Quergewölbes zu einer pronatorischen Aufdrehung des 5. Strahls und damit zu einer weiteren Tibialverlagerung der dominierenden langen Strecksehne. Diese übt einen Bogensehneneffekt mit tibialer Zugrichtung aus. Die Beugesehne ist meistens nach fibular verlagert, so daß das V. Metatarsalköpfchen nach fibular „herausgesprengt“ wird. Die Folge ist der „Digitus V varus rheumaticus“.

Eine Verlagerung der Beugesehnen weit in die Interdigitalräume fixiert durch Streckwirkung auf die Grundglieder die Hammerzehen-Fehlstellung zusätzlich, (Tillmann, 1977).

1.2.3 Therapie

1.2.3.1 konservative Therapie

Für die Therapie rheumatischer Fußveränderungen gelten die Richtlinien der allgemeinen und der speziellen Rheumatologie. Da die Prävention immer Vorrang vor der Rekonstruktion hat, ist eine systemische medikamentöse Behandlung von primärer Bedeutung.

Sind schon lokale Veränderungen vorhanden, ist eine rechtzeitige paßgerechte Einlagenversorgung zweckmäßig, z. B. eine Korkleder-Einlage. Bei zunehmender Progredienz ist eine maßgefertigte orthopädische Schuhversorgung notwendig. Dabei empfiehlt sich eine enge Zusammenarbeit zwischen Orthopäde und Orthopädienschuhmacher (Weseloh, 2000; Fuhrmann, 2002).

1.2.3.2 operative Therapie

Sind konservative Maßnahmen zur Behandlung von Schmerzen, Funktionsstörungen und Deformierungen nicht ausreichend, ist ein operativer Eingriff indiziert.

Ziel der operativen Behandlung ist primär die schmerzfreie Belastbarkeit des Vorfußes, außerdem die Wiederherstellung einer Fußform, die eine unproblematische Schuhversorgung möglich macht. Zudem ist eine ausreichende Stabilität und aktive Beweglichkeit der Zehen anzustreben (Tillmann, 1982).

Da in der Regel schon ein kontrakter Spreizfuß mit Hallux valgus vorliegt, wenn ein Orthopäde aufgesucht wird, werden isolierte Weichteileingriffe wie Synovektomien als präventive operative Eingriffe selten vorgenommen (Kerschbaumer et al., 1996). Hagena (1999) berichtet über Schmerzlinderung bis zu 6 Jahren bei präoperativ geringer Grundgelenks-Destruktion. Tillmann, 1982, empfiehlt Synovektomien äußerst selten, und zwar nur bei isoliertem primärem Befall des V. MTP-Gelenks, da eine isolierte Resektion ungünstige Belastungsverhältnisse für die übrigen Mittelfußköpfchen bedeuten würde.

In der Literatur sind viele verschiedene Operationsmethoden zur Korrektur der rheumatischen Vorfußdeformität beschrieben worden. Dabei bezieht sich die Resektion auf einen Teil oder alle Metatarsaleköpfchen. Häufig wird eine zusätzliche Resektion der Basen der Grundphalangen miteinbezogen. Auch unterschiedliche Schnittführungen mit dorsalem oder plantarem Zugang sind beschrieben worden.

1.2.3.2.1 Die Behandlung der Zehen II-V

An den Zehen II-V ist die Resektionsarthroplastik die Methode der Wahl. Hoffmann, 1911, beschrieb als erster die isolierte Resektion der Mittelfußköpfchen von einem plantaren Schnitt aus. Larmon, 1951, wählte drei longitudinale dorsale Inzisionen. Fowler, 1959, resezierte die proximale Hälfte

der Grundglieder und nur einen distalen und plantaren Teil der Metatarsaleköpfchen von einem dorsalen Schnitt ausgehend, wobei nur die Metatarsale II und III gekürzt wurden. Um das nach distal verlagerte Fettpolster zu relokalisieren, verwendete er zusätzlich zwei semielliptische Inzisionen unter Entfernung der plantaren Schwielen und Bursen. Die beidseitige plastische Resektion aller Zehen von einem einzigen dorsalen Querschnitt aus wurde erstmals von Clayton, 1960, beschrieben. Kates et al., 1967, verbesserten Hoffmanns Verfahren durch eine ovaläre plantare Hautexcision mit Entfernung der plantaren Schwielen und Bursen.

1.2.3.2.2 Die Behandlung der Großzehe

Während die Resektionsarthroplastik die Methode der Wahl für die Zehen II-V ist, wird die operative Therapie des I. Strahls kontrovers diskutiert. Es wurden Resektionsarthroplastiken, Großzehengrundgelenksarthrodesen und Implantat-Arthroplastiken empfohlen.

1.2.3.2.2.1 Resektionsarthroplastik

Die einseitige Resektion des I. Mittelfußköpfchens nach Hueter (1871) und Mayo (1908) und ihre Modifikationen kombiniert mit der Methode nach Hoffmann an den kleinen Zehen werden von vielen deutschsprachigen Autoren favorisiert (Tillmann, 1977; Miehke et al., 1987; Pfahler et al., 1996; Went et al., 1996; Jüsten et al., 2000). Die alleinige Resektion der Grundgliedbasis der Großzehe nach Keller und Brandes stellt beim statisch-mechanisch bedingten Hallux valgus einen Standardeingriff dar und findet mit verschiedenen Modifikationen auch beim rheumatischen Vorfuß Anwendung (McGarvey et al., 1988; Dereymaker et al., 1997). Die beidseitige Resektion (Metatarsaleköpfchen und Grundgliedbasis) nach Clayton, 1960, mit verschiedenen Techniken wurde auch häufig beschrieben (Karbowski et al., 1998).

1.2.3.2.2 Großzehengrundgelenksarthrodese

Seit Clutton 1894 die Arthrodese als erster beschrieben hat, sind viele verschiedene chirurgische Techniken empfohlen worden, die zunächst für die Behandlung des Hallux valgus und Hallux rigidus allgemein entwickelt worden waren. McKeever, 1952, beschrieb eine konusförmige Osteotomie des Metatarsale I und die Bohrung einer entsprechenden Vertiefung in die Basis der Grundphalanx. Die Fixierung erfolgte erstmalig mittels Schraube.

Eine andere Methode besteht darin, beide Gelenkflächen zu planen Flächen zu resezieren und mit maximalem Knochenkontakt aufeinanderzustellen (Wilson, C.L., 1958; Mann und Thompson, 1984). Dabei werden mit der Angulation der Resektionsflächen der Valgus- und Dorsalextensionswinkel sowie die Rotation festgelegt. Eine nachträgliche Änderung der Ausrichtung und damit eine weitere Entfernung von Knochen kann zu einer unerwünschten Kürzung des I. Strahls führen (Coughlin, 1990). Wilson, C.L. führte erstmalig die Marknagelung durch.

Vainio, 1956, empfahl die Arthrodese des Großzehengrundgelenks speziell für Rheumapatienten mit extrem ausgeprägter Hallux-valgus-Deformität. Tupman, 1958, und DuVries, 1965, behandelten die rheumatische Vorfußdeformität regelmäßig mit Großzehengrundgelenksarthrodese.

Harrison u. Harvey, 1963, benutzten äußere Spanner zur Fixierung. Wilson, J. N., 1967, stellte spezielle Hand-Reamer vor, mit denen sich das Metatarsaleköpfchen für die sogenannte Cone-Arthrodese zylindrisch formen läßt. Auch bei dieser Technik ist die Angulation der Großzehe in allen drei Ebenen bereits mit der Knochenresektion bestimmt. Zur Fixierung dienten Drähte. Lipscomb et al., 1972, empfahlen die Arthrodese für Rheumapatienten mit stark zerstörtem I. MTP-Gelenk und nur gering betroffenem IP-Gelenk. Er modifizierte die Mc-Keever-Technik und formte die Gelenkflächen kuppelförmig. Der Vorteil dieser Ball-and-Socket-Arthrodese besteht darin, daß die endgültige Ausrichtung erst bei der internen Fixation festgelegt wird. Die Länge der Großzehe sollte möglichst der Länge der zweiten Zehe entsprechen, bzw. sie

nicht mehr als 4mm überragen (Coughlin, 2000). Coughlin, 1990, entwickelte maschinell betriebene Reamer, um becherförmige Flächen zu erzeugen.

Zur Fixation werden außerdem Lochplatten (Coughlin, 1990); Steinmannpins (Mann u. Oates, 1980), Drahtcerclagen und gekreuzte Kirschnerdrähte verwendet. McKeever, 1952, hebt hervor, daß die Position der Arthrodeese wichtiger sei als die angewandte Methode.

Die Großzehengrundgelenksarthrodese schafft nach Meinung vieler Autoren eine bessere Stabilität für den ganzen Vorfuß (Lipscomb et al., 1972; Mann und Schakel, 1995; Coughlin, 2000) und ermöglicht ein Abrollen über die Großzehe. Ein weiterer Vorteil besteht in der Vermeidung eines Rezidivs. Als Nachteile werden die technische Anforderung der Operation und mögliche degenerative Veränderungen an anderen Gelenken, vor allem am IP-Gelenk (Vahvanen et al., 1980; Beauchamp et al., 1984), genannt, worauf früher schon bei Grundgelenksarthrodese nach statisch bedingten Hallux-valgus-Deformitäten hingewiesen wurde (Moynihan, 1967; Fitzgerald, 1969). Außerdem erfordert die Arthrodeese eine längere postoperative Ruhigstellung. Nach Hämäläinen und Raunio, 1997, ist die Position des Hallux für den Erfolg ausschlaggebend. Die Versteifungswinkel werden in der Literatur zwischen 10-30° Valgus und 20-40° Dorsalextension (v. Salis-Soglio et al., 1993) angegeben. Einige Operateure versuchen sogar den individuellen Schuhgewohnheiten Rechnung zu tragen. Die Großzehengrundgelenksarthrodese ist außerdem als Behandlungsmethode nach Mißerfolg eines Silikonimplantats oder einer Resektionsarthroplastik geeignet (Coughlin und Mann, 1987; Hecht et al., 1997).

Tillmann, 1977, weist darauf hin, daß die Versteifung aufgrund der schwächeren Knochenqualität bei Rheumatikern schwierig sei.

Die Großzehengrundgelenksarthrodese wurde zunächst vor allem in der anglo-amerikanischen und skandinavischen Literatur bevorzugt. Manche Autoren empfehlen die Arthrodeese nur bei jüngeren aktiven Patienten (Kerschbaumer et al., 1996; Dereymaker et al., 1997).

1.2.3.2.2.3 Interpositonsarthroplastik

Alloarthroplastiken (Swanson, 1972; Kerschbaumer et al., 1996) konnten sich aufgrund postoperativer Komplikationen und abnehmender Gelenkbeweglichkeit bei Langzeitergebnissen nicht durchsetzen (Hecht et al., 1997).

1.2.3.2.2.4 Osteotomie

Osteotomien (Hagena, 1999; Hanyu et al., 1997; Pfeifer, 2000), die vor allem bei statisch bedingten Vorfußdeformierungen ohne Arthrose im Großzehengrundgelenk zur Anwendung kommen, werden selten, bzw. in Frühstadien (Fuhrmann, 2002) angewandt und sind nach Meinung der meisten Autoren bei der rheumatischen Vorfußdeformität nicht sinnvoll (Tillmann, 1977).

1.2.3.2.3 Die Behandlung der PIP-Gelenke

Die rheumatische Hammerzehendeformierung, die häufig nur eine sekundäre Beugekontraktur der PIP-Gelenke mit Verklebungen im plantaren Gelenkabschnitt darstellt, kann meistens durch eine geschlossene Manipulation gelöst werden. Ist diese Regulierung nicht möglich, wird zusätzlich eine Resektionsarthroplastik nach Hohmann im PIP-Gelenk durchgeführt (Tillmann, 1982; Jüsten et al., 2000). König und König, 1999, beschreiben stadienabhängige Operationsmethoden für Krallenzehen bei rheumatischer Vorfußdeformität.

2 Material und Methode

2.1 Patientengut (Gruppe A)

Von 1989 bis 2000 wurden an der Orthopädischen Universitätsklinik in Würzburg, König-Ludwig-Haus, 16 Patienten mit rheumatoider Arthritis und Vorfußdeformität mittels Großzehengrundgelenksarthrodese und Resektionsarthroplastik der II.–V. Metatarsophalangealgelenke operiert.

9 Patienten konnten klinisch und radiologisch nachuntersucht werden. Außerdem wurden mittels des computergestützten Emed-Systems Fußdruckmessungen durchgeführt. Es handelte sich dabei um 11 Füße.

Von den Patienten, die nicht nachuntersucht werden konnten, waren 2 verstorben, 1 verzogen, 1 bettlägerig aufgrund einer Herzerkrankung, bei einer Patientin war der operierte Fuß inzwischen amputiert worden, und von 2 Patienten lagen nur Röntgenbilder und Fragebogen vor.

Die folgenden Ergebnisse beziehen sich nur auf das nachuntersuchte Patientenkollektiv.

2.1.1 Geschlechtsverteilung

Nachuntersucht wurden 8 Frauen und 1 Mann.

2.1.2 Altersverteilung

Das Alter der nachuntersuchten Patienten lag zum Zeitpunkt der Operation zwischen 36,9 und 77,2 Jahren. Es betrug durchschnittlich 58,1 Jahre.

Die Nachuntersuchung erfolgte 11 bis 137 Monate (11,4 Jahre) postoperativ bei einem Mittelwert von 64 Monaten (5,3 Jahren).

2.1.3 Seitenverteilung

Die Operation wurde in 6 Fällen rechts und 5-mal links vorgenommen, wobei 2 Patienten beidseits operiert wurden. Bei allen war der Eingriff eine Großzehengrundgelenksarthrodese kombiniert mit einer Operation nach Kates (bzw. modifiziert nach Tillmann) oder nach Clayton an den Zehen II-V.

2.2 Patientengut (Gruppe B)

Zum Vergleich diente die Nachuntersuchung weiterer 12 Patienten mit rheumatoider Arthritis, die sowohl am I. Strahl als auch an den Zehen II-V mit einer Resektionsarthroplastik operativ behandelt wurden. Dabei gab es 2 Patienten, bei denen an einem Fuß eine Arthrodese und am anderen eine Resektionsarthroplastik durchgeführt wurde. Es handelte sich um insgesamt 18 Füße.

2.2.1 Geschlechtsverteilung

Alle 12 nachuntersuchten Patienten waren Frauen.

2.2.2 Altersverteilung

Das durchschnittliche Operationsalter lag bei 53,5 Jahren. Die jüngste Patientin war 36,8 Jahre, die älteste Patientin 65,4 Jahre alt.

Der Nachuntersuchungszeitraum dieses Patientenkollektivs variierte zwischen 72 und 174 Monaten (6 und 14,5 Jahren) und betrug im Durchschnitt 128 Monate (10,7 Jahre).

2.2.3 Seitenverteilung

Es wurde 9-mal der linke und 9-mal der rechte Fuß operiert. Davon waren bei 6 Patienten beide Seiten betroffen.

2.3 Operationsmethoden

2.3.1 Großzehengrundgelenksarthrodese (Gruppe A)

2.3.1.1 Operationstechnik

Bei allen 11 Füßen wurde eine Großzehengrundgelenksarthrodese durchgeführt, die an den Metatarsophalangealgelenken II-V in 8 Fällen mit einer Operation nach Tillmann kombiniert wurde. Einmal erfolgte nur die Arthrodese am I. Strahl, und in 2 Fällen wurde ein dorsaler Zugang mit zwei longitudinalen Inzisionen in den Zehenzwischenräumen zwischen den Zehen II/III und IV/V gewählt.

Die Operation wurde 9-mal in Periduralanästhesie und 2-mal in Intubationsnarkose wie folgt durchgeführt:

In pneumatischer Oberschenkelblutsperre wird im Bereich der Grundgelenke II-V von plantar eine distal glatt bogenförmige und proximal wellenförmig die einzelnen Hautschwielen umfahrende Hautinzision unter Excision des entsprechenden Hautareals vorgenommen. Nach Bursektomie wird die Plantaraponeurose längs gespalten. Nun können die Metatarsaleköpfchen, bei MTP II beginnend, dargestellt werden. Unter Abhalten der meist nach dorsal bzw. interdigital verrutschten Beugesehnen wird das Köpfchen mit dem Raspatorium subperiostal umfahren, luxiert und mittels Hohmann-Hebel dargestellt, so daß es von plantar proximal nach dorsal distal mit der oszillierenden Säge reseziert und mit dem Luer abgerundet werden kann. Gleiches Vorgehen erfolgt an den Metatarsaleköpfchen III-V unter Wahrung des Metatarsaleindex (LeLièvre-Index).

Wenn bei extrem kontrakten Gelenken nach Köpfchenresektion der Gelenkspalt nicht ausreichend Platz bietet - der Abstand zwischen Os Metatarsale und Grundphalanx sollte 0,6-1cm betragen - oder bei einer fortgeschrittenen Zerstörung des Gelenks, wird zusätzlich der gelenknahe Anteil des Grundgliedes osteotomiert (Operation nach Clayton).

Bei beugekontrakten proximalen Interphalangealgelenken erfolgt eine stumpfe Mobilisation. Gegebenenfalls muß eine Operation nach Hohmann vorgenommen werden.

Danach erfolgt ein dorso-medialer Hautlängsschnitt über dem Großzehengrundgelenk. Der Strecksehnenapparat wird abgeschoben und nach lateral gehalten. Nach Längsinzision der Gelenkkapsel werden das Köpfchen des Os metatarsale I und die Basis der Grundphalanx subperiostal dargestellt. Der gesamte Knorpelbelag und die Osteophyten werden bis zur gesunden Spongiosa abgetragen. Durch Abrunden mit dem Luer wird ein Köpfchen nachgeformt. Dann erfolgt an der Basis des Grundgliedes ebenfalls die Resektion des knorpeltragenden Anteils und der Osteophyten. Danach wird eine schüsselförmige Vertiefung gefräst, so daß sich die umgeformten Enden nun im Sinne einer ball-and-socket-Arthrodesen in 10-15° valgus und 20-30° Dorsalextension aufeinander stellen lassen.

Die Fixierung erfolgte in 5 Fällen mit zwei Kirschnerdrähten (in einem dieser Fälle mußte in einer Nachoperation die Arthrodesen mit einer Kleinfragmentcorticalis-Schraube fixiert werden). 3-mal wurde zusätzlich zu den Kirschnerdrähten eine Drahtcerklage verwendet. Einmal kamen 3 Kirschnerdrähte zum Einsatz. In einem Fall wurde eine Schraube und in einem weiteren Fall wurden ein Kirschnerdraht und zwei Schapiroklammern benutzt.

In zwei Fällen wurden plane Flächen für die Arthrodesen geschaffen, indem unter Schutz zweier Hohmann-Hebel die Gelenkflächen mit der oszillierenden Säge reseziert wurden. Zur Fixierung diente eine Kleinfragmentcorticalisschraube. Einmal kam die peg-in-hole-Technik zur Anwendung.

Abschließend erfolgt die Readaptation unter Raffung der plantaren Platte mit Subcutannähten nach Einlegen von Redonrainagen plantar und im Bereich der Großzehe sowie die Hautnaht mit durchgreifenden Rückstichnähten nach

Donati. Danach werden ein steriler Wundverband und die zuvor vorbereitete Unterschenkelliegegipsschale angelegt.

2.3.1.2 Nachbehandlung

Für die postoperative Ruhigstellung wird die Unterschenkelgipsschale für 4-6 Wochen belassen. Danach wird ein Vorfußentlastungsschuh angelegt. Die Mobilisierung erfolgt mit Unterarmgehstützen unter teilweiser Fersenbelastung. Die Nahtentfernung ist nach der 3. postoperativen Woche angezeigt.

Die Metallentfernung sollte nach vorangegangener Röntgenkontrolle zur Beurteilung der knöchernen Konsolidierung ca. 8-12 Wochen postoperativ durchgeführt werden. Der Zeitraum bis zur Metallentfernung betrug durchschnittlich 15 Wochen.

2.3.2 Resektionsarthroplastik (Gruppe B)

2.3.2.1 Operationstechnik

Die Operation der MTP-Gelenke II-V erfolgt wie unter 2.3.1.1. beschrieben.

Die Resektionsarthroplastik am Großzehengrundgelenk wird nach einer durch Tillmann modifizierten Technik nach Hueter-Mayo durchgeführt.

Es wird medial streckseitig des Großzehengrundgelenks ein leicht bogenförmiger Hautschnitt von ca. 4 cm Länge unter plastischer Exzision der Bursen vorgenommen. Unter Schonung der Gefäß- und Nervenbündel wird die Kapsel dargestellt. Der M. abduktor hallucis, der häufig nach plantar verlagert ist, wird aufgesucht und distal von der Kapsel abgelöst. Die Kapsel wird längsgespalten und mit dem Raspatorium abgeschoben. Durch weitere Präparation entsteht ein proximal gestielter Kapsel-Sehnen-Lappen. Nach Darstellung des Metatarsale I-Köpfchens erfolgt unter Schutz von Hohmannhebeln die Entknorpelung, die Resektion und das Abrunden des Köpfchens sowie das Abmeißeln der medialen Exostose. Der proximale Anteil

des Grundgliedes wird ebenfalls je nach Zerstörungsgrad reseziert (zu 1/3 oder 1/2). Dabei ist auf ein ausreichendes Platzverhältnis im ehemaligen Gelenkspalt von ca. 1 cm und der Einhaltung des Metatarsaleindex (Länge des MT I=MT II) zu achten. Nach plantar erfolgt zugleich die Mobilisation der Kapsel nach Lelièvre unter Mobilisierung der Sesambeine. Der Kapsel-Sehnen-Lappen dient als Interponat. Die Abduktor-hallucis-Sehne wird mit PDS-Faden nach Setzen eines Bohrlochs in den verbleibenden Grundgliedrest transossär refixiert. Die Kapsel wird mit adaptierenden Nähten verschlossen. Sowohl im Bereich der Großzehe als auch plantar wird eine Redondrainage eingelegt. Erst nach Eröffnen der Blutleere und sorgfältiger Blutstillung erfolgt der schichtweise Wundverschluß mit adaptierenden Subcutannähten und Hautnaht. Nach sterilem Wundverband und einer elastischen Wickelung bis in Oberschenkelhöhe wird ein Unterschenkelliegegips mit Extensionsbügel für die Großzehe angelegt.

2.3.2.2 Nachbehandlung

Nach 14 Tagen werden die Gipsliegenschale und die Nähte entfernt. Danach trägt der Patient einen Vorfußentlastungsschuh und nachts eine Hallux-Schiene. Die Mobilisierung wird mit Unterarmgehstützen durchgeführt. Es erfolgt eine tägliche krankengymnastische Übungsbehandlung sowie physikalisch-therapeutische Fußbäder.

2.4 Untersuchungsverfahren

2.4.1 Röntgenologischer Befund

Bei der Nachuntersuchung wurden postoperative Röntgenbilder der Vorfüße in anterior-posterior und seitlicher Projektion angefertigt. Zur Auswertung standen außerdem präoperative, direkt postoperative und in der weiteren Verlaufskontrolle angefertigte Röntgenbilder zur Verfügung.

2.4.1.1 Metatarsophalangealwinkel (Hallux-valgus-Winkel)

Auf den in anterior-posterior-Projektion angefertigten Röntgenbildern wurden zur Messung die mittleren Längsachsen parallel zur Kortikalis der Diaphyse des Metatarsale I und der proximalen Phalanx eingezeichnet und der Winkel in Grad gemessen.

2.4.1.2 Dorsalextensionswinkel

Die mittleren Längsachsen des Metatarsale I und der Grundphalanx I wurden ebenfalls auf dem Röntgenbild mit seitlicher Projektion eingezeichnet und der Winkel in Grad gemessen.

2.4.1.3 Verknöcherung (Gruppe A)

Ob eine Verknöcherung der Arthrodesse im ehemaligen Großzehengrundgelenk stattgefunden hatte, wurde ebenfalls anhand der postoperativen Röntgenbilder beurteilt.

2.4.2 Klinischer Befund

2.4.2.1 Inspektion und Palpation des Vorfußes

2.4.2.1.1 Entzündungszeichen

Der Vorfuß wurde auf Schwielen, Rötungen, Schwellungen und Narbenverhältnisse begutachtet und auf möglichen Druckschmerz palpirt. Die Lokalisation wurde notiert.

2.4.2.1.2 Äußere Form

Besonderes Augenmerk richtete sich auf die Ausrichtung der Großzehe hinsichtlich Hallux-valgus-Winkel und Dorsalextensions-Winkel. Außerdem wurde beurteilt, ob die Zehenlängen dem Metatarsale-Index ($I=II>III>IV>V$) entsprechen (Viladot, 1973, 1993).

2.4.2.2 Funktion

Das Gangbild und die Beweglichkeit im Interphalangealgelenk der Großzehe wurden überprüft. Der normale Bewegungsumfang beträgt 0°(Extension)-80°(Flexion) (Debrunner und Hepp, 1994).

2.4.3 Standardisierter Fragebogen

In einem standardisierten Fragebogen mit vorwiegend subjektiven Kriterien wurden die Patienten ausführlich befragt über die derzeitigen Schmerzen, die präoperative Schmerzsymptomatik und deren Lokalisation. Sie sollten außerdem Auskunft über die Zeit und Strecke geben, die sie maximal schmerzfrei gehen können. Das Stehvermögen und die Schuhversorgung wurden ebenfalls erfragt. Des Weiteren sollten sie angeben, ob sich die Schuhgröße postoperativ verändert hat.

Ihre Zufriedenheit über das Operationsergebnis in funktioneller Hinsicht konnten die Patienten mit „sehr zufrieden“, „zufrieden“, und „unzufrieden“ ausdrücken. Das kosmetische Ergebnis sollte mit „sehr gut“, „gut“, „befriedigend“ oder „schlecht“ beurteilt werden. Sie wurden außerdem nach dem Hauptgrund, der sie zur Operation bewegte, gefragt und ob sie sich in derselben Situation nochmals operieren ließen.

Sie sollten Angaben über postoperative Komplikationen machen, die möglicherweise auftraten, z.B. Wundheilungsstörungen, Infektionen oder Nekrosen. Die postoperative Regenerationszeit wurde erfragt.

Bisherige operative Eingriffe und derzeitige Schmerzen an anderen Gelenken, die derzeitige Medikation und der Zeitraum, wie lange die Diagnose der chronischen Polyarthritits bekannt war, wurden notiert. Ob es sich um eine seropositive oder seronegative chronische Polyarthritits handelt, konnte den Unterlagen entnommen werden.

2.4.4 SMFA-D-Fragebogen

Alle Patienten füllten einen Funktionsfragebogen für Gelenkerkrankungen (SMFA-D nach König/Kirschner) aus, um vergleichen zu können, wie weit die rheumatoide Arthritis jeweils fortgeschritten war und inwieweit die Patienten dadurch beeinträchtigt waren. Er umfaßte 46 Fragen. In den ersten 25 Fragen sollten die Patienten Auskunft darüber geben, wie schwierig für sie einzelne Tätigkeiten sind, die den Alltag, d.h. den Haushalt, die Körperhygiene und die Freizeitgestaltung betreffen. Die Antworten waren in 5 Abstufungen gegliedert: „gar nicht schwierig“, „ein wenig schwierig“, „mäßig schwierig“, „sehr schwierig“ und „unmöglich. Weitere 9 Fragen bezogen sich auf die Häufigkeit verschiedener Probleme hinsichtlich Beweglichkeit, Schmerzen, sozialem Umfeld und psychischer Belastung. Die Patienten konnten jeweils mit „niemals“, „selten“, „gelegentlich“, „meistens“ und „immer“ antworten. In den letzten 12 Fragen wurde gefragt, wie sehr sie sich durch die Probleme physisch und psychisch beeinträchtigt fühlen. Die möglichen Antworten waren „gar nicht“, „ein wenig“, „mäßig“, „sehr“ und „äußerst beeinträchtigt“.

Zur Auswertung wurden auf jede Frage Punkte von 1 bis 5 vergeben, so daß die Punkteskala insgesamt 46 bis 230 Punkte umfaßte. (Je höher die Punktzahl desto stärker war die Beeinträchtigung).

2.4.5 Scores

2.4.5.1 Score nach Miehle et al.

Miehle et al., 1987, haben speziell für den rheumatischen Vorfuß einen klinischen Score entwickelt. Er umfaßt Schmerzen (zu 26,7%), Gehfähigkeit (zu 20%), Zehenstand (zu 20%), Fußform (zu 20%) und Komplikationen (zu 13,3%). Die Punkteskala umfaßt 5 Punkte für das beste und 15 Punkte für das schlechteste Ergebnis.

Tab. 1: Score nach Miehke et al.

Schmerz	fehlend leicht mittel stark	1 2 3 4
Gehfähigkeit	uneingeschränkt wenig eingeschränkt erheblich eingeschränkt	1 2 3
Zehenstand	sicher möglich mit Schwierigkeiten möglich unmöglich	1 2 3
Fußform	einwandfreier Index Index mit leichten Mängeln unbefriedigender Index	1 2 3
Komplikationen	nicht vorhanden oder unerheblich schwerwiegend	1 2
Ergebnis:	5-8 Punkte 9-11 Punkte 12-15 Punkte	sehr zufriedenstellend ausreichend schlecht

2.4.5.2 Score nach Kitaoka et al.

Der Hallux-Metatarsophalangeal-Interphalangeal-Bewertungsmaßstab nach Kitaoka et al. (1994) wurde im Rahmen einer Studie der American Orthopaedic Foot and Ankle Society entwickelt, deren Ziel es war, ein standardisiertes Bewertungssystem für den Fuß und das Sprunggelenk zu erarbeiten. Er dient der Beurteilung klinischer Aspekte. Er umfaßt subjektive und objektive Kriterien, dabei berücksichtigt er Schmerzen (max. 40 Punkte), Funktion (max. 45 Punkte) und Ausrichtung des Hallux valgus (max. 15 Punkte). Somit ergibt sich eine maximale Gesamtpunktzahl von 100 Punkten für einen Patienten, dessen betroffener Fuß schmerzfrei ist, der keine durch den Fuß bedingten Aktivitätseinschränkungen oder Einschränkungen in der Wahl des Schuhwerks hat, der ein vollständiges Bewegungsausmaß des Metatarsophalangeal- und des Interphalangealgelenkes aufweist und dessen Hallux-Ausrichtung gut ist. Die Einteilung der Faktoren bezieht sich ausschließlich auf die angegebene Region. Probleme an anderen Regionen, die bei Rheumapatienten häufig auftreten, werden nicht berücksichtigt. Schwierig ist in diesem Fall für die Patienten, die Großzehe getrennt vom übrigen Vorfuß zu beurteilen.

Tab. 2: Score nach Kitaoka et al. (Hallux Metatarsophalangeal-Interphalangeal Scale)

Schmerz (40 Punkte)

keine Schmerzen	40
leichte Schmerzen / gelegentlich	30
mittelmäßige Schmerzen / täglich	20
starke Schmerzen / fast immer vorhanden	0

Funktion (45 Punkte)

Tätigkeitseinschränkung

keine Einschränkung	10
keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten sowie der beruflichen Tätigkeit, Einschränkung bei Freizeitaktivitäten	7
Einschränkung der täglichen Aktivitäten und der Freizeitaktivitäten	4
starke Einschränkung der täglichen Aktivitäten und der Freizeitaktivitäten	0

Erforderliche Beschuhung

modische konventionelle Schuhe, keine Einlagen erforderlich	10
bequeme Schuhe, Schuheinlage	5
maßgefertigte Schuhe oder Stützen	0

MTP-Gelenk Bewegung (Dorsalflexion plus Plantarflexion)

normal oder geringe Einschränkung (75° oder mehr)	10
mäßige Einschränkung (30°-74°)	5
starke Einschränkung (<30°)	0

IP-Gelenk Bewegung (Plantarflexion)

keine Einschränkung	5
starke Einschränkung (<10°)	0

MTP-IP Stabilität (alle Richtungen)

stabil	5
eindeutig instabil oder dislokationsfähig	0

Schwielen in Bezug auf Hallux MTP-IP

keine Schwielen oder asymptotische Schwielen	5
symptomatische Schwielen	0

Ausrichtung (15 Punkte)

gute Ausrichtung der Großzehe	15
einige Grade abweichende Großzehenausrichtung, keine Symptome	8
schlechte, offensichtlich symptomatische Ausrichtung	0

2.4.6 Pedographie

Bei allen Patienten wurden statische und dynamische Fußdruckmessungen mit dem Mini-EMED System der Firma novel gmbh durchgeführt.

2.4.6.1 Aufbau des EMED-Systems

Das Mini-Emed System besteht im wesentlichen aus einer Meßplattform, einem Monitor, einem Drucker und einer Fernbedienung.

Die Meßplatte, die $650 \times 290 \times 25 \text{mm}^3$ mißt, enthält eine $360 \times 180 \text{mm}^2$ große Sensorfläche mit einer örtlichen Auflösung von 3 Sensoren pro cm^2 . Die Meßfrequenz beträgt 16 Bilder pro Sekunde. Es können Druckmessungen im Meßbereich $2\text{-}127 \text{ N/cm}^2$ angezeigt werden.

2.4.6.2 Dynamische Druckmessung

Jeder Patient wurde angewiesen, mehrmals über die Meßplattform zu laufen, damit die Messung das Gehverhalten möglichst wenig beeinflusst. Die Messungen wurden, wie nachfolgend beschrieben, sowohl am operierten als auch am nicht operierten Fuß durchgeführt.

Vor jeder Messung erfolgt eine Nullmessung. Bei einer Berührung im hinteren Drittel der Meßfläche startet die Mini-Emed Plattform die Messung des Abrollvorganges und speichert maximal 22 Bilder mit einer Bildfrequenz von 16 Bildern pro Sekunde. Zeitgleich wird die Messung auf dem Monitor dargestellt. Nach Reanimierung der Messung zeigt der Monitor das Maximaldruckbild mit dem Verlauf des Kraftangriffpunktes und weiteren Auswertungen an.

Im Maximaldruckbild MPP (s. Abb. 2) wird für jeden einzelnen Sensor der Meßfläche der größte Druckwert (Maximaldruck) während des gesamten Abrollvorganges dargestellt. Außerdem wird der Verlauf des Kraftangriffpunktes eingezeichnet (linke Bildschirmseite).

Rechts unten auf dem Bildschirm erscheint ein kleiner Fußabdruck mit der Unterteilung des Fußes in 6 anatomische Bereiche, die jeweils einer bestimmten Farbe zugeordnet sind. Die farbigen Zahlen links daneben kennzeichnen jeweils den Maximaldruck P_{max} [N/cm²], der während des gesamten Abrollvorganges in einem Sensor des Gebietes mit der gleichen Farbe erreicht wurde. Diese Werte wurden zur Beurteilung der Druckverhältnisse ausgewertet. Area [cm²] bezeichnet die gesamte Kontaktfläche der über 1 N/cm² belasteten Sensoren während der Messung.

Die Grafik rechts oben zeigt den Verlauf der Gesamtkraft über der Zeit an. Beim Normalbefund zeigt die Kurve zwei Druckmaxima: Beim Abstoß mit der Ferse und beim Abdruck mit dem Fußballen. Die farbigen Balken in dieser Grafik geben Zeitpunkt und Größe der Maximalkraft in der Region mit derselben Farbe wieder.

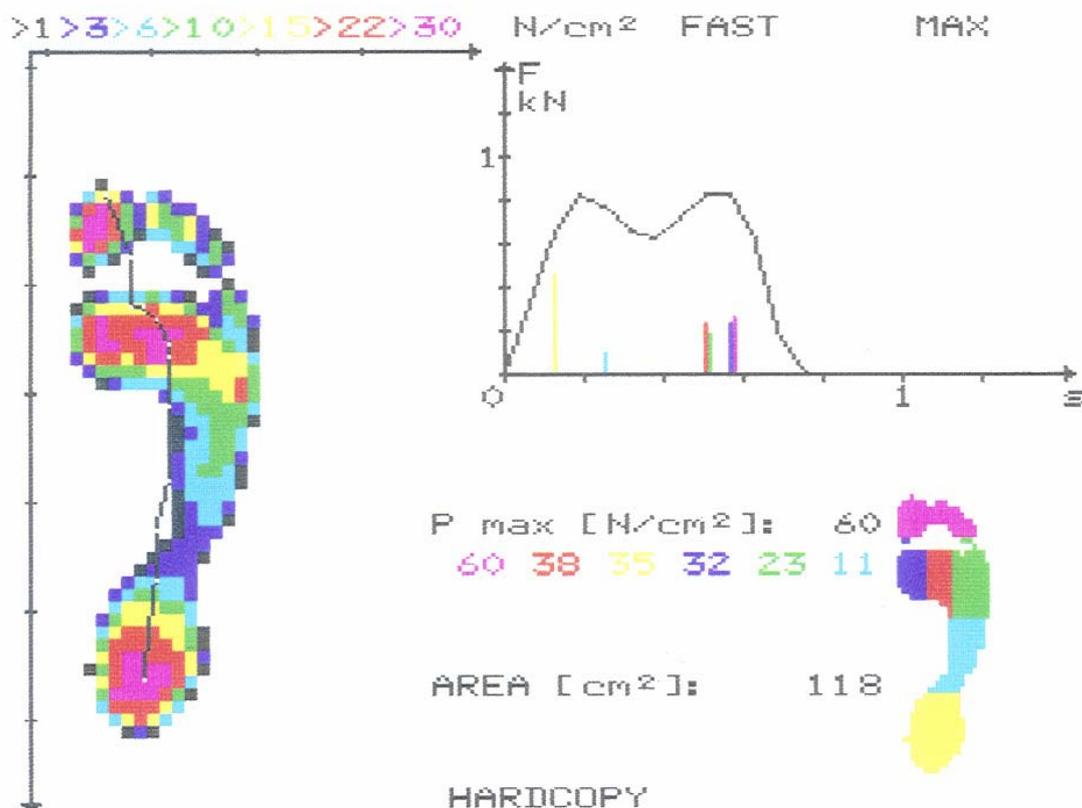


Abb. 2: Maximaldruckbild (dynamische Pedographie - Normalbefund)

2.4.6.3 Statische Druckmessung

Bei der statischen Pedographie wird die Druckverteilung unter dem Fuß eines Patienten im Stehen gemessen.

Zunächst wird eine Nullmessung durchgeführt, währenddessen die Plattform nicht berührt werden darf. Dann stellt der Patient nur den zu messenden Fuß auf die Plattform. Die Druckverteilung wird als Farbbild mit fünf Bildern pro Sekunde auf dem Monitor angezeigt, so daß jede Änderung sofort sichtbar wird. Auswertungen über Gesamtkraft, Maximaldruck und Kontaktfläche werden laufend angezeigt.

Bei Drücken der Stop-Taste wird das momentan auf dem Monitor dargestellte Bild auf den Drucker ausgegeben. Mit Einstellung der Teilungsmarke können Vor- und Rückfuß getrennt ausgewertet werden.

Auf der linken Bildschirmseite ist jeder Sensor in der Farbe dargestellt, die dem jeweiligen Fußdruck in N/cm^2 entspricht (siehe Einteilung oben links).

Oben rechts ist der Maximaldruck P_{max} [N/cm^2] für Vorfuß (grün) und Rückfuß (blau) getrennt angegeben.

Darunter wird die Verteilung der Kraft in den zwei Teilgebieten als Grafik (Balken) und als prozentuale Werte der Gesamtkraft angezeigt. FORCE [N] bezeichnet die Gesamtkraft in Newton (\approx Kraft des Körpergewichts bei Einbeinstand), die momentan auf die Plattform aufgebracht wird. MAX. FORCE ist die größte Kraft in demselben Meßzyklus.

REL. FORCE zeigt die momentane Kraft als Prozentanteil von MAX. FORCE an.

Die Größe der gesamten Fläche, die mit über $1 \text{ N}/\text{cm}^2$ belastet wird, und die Prozentwerte in den entsprechenden Teilgebieten sind unter AREA in cm^2 angegeben.

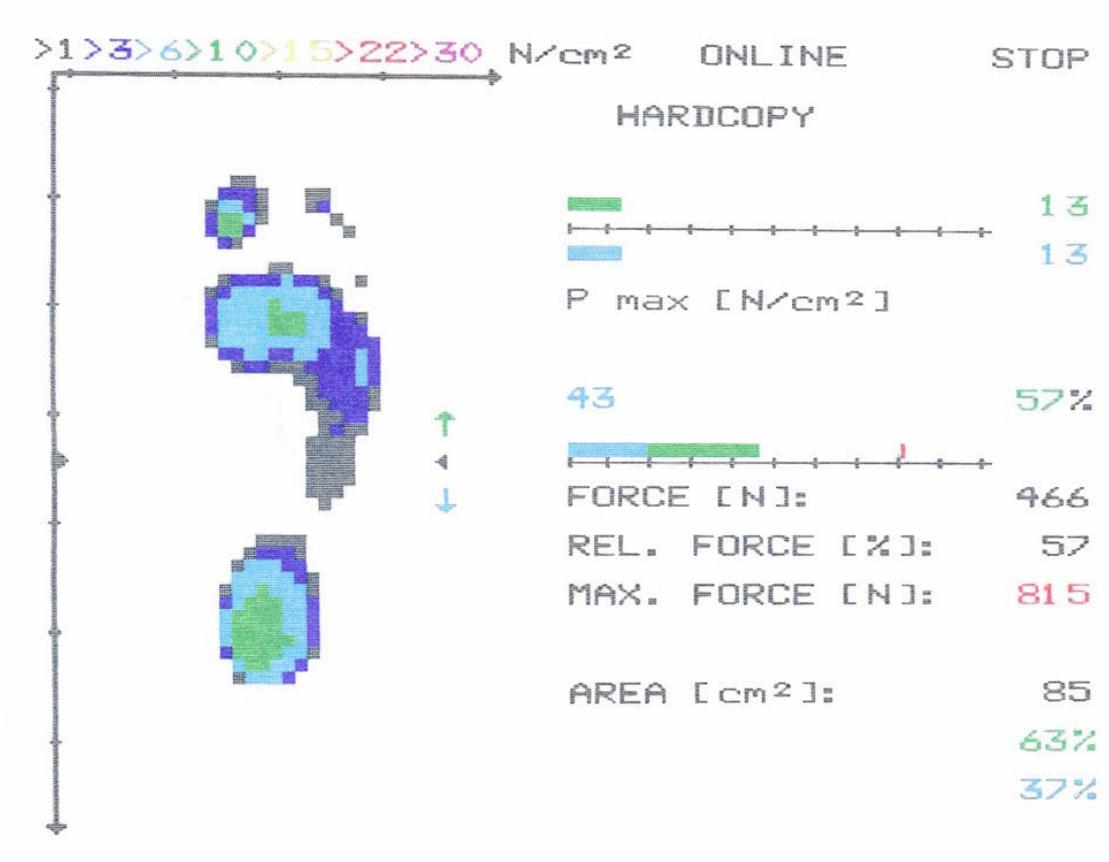


Abb. 3: statische Pedographie (Normalbefund)

3 Ergebnisse

3.1 Radiologische Beurteilung

3.1.1 Metatarsophalangealwinkel (Hallux-valgus-Winkel)

Gruppe A

Der Hallux-valgus-Winkel des mit Großzehengrundgelenksarthrodese operierten Patientenkollektivs (11 FüÙe) betrug präoperativ im Mittel 51° (33- 82°).

Postoperativ wurde er auf einen Mittelwert von 23° korrigiert (2- 39°). Somit betrug der Korrekturgewinn im Durchschnitt 28° .

Gruppe B

Präoperative Röntgenbilder lagen nur von 5 Patienten vor. Bei dieser mit Resektionsarthroplastik operierten Patientengruppe betrug der durchschnittliche präoperative Hallux-valgus-Winkel 41° (16- 76°).

Das postoperative Winkelmaß, welches zum Zeitpunkt unserer Nachuntersuchung (18 FüÙe) gemessen wurde, ergab im Mittel 34° (13- 66°). Bei 9 Patienten (50%) betrug der Hallux-Valgus-Winkel 30° und mehr.

3.1.2 Dorsalextensions-Winkel

Gruppe A

Der postoperative Dorsalextensionswinkel wurde durchschnittlich mit 23° (12- 38°) gemessen.

Gruppe B

Im Durchschnitt betrug der postoperative Dorsalextensionswinkel 44° (13-88°). Aufgrund der Dorsalluxation der Großzehe war das Winkelmaß in einigen Fällen schwer zu ermitteln.

3.1.3 Verknöcherung (Gruppe A)

Bei allen nachuntersuchten Füßen zeigte sich eine vollständig knöchern durchbaute Arthrodese im Großzehengrundgelenk.

3.2 Klinische Beurteilung

3.2.1 Scores

3.2.1.1 Score nach Miehle et al.

3.2.1.1.1 Schmerzen

Gruppe A

7 (64%) der operierten Füße waren schmerzfrei. Bei 2 (18%) Füßen waren die Schmerzen leicht bzw. traten gelegentlich auf. Eine Patientin gab mittelmäßige Schmerzen am operierten Fuß an, während eine Patientin starke Schmerzen hatte (s. Abb. 4).

Die leichten Schmerzen waren bei einer Patientin, die beidseits operiert wurde, an plantaren Schwielen im Bereich der ehemaligen Großzehengrundgelenke lokalisiert. Außerdem wies die linke Großzehe einen schmerzhaften Rheumaknoten im Endgelenk auf (Die Patientin hatte auch an anderen Gelenken rheumatische Beschwerden. Die Basistherapie war nicht unter internistischer Betreuung eingestellt). Eine weitere Patientin spürte leichte Schmerzen im Sprunggelenk, die aber nicht berücksichtigt wurden, da sich die Fragestellung auf den Vorfuß bezog.

Die Patientin mit mittelmäßiger Schmerzsymptomatik gab als Lokalisation den gesamten Vorfuß insbesondere die Großzehe an. Bei einer Revision war im Bereich der Beugesehne D I ein Rheumaknoten entfernt worden. An der 2. Zehe lag eine Hypästhesie vor. Zudem war der gesamte Fuß infolge eines Lymphödems angeschwollen.

Starke Schmerzen beklagte eine Patientin an der Großzehe dorsomedial und unter den ehemaligen Metatarsaleköpfchen III und V. Die Großzehe wies eine deutliche Überlänge auf, die Zehen II, III und V waren noch als Residuen vorhanden, die 4. Zehe war infolge einer Wundheilungsstörung amputiert worden (siehe Kasuistik, Fall 2).

Insgesamt traten die Schmerzen hauptsächlich beim Gehen auf. In dem Fall mit Schwellung aufgrund eines Lymphödems gab die Patientin einen pulsierenden Schmerz vor allem in Ruhe an.

Gruppe B

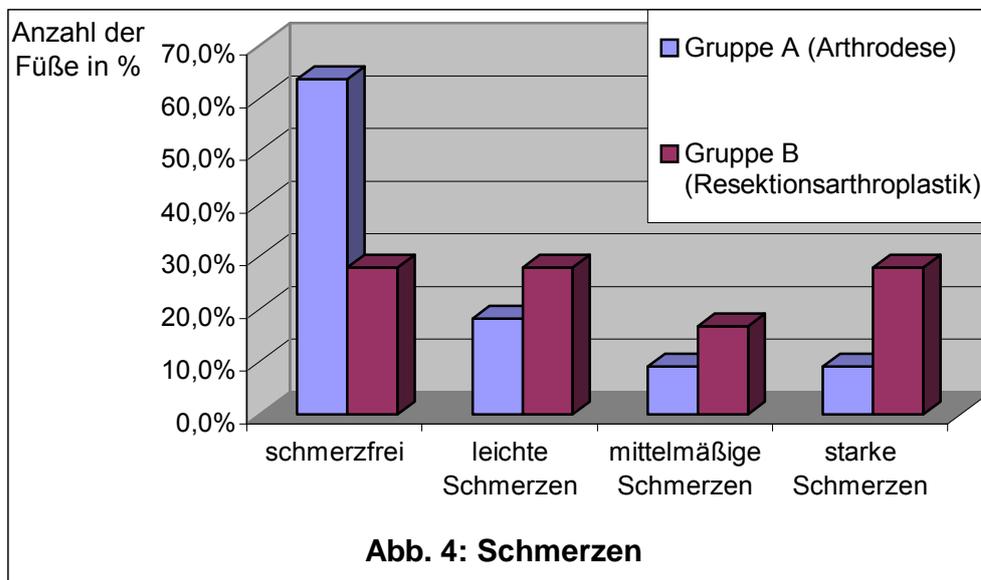
5 Füße (28%) waren schmerzfrei. An 5 Füßen (28%) hatten die Patienten leichte Schmerzen. 3 Füße (17%) verursachten mittelmäßige Schmerzen, und 5 Füße (28%) waren stark schmerzhaft (s. Abb. 4).

Die leichten Schmerzen waren in 4 Fällen unter dem ehemaligen Großzehengrundgelenk lokalisiert, dabei war in einem Fall im Röntgenbild ein degeneratives Sesambein sichtbar. Eine Patientin spürte an einer dorsomedial gelegenen Schwielen über dem Endgelenk der Großzehe Schmerzen. Außerdem hatte sie leichte Schmerzen im Sprunggelenk und plantar an einer lateral lokalisierten Schwielen.

Mittelmäßige Schmerzen kamen in allen 3 Fällen unter den ehemaligen Metatarsaleköpfchen vor, dabei waren einmal vor allem MTP V und einmal vor allem MTP II und III betroffen.

Starke Schmerzen traten in allen 5 Fällen unter den ehemaligen Metatarsaleköpfchen auf, 2-mal besonders stark unter dem ehemaligen Großzehengrundgelenk. In einem Fall wurden die Probleme zusätzlich durch ein plantar proximal des Köpfchens tastbares Neurom hervorgerufen. An einem weiteren Fuß verursachte ein prominentes Metatarsale-I-Köpfchen im Bereich des ehemaligen Epicondylus Schmerzen. In einem anderen Fall waren die Beschwerden unter den ehemaligen Metatarsaleköpfchen IV und V besonders stark.

Meistens traten die Beschwerden besonders beim Gehen auf. Bei einer Patientin kamen sie wetterbedingt vor.



3.2.1.1.2 Gehfähigkeit

Gruppe A

Die Gehfähigkeit war in 1 Fall (9%) uneingeschränkt. 7-mal (64%) wurde das Gehvermögen als wenig eingeschränkt angegeben. In 3 Fällen (27%) bezeichneten die Patienten ihre Gehfähigkeit als erheblich eingeschränkt.

Den Zeitraum, währenddessen sie schmerzfrei gehen können, gaben die Befragten mit durchschnittlich 43 min an. Im Mittelmaß umfaßte ihr Gehvermögen eine Strecke von 840 m. Die Gehstrecke kurz vor der Operation betrug durchschnittlich 350 m.

Diese Angaben sind nur begrenzt aussagefähig, da das Gehvermögen in einigen Fällen durch den anderen nicht operierten Fuß mit rheumatischer Vorfußdeformität oder durch Beschwerden an Knien oder Hüfte limitiert war.

Gruppe B

Keiner der befragten Patienten empfand seine Gehfähigkeit als uneingeschränkt. 8-mal (44%) beurteilten die Patienten das Gehvermögen als wenig eingeschränkt, 10-mal (56%) als erheblich eingeschränkt.

Die Patienten erklärten, während einer Strecke von durchschnittlich 1100 m schmerzfrei gehen zu können. Die Zeitdauer betrug nach ihren Angaben im Durchschnitt 44 min. Präoperativ war im Mittelmaß eine Gehstrecke von nur 540 m möglich.

3.2.1.1.3 Zehenstand

Ein Zehenstand war bei allen untersuchten Patienten unmöglich.

3.2.1.1.4 Fußform

Gruppe A

Einen einwandfreien Index wiesen 3 Füße (27%) auf. 6 Füße (55%) zeigten einen Index mit leichten Mängeln. Ein unbefriedigender Index trat 2mal (18%) auf. Hier wies die Großzehe eine erhebliche Überlänge gegenüber dem II. Strahl auf.

Gruppe B

3 FüÙe (17%) zeigten einen einwandfreien Index. 8 FüÙe (44%) wiesen leichte Mängel auf. Bei 7 (39%) FüÙen war der Index unbefriedigend.

In einigen Fällen mit erneuter Valgusfehlstellung und Dorsalluxation der Großzehe war der Index schwer beurteilbar.

3.2.1.1.5 Komplikationen

Gruppe A

In 2 Fällen gab es schwerwiegende Komplikationen.

Bei einer Patientin rief ein Lymphödem Beschwerden hervor. Außerdem beklagte sie eine Hypästhesie der 2. Zehe. Der Fuß der anderen Patientin zeigte eine deutliche Überlänge der Großzehe. Die 4. Zehe mußte aufgrund postoperativer Nekrose amputiert werden. Von den Zehen II, III, und V waren nur noch Residuen vorhanden (siehe Kasuistik, Fall 2). Diese Komplikationen stehen folglich nicht direkt mit der Großzehengrundgelenksarthrodese im Zusammenhang.

Gruppe B

Nach Angaben der Patienten traten keine schwerwiegenden Komplikationen auf.

3.2.1.1.6 Gesamtergebnis des Scores nach Miehle et al.

Die Ergebnisse wurden folgenden Punktzahlen zugeordnet:

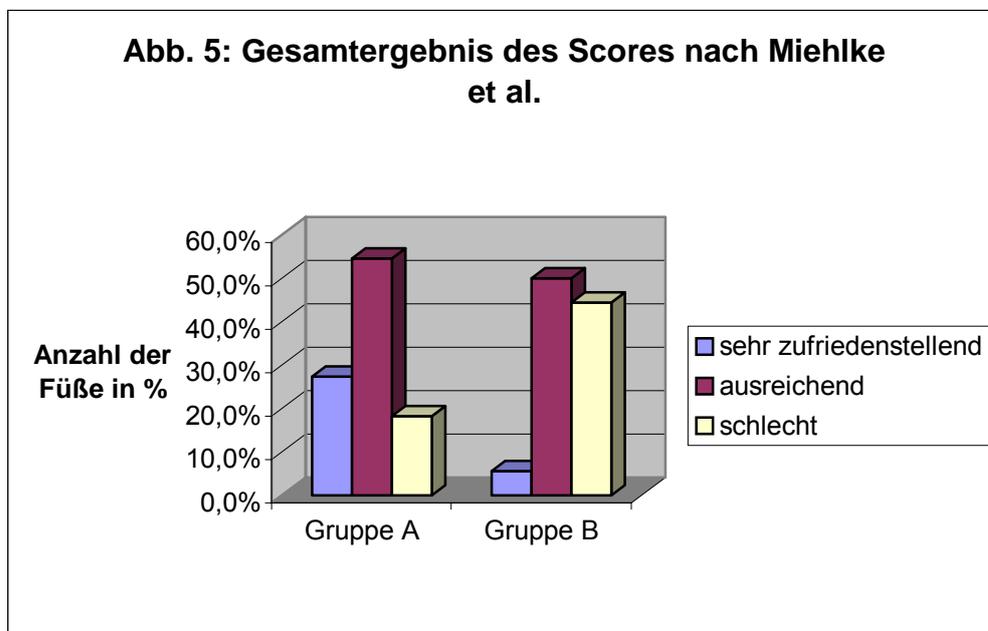
5 – 8 Punkte	sehr zufriedenstellend
9 – 11 Punkte	ausreichend
12 – 15 Punkte	schlecht

Gruppe A

3-mal (27%) war das Ergebnis sehr zufriedenstellend, 6-mal (55%) ausreichend und 2-mal (18%) schlecht (s. Abb. 5). Die durchschnittliche Punktzahl betrug 9,9.

Gruppe B

In einem Fall (6%) zeigte sich ein sehr zufriedenstellendes, 9-mal (50%) ein ausreichendes und an 8 Füßen (44%) ein schlechtes Ergebnis (s. Abb. 5). Durchschnittlich betrug die Punktzahl 11,2.



3.2.1.2 Score nach Kitaoka

3.2.1.2.1 Schmerzen

Gruppe A

Bei 7 Füßen waren an der Großzehe keine Schmerzen vorhanden. Eine Patientin hatte beidseits leichte Schmerzen. An jeweils 1 Fuß traten an der Großzehe mittlere bzw. starke Schmerzen auf (siehe 3.2.1.1.1).

Gruppe B

In 5 Fällen traten keine Schmerzen im Bereich der Großzehe auf. Leichte Schmerzen kamen 5-mal, mittlere Schmerzen 3-mal und starke Schmerzen 5-mal vor (siehe 3.2.1.1.1).

3.2.1.2.2 Tätigkeitseinschränkung

Gruppe A

2-mal (18 %) gaben die Patienten an, keine Einschränkungen ihrer Aktivitäten in Alltag, Beruf und Freizeit durch die Füße zu haben. In 7 Fällen (64%) waren die täglichen Tätigkeiten nicht beeinträchtigt, jedoch die Freizeitaktivitäten. 2-mal (18%) fühlten sich die Patienten sowohl im Alltag als auch bei Freizeitaktivitäten eingeschränkt. Kein Patient fühlte sich durch die Füße stark beeinträchtigt.

Gruppe B

Kein Patient war ohne Einschränkung in Alltag und Freizeit. In 13 Fällen (72%) gaben sie an, bei Freizeitaktivitäten, nicht aber im Alltag, durch die Füße beeinträchtigt zu sein. 3-mal (17%) empfanden die Befragten sowohl in der Freizeit als auch im Alltag Einschränkungen durch den Fuß. In 2 Fällen (11%) fühlten sich die Patienten stark beeinträchtigt.

3.2.1.2.3 Schuhe

Gruppe A

Kein Patient trug modische konventionelle Schuhe ohne Einlagen. 7-mal (64%) bevorzugten die Patienten bequeme Schuhe, bzw. mit Einlage. In 4 Fällen (36%) wurden maßgefertigte Schuhe getragen, bzw. Gehstützen gebraucht.

Präoperativ trugen 3 der nachuntersuchten Patienten Konfektionsschuhe. In 4 Fällen wurde bequemes Schuhwerk mit Einlagen bevorzugt. 2 Patienten waren vor der Operation schon mit orthopädischen Schuhen versorgt.

Gruppe B

Modische konventionelle Schuhe ohne Einlagen trug keine der Patienten. 9-mal (50%) waren die Patienten mit bequemem Schuhwerk, bzw. mit Einlagen ausgestattet. In 9 Fällen (50 %) trugen sie maßgefertigte Schuhe, bzw. gingen sie mit Stützen.

Vor dem chirurgischen Eingriff trugen 3 Patienten konventionelle Schuhe. Bequeme Schuhe mit Einlagen wählten 7 Patienten. Die Schuhversorgung bestand bei 2 Patienten präoperativ schon aus orthopädischen Schuhen.

3.2.1.2.4 Beweglichkeit im MTP-Gelenk

Gruppe A

Aufgrund der Arthrodese des Großzehengrundgelenks ist keine Bewegung möglich.

Gruppe B

2 Füße (11%) wiesen eine normale oder geringe Einschränkung (75° oder mehr) auf. 9 Füße (50%) zeigten eine mäßige Einschränkung ($30-74^\circ$). Bei 7 Füßen (39%) war die Bewegung im Großzehengrundgelenk stark eingeschränkt ($<30^\circ$).

3.2.1.2.5 Beweglichkeit im IP-Gelenk (Plantarflexion)

Gruppe A

Bei 8 Füßen (73%) war die Einschränkung gering oder nicht vorhanden. 3 Füße (27%) wiesen eine starke Einschränkung auf ($<10^\circ$).

Gruppe B

13-mal (72%) zeigten die IP-Gelenke eine geringe bzw. keine Einschränkung. 5 Füße (28%) wiesen im Endgelenk eine starke Einschränkung ($<10^\circ$) auf.

3.2.1.2.6 MTP-IP-Stabilität

Gruppe A

Durch die Arthrodese im Großzehengrundgelenk war der I. Strahl bei allen Füßen stabil.

Gruppe B

In 5 Fällen (28%) konnten die Gelenke an der Großzehe noch als stabil bezeichnet werden. 13-mal (72%) traten instabile Gelenke auf.

3.2.1.2.7 Schwielen

Gruppe A

An 8 Füßen (73%) waren keine schmerzhaften Schwielen vorhanden. 3 Füße (27%) wiesen Schwielen auf.

An 2 Füßen bei einer Patientin waren sie unter dem ehemaligen Großzehengrundgelenk lokalisiert, wobei die linke Großzehe im Endgelenk noch eine druckdolente Schwellung aufwies. In einem weiteren Fall war das Endgelenk der Großzehe betroffen.

Gruppe B

6 Füße (33%) zeigten keine schmerzhaften Schwielen. An 12 Füßen (67%) waren Schwielen festzustellen.

Sie waren in 11 Fällen unter dem ehemaligen Großzehengrundgelenk, wobei an 7 Füßen auch unter anderen Metatarsaleköpfchen Schwielen vorkamen. 2

Füße wiesen zusätzlich am Epicondylus eine Schwielen auf. 3 Füße zeigten eine Schwielen dorsomedial über dem Endgelenk der Großzehe. Dabei war in 2 Fällen die Großzehe nach dorsal luxiert und die Schwielen durch den Schuhdruck hervorgerufen.

3.2.1.2.8 Ausrichtung der Großzehe

Gruppe A

An 7 Füßen (64%) war eine gute Ausrichtung der Großzehe festzustellen. In 3 Fällen (27%) wich die Stellung der Großzehe um einige Grade ab, verursachte jedoch keine Symptome. Bei einem Fuß (9%) war die Ausrichtung schlecht und symptomatisch.

Gruppe B

4 Füße (22%) wiesen eine gute Ausrichtung der Großzehe auf. An 6 Füßen (33%) zeigte sich eine abweichende Stellung, die jedoch symptomlos war. Eine schlechte Ausrichtung, die offensichtlich symptomatisch war, trat in 8 Fällen (44%) auf.

3.2.1.2.9 Gesamtergebnis des Scores nach Kitaoka

Die Punktzahlen wurden folgendem Gesamtergebnis zugeordnet:

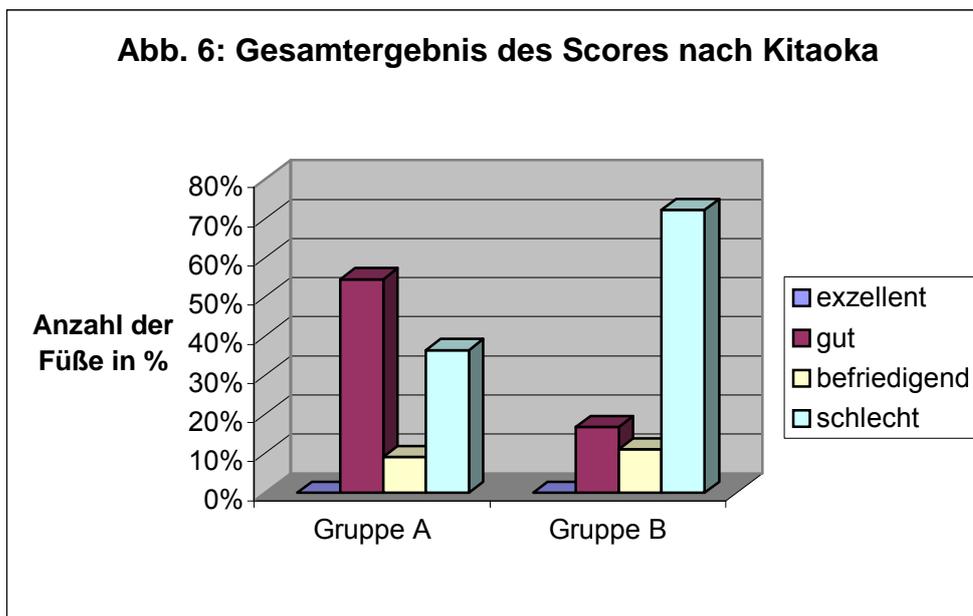
91 – 100 Punkte	exzellent
71 – 90 Punkte	gut
61 – 70 Punkte	befriedigend
unter 61 Punkte	schlecht

Gruppe A

Die mit Großzehengrundgelenksarthrodese operierten Patienten erreichten durchschnittlich eine Punktzahl von 67 Punkten. Dabei ergab sich in 6 Fällen (55%) ein gutes, in einem Fall (9%) ein befriedigendes und 4-mal (36%) ein schlechtes Ergebnis. Ein exzellentes Ergebnis war nicht möglich, da durch die fehlende Beweglichkeit im ehemaligen Großzehengrundgelenk nur eine Gesamtpunktzahl von 90 Punkten erreicht werden konnte (s. Abb. 6).

Gruppe B

Die durchschnittliche Punktzahl betrug bei den mit Resektionsarthroplastik operierten Patienten 47 Punkte. Es wurde 3-mal (17%) ein gutes, 2-mal (11%) ein befriedigendes und 13-mal (72%) ein schlechtes Ergebnis erzielt (s. Abb. 6).



3.2.2 Ergebnisse des standardisierten Fragebogens

3.2.2.1 Patientenzufriedenheit

Gruppe A

Mit dem funktionellen Ergebnis waren 3 Patienten (27%) sehr zufrieden. 7 Patienten (64%) äußerten sich zufrieden. Eine Patientin (9%) war unzufrieden aufgrund einer Hypästhesie der zweiten Zehe, Schmerzen und Schwellung des gesamten Fußes (s. Abb. 7).

Das kosmetische Ergebnis beurteilten 3 Patienten (27%) als „sehr gut“, 3 (27%) bezeichneten es als „gut“ und 2 Patienten (18%) stufte es als „befriedigend“ ein. Eine „schlechte“ Beurteilung erhielt das kosmetische Ergebnis bei 3 Füßen (27%) (s. Abb. 8).

Grund für die schlechte Beurteilung war in einem Fall die starke Überlänge der Großzehe im Vergleich zu den kleinen Zehen, die nur noch als Residuen vorhanden waren (siehe Kasuistik, Fall 2). Eine weitere Patientin, die beidseits operiert wurde, empfand den Hallux-valgus-Winkel als noch zu groß und störte sich daran, daß die kleinen Zehen nicht ganz gleichmäßig reseziert worden waren.

Ausgenommen einer Patientin würden sich alle Befragten mit dem Wissen des Ergebnisses in der damaligen Situation wieder einer Operation unterziehen.

Gruppe B

2 Patienten (11%) zeigten sich sehr zufrieden mit dem funktionellen Ergebnis. 13-mal (72%) waren die Patienten zufrieden. Bei 3 operierten Füßen (17%) äußerten sich die Patienten unzufrieden. Dies wurde mit Schmerzen begründet (s. Abb. 7).

Das kosmetische Ergebnis wurde 3-mal (17%) als „gut“ bewertet. Bei 9 (50%) operierten Füßen beurteilten die Patienten es als „befriedigend“. In 6 Fällen (33%) fanden sie es in kosmetischer Hinsicht „schlecht“ (s. Abb. 8).

Dies wurde vor allem durch die rezidivierende Valgusfehlstellung oder Dorsalluxation der Großzehe und die dorsale und laterale Deviation der kleinen Zehen begründet.

Ausgenommen einer Patientin würden alle in der nochmaligen Situation wieder einer Operation zustimmen.

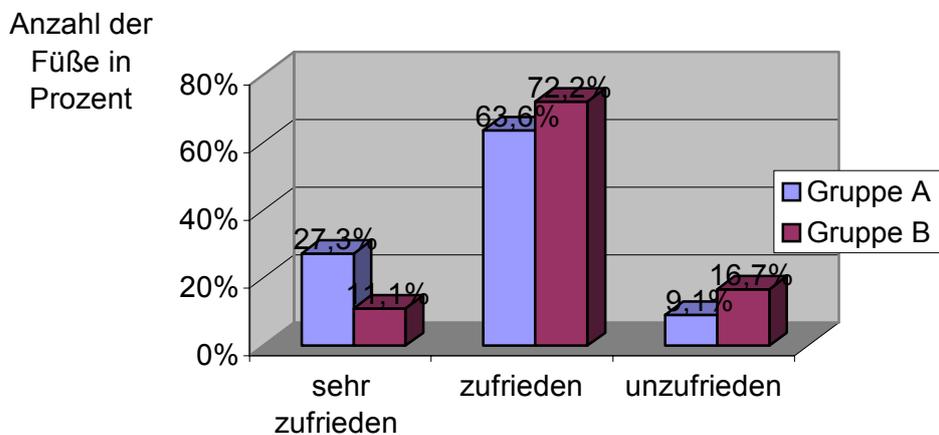


Abb. 7: Patientenzufriedenheit mit dem funktionellen Ergebnis

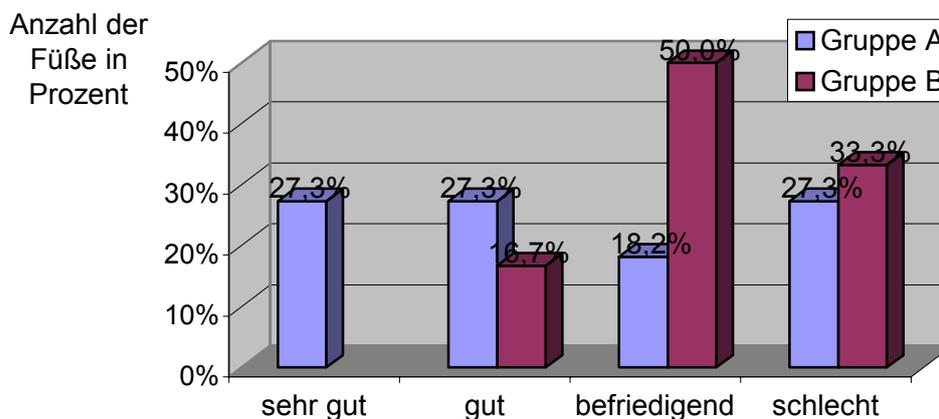


Abb. 8: Patientenzufriedenheit mit dem kosmetischen Ergebnis

3.2.2.2 Vergleich der Patientenzufriedenheit mit den Ergebnissen der Scores

Gruppe A

Tab. 3: Vergleich der Patientenzufriedenheit mit den Scores (Gruppe A)

Pat. Nr.	Fuß	Score n. Miehke		Score n. Kitaoka		Zufriedenheit	
						Funktion	Kosmetik
1	li	9	ausreichend	73	gut	sehr zufrieden	sehr gut
2	li	11	ausreichend	55	schlecht	zufrieden	schlecht
2	re	11	ausreichend	60	schlecht	zufrieden	schlecht
3	re	7	sehr zufriedenstellend	85	gut	sehr zufrieden	sehr gut
4	re	8	sehr zufriedenstellend	82	gut	zufrieden	gut
5	re	10	ausreichend	82	gut	sehr zufrieden	befriedigend
6	li	12	schlecht	57	schlecht	unzufrieden	befriedigend
7	li	9	ausreichend	69	befriedigend	zufrieden	gut
8	li	15	schlecht	19	schlecht	zufrieden	schlecht
8	re	8	sehr zufriedenstellend	82	gut	zufrieden	gut
9	re	9	Ausreichend	72	gut	zufrieden	Sehr gut
		9,9		66,9			

Gruppe B

Tab. 4: Vergleich der Patientenzufriedenheit mit den Scores (Gruppe B)

Pat. Nr.	Fuß	Score n. Miehke		Score n. Kitaoka		Zufriedenheit	
						Funktion	Kosmetik
1	li	10	ausreichend	60	schlecht	sehr zufrieden	befriedigend
2	re	9	ausreichend	72	befriedigend	zufrieden	befriedigend
3	li	10	ausreichend	87	gut	zufrieden	gut
3	re	11	ausreichend	60	schlecht	zufrieden	befriedigend
4	li	12	schlecht	42	schlecht	zufrieden	befriedigend
4	re	13	schlecht	22	schlecht	unzufrieden	schlecht
5	li	12	schlecht	45	schlecht	unzufrieden	schlecht
6	re	8	sehr zufriedenstellend	77	gut	zufrieden	gut
7	li	13	schlecht	27	schlecht	zufrieden	befriedigend
7	re	14	schlecht	19	schlecht	zufrieden	schlecht
8	li	10	ausreichend	57	schlecht	zufrieden	schlecht
8	re	10	ausreichend	62	befriedigend	zufrieden	schlecht
9	re	12	schlecht	30	schlecht	unzufrieden	schlecht
10	li	9	ausreichend	62	befriedigend	zufrieden	gut
11	li	11	ausreichend	40	schlecht	zufrieden	befriedigend
11	re	11	ausreichend	40	schlecht	zufrieden	befriedigend
12	li	13	schlecht	37	schlecht	sehr zufrieden	befriedigend
12	re	14	schlecht	12	schlecht	zufrieden	befriedigend
		11,2		47,3			

In allen Fällen, in denen die Patienten mit der Funktion des Fußes unzufrieden waren, waren die Ergebnisse der Scores auch als schlecht beurteilt worden. Das kosmetische Ergebnis, das insgesamt 9-mal mit schlecht beurteilt wurde, lieferte in 5 Fällen (56%) nach mindestens einem der Scores ein ausreichendes oder befriedigendes Ergebnis, in allen anderen Fällen ein schlechtes.

3.2.2.3 präoperative Diagnose

Gruppe A

Bei allen nachuntersuchten Patienten bestand eine rheumatoide Arthritis schon seit mehreren Jahren. Der Zeitpunkt der Diagnosestellung lag durchschnittlich 23,5 Jahre vor dem Operationstermin mit einer Streuung von 6 bis 77 Jahren.

Präoperativ zeigte sich bei allen Patienten eine typische rheumatische Vorfußdeformität mit ausgeprägtem Hallux valgus. Mit Ausnahme einer Patientin hatten alle Patienten präoperativ starke Schmerzen im Vorfußbereich. Als Lokalisation gaben sie primär den Bereich unter den Metatarsaleköpfchen I-V und den Epicondylus dorsomedial am I. Strahl an. Die Beschwerden wurden als Hauptgrund für den Entschluß zum operativen Eingriff angegeben. Die Patientin mit geringen präoperativen Beschwerden gab als Operationsgrund die problematische Schuhversorgung beim Hallux valgus an.

Gruppe B

Die Diagnose einer rheumatoiden Arthritis war bei der mit Resektionsarthroplastik operierten Vergleichsgruppe durchschnittlich 17,7 Jahre vor der Operation gestellt worden. Dabei war der kürzeste 4 und der längste Zeitraum 36 Jahre.

15 Füße verursachten präoperativ starke Schmerzen, die vor allem am Fußballen, am Epicondylus und an der Großzehe lokalisiert waren. 3 Patienten gaben an, präoperativ am Vorfuß nur geringe Beschwerden verspürt zu haben, die Großzehe wies jedoch eine deutliche Valgusfehlstellung auf. 3 Patienten

hatten hauptsächlich an Hammerzehen Beschwerden. Als Gründe für die Operation nannten die Patienten insgesamt zuerst die starken Schmerzen und zweitens die mangelnde Paßform der Schuhe beim Hallux valgus.

3.2.2.4 postoperative Wundheilung

Gruppe A

Die Regenerationszeit nach dem chirurgischen Eingriff betrug in den meisten Fällen 3-4 Monate. Eine Patientin gab 1 Jahr Regenerationszeit an, eine weitere erklärte, daß ihre postoperativen Beschwerden mehrere Jahren andauerten, bis eine Nachoperation erfolgte, bei der ein fibröser Knoten im Bereich der Beugesehnenscheide Digitus I entfernt wurde. Bei insgesamt 6 Patienten (55%) traten postoperative Wundheilungsstörungen auf.

Alle Patienten gaben an, daß sich die Schmerzen im Vergleich zur präoperativen Schmerzsymptomatik deutlich gebessert hätten.

Gruppe B

Mit durchschnittlich 2,7 Monaten wurde die postoperative Regenerationszeit angegeben. Eine Wundheilungsstörung trat bei 4 Füßen (22%) auf. Bei allen Patienten waren die Schmerzen insgesamt besser als präoperativ.

3.2.3 SMFA-D-Fragebogen

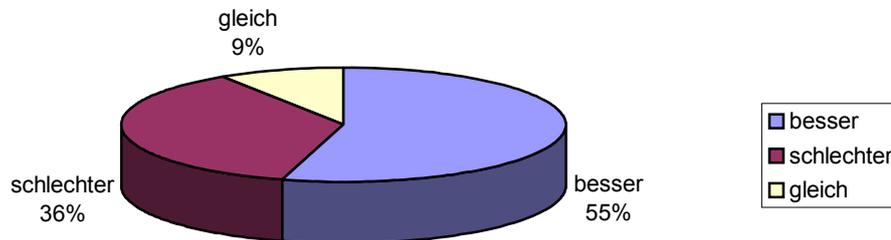
Um einen direkten Vergleich der Patienten, die mit den beiden unterschiedlichen Operationsmethoden operiert worden waren, anstellen zu können, wurde jeweils einem Patienten der Gruppe A ein Patient der Gruppe B mit annähernd gleicher Punktzahl nach dem Funktionsfragebogen und gleicher Altersklasse gegenübergestellt und die Ergebnisse der Scores verglichen. Bei zwei Patienten, die an einem Fuß mit einer Arthrodesis und an dem anderen mit einer Resektionsarthroplastik operiert worden waren, konnten die Füße direkt verglichen werden.

Tab. 5: Gegenüberstellung der Ergebnisse aus Gruppe A und B

Gruppe A				Gruppe B			
Alter	SMFA-D	Score n. Kitaoka	Score n. Miehlke	Alter	SMFA-D	Score n. Kitaoka	Score n. Miehlke
42	119	85	7 (zufr.)	47	130	27	13 (schl.)
64	129	82	10 (aus.)	64	129	60	10 (aus.)
67	124	57	12 (schl.)	67	124	72	9 (aus.)
73	129	73	9 (aus.)	73	118	77	8 (zufr.)
67	159	55	11(aus.)	69	134	87	10 (aus.)
67	159	60	11(aus.)	69	134	60	11 (aus.)
66	96	82	8 (zufr.)	65	111	57	10 (aus.)
79	180	69	9 (ausr.)	70	172	62	9 (aus.)
57	152	19	15 (schl.)	59	158	42	12 (schl.)
57	152	82	8 (zufr.)	59	158	22	13 (schl.)
55	145	72	9 (aus.)	58	137	30	12 (schl.)

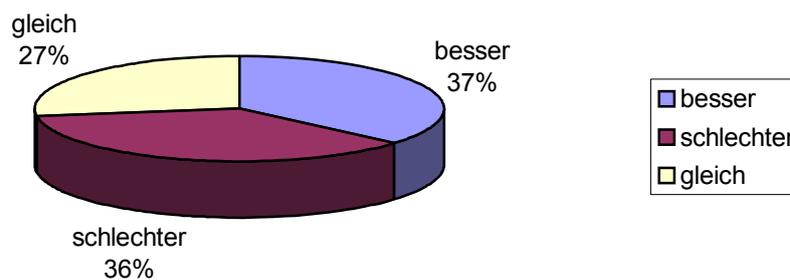
Im direkten Vergleich der Patienten der Gruppe A mit Gruppe B war nach dem Kitaoka-Score in Gruppe A das Ergebnis 6-mal besser und 4-mal schlechter als in Gruppe B. In einem Fall war es gleich (s. Abb. 9).

Abb. 9: Vergleich der Gruppe A zu Gruppe B (Score nach Kitaoka)



Bei dem Score nach Miehke ergab sich in Gruppe A 4-mal ein besseres, 4-mal ein schlechteres und 3-mal ein gleiches Ergebnis (s. Abb. 10).

Abb. 10: Vergleich der Gruppe A zu Gruppe B (Score nach Miehke)



3.2.4 Kasuistik

3.2.4.1 Fall 1

Die Patientin (geboren am 08.04.1958) stellte sich am 24.11.1993 mit starken Beschwerden beider Vorfüße erstmals in der Poliklinik der Orthopädischen Klinik vor. Eine seronegative chronische Polyarthritis war 1987 festgestellt worden. Als derzeitige Basistherapie nahm die Patientin Sulfasalazin und Ridaura. Die Diagnose lautete rheumatische Vorfußdeformität beidseits.

Befund: Schwellung und Druckschmerz im Bereich aller MTP-Gelenke, H. valgus beidseits, rechts stärker als links. Es wurde eine Operation angedacht.

Am 09.02.1995 stellte sie sich erneut mit einer Verschlechterung des rechten Fußes vor. Das Gangbild war nur unter Schonung des Vorfußbereichs möglich. Das Röntgenbild zeigt deutliche Destruktionen der MTP-Gelenke (s. Abb. 12).

Am 06.03.1995 wurde in Regionalanästhesie eine Metatarsalköpfchenresektion (Operation nach Tillmann) an den Zehen II-V sowie eine Großzehengrundgelenksarthrodese rechts durchgeführt. Die Fixierung erfolgte mit zwei Kirschner-Drähten und einer Cerclage.

Am 20.03.1995 wurde die Patientin mit Vorfußentlastungsschuh entlassen (Der Klinikaufenthalt betrug 15 Tage). Am 27.04.1995 (7 Wochen postoperativ) trat eine Wundheilungsstörung (deutliche Überwärmung, mäßige Rötung, plantarseitig 1x1 cm Dehiszenz unter 3. Strahl und 0,5 cm unter 5. Strahl) auf. Die Patientin war inzwischen mit Methotrexat (1 x wöchentlich) und Decortin 7,5 mg als Basistherapie eingestellt. Die Wundränder wurden angefrischt, die Hornhaut abgetragen und regelmäßige Fußbäder und Verbandswechsel durchgeführt. Es wurde erneut eine Unterschenkelliegegipschale angelegt. Methotrexat und Cortison wurden abgesetzt.

Am 24.05.1995 (11 Wochen postoperativ) konnte die Patientin in angepaßten Konfektionsschuhen (versteifte Sohle, Kork-Leder-Einlage, Schmetterlingsrolle) schmerzfrei gehen. Das Röntgenbild zeigte eine vollständig durchbaute

Arthrodese, zentrierte Sesambeine und eine regelrechte Stellung der Zehen.
Am 19.06.1995 (nach 14 Wochen postoperativ) waren alle Wunden abgeheilt.
Die Metallentfernung wurde am 22.09.1995 (28 Wochen postoperativ)
durchgeführt.

Am 07.07.2000 stellte sich die Patientin zur Nachuntersuchung vor.
Zwischenzeitlich wurde sie an den Händen auswärts operiert (Arthrodese
beider Daumengrundgelenke, Synovektomie D III Endgelenk links sowie
Synovektomie Handgelenk rechts).



Abb. 11: klinisches Bild (rechter Vorfuß 5,3 Jahre postoperativ)

Anamnese: Die Patientin berichtete, daß die Gehstrecke seitens des rechten
Fußes nicht mehr limitiert sei. Sie ist mit dem Ergebnis sehr zufrieden. Wegen
Beschwerden des linken Fußes könne sie nur mit entsprechender
Schuhversorgung ca. 1 km laufen. Seit Absetzen der Basistherapie (MTX 17,5
mg) wegen Unverträglichkeit habe sie eine Verschlechterung des linken Fußes

und beider Hände bemerkt. Cortison (Proxen 2 x 500 mg) wird bei Bedarf eingenommen.

Befund: Unbehindertes Gehbild barfuß, deutliche Valgusstellung mit Druckdolenz über dem Großzehen links sowie Krallenzehenbildung D II mit Superductusstellung, Schwielenbildung unter dem Metatarsaleköpfchen II mit Druckdolenz (s. Abb. 11).



Abb. 12: Vorfuß rechts präoperativ



Abb. 13: Vorfuß rechts 5,3 Jahre postoperativ.

Röntgen (rechter Fuß in zwei Ebenen unter Belastung): regelrechte Valgusstellung und knöchern durchbaute Fusion des I. Strahls. Zentrierte Stellung mit erhaltenem Metatarsale-Index nach Lelièvre, keine Zunahmedestruktionen im Vergleich zu den Vorbefunden (s. Abb. 13).

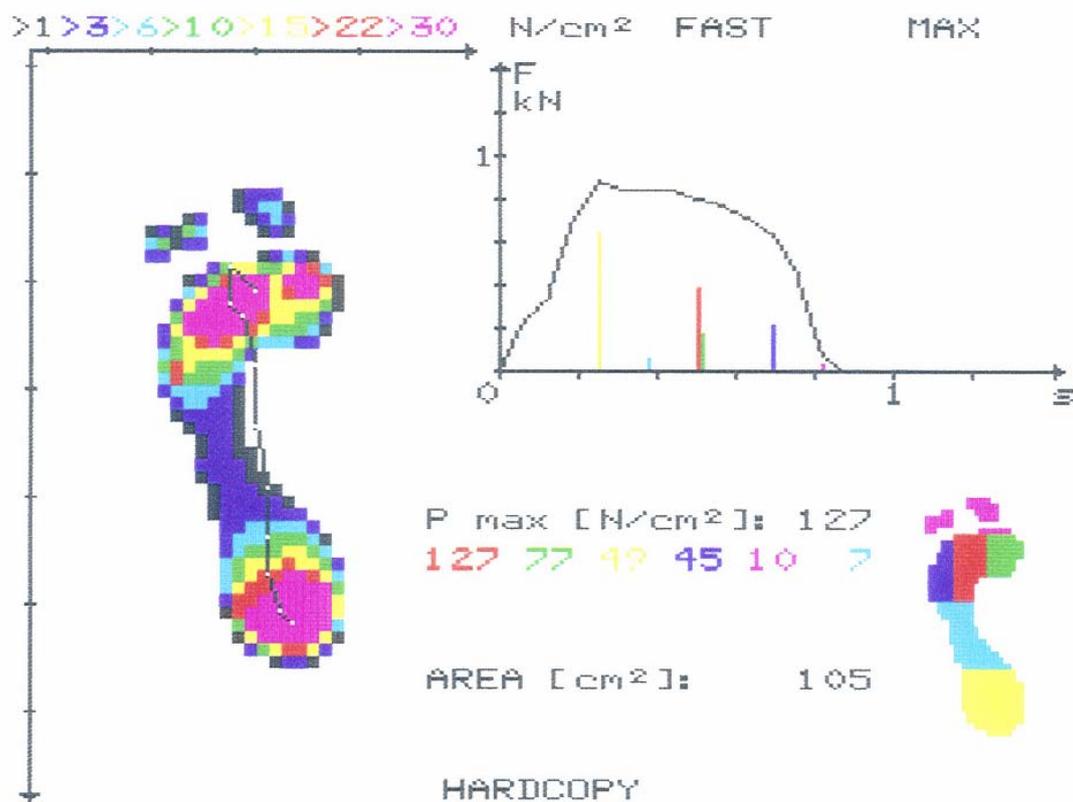


Abb. 14: dynamisches Maximaldruckbild links (Fall 1)

Dynamische Fußdruckmessung: Druckübernahme beim Abrollvorgang über dem 1. Strahl rechts (s. Abb. 15), auf der linken Seite Druckspitzen der Metatarsaleköpfchen II und III und Verlust der Belastung der Großzehe (s. Abb. 14), beidseits Deformierung der dynamischen Druckkurve im Sinne eines Plateaus.

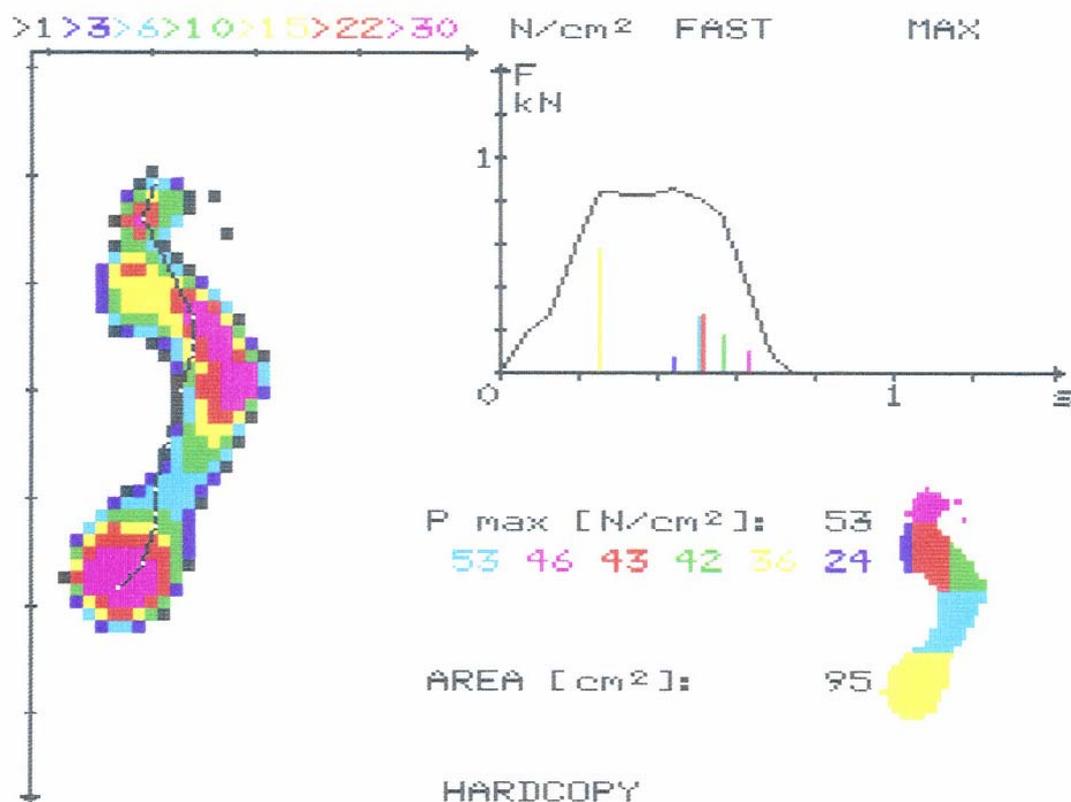


Abb. 15: dynamisches Maximaldruckbild rechts (Fall1)

3.2.4.2 Fall 2

Bei der Patientin war seit 1987 eine seropositive chronische Polyarthrits bekannt. 1987 wurde sie bereits an der rechten Hand, 1989 an der linken Hand und 1993 am linken Knie (Arthroskopie und Synovektomie mit Innenmeniskusteilresektion sowie offener Bakerzystenentfernung) operiert.

Seit 1994 traten zunehmende Schmerzen im rechten Vorfuß auf. Es wurde eine rheumatische Vorfußdeformität mit Hallux valgus und luxierten Krallenzehen Dig. II-V diagnostiziert (s. Abb. 16). Am 30.05.1995 erfolgte eine Operation nach Tillmann an D II-V und eine Ball-and-socket-Arthrodesse an D I (Fixierung mittels 2er Kirschnerdrähte und Zuggurtung). Am 29.06.1995 (nach ca. 9

Wochen stationär) wurde die Patientin mit einer dorsalen Unterschenkelschiene entlassen.

Aufgrund einer Wundheilungsstörung wurden am 07.07.1995 mehrere Nekrosestellen (Großzehe medial und 5. Zehe plantar) und am 12.07.1995 die Drahtcerclage an der Großzehe entfernt. Die derzeitige Medikation bestand aus Cortison und nichtsteroidalen Antirheumatika. Aufgrund einer Leukopenie erfolgte am 24.07.1995 die Überweisung in die Med. Univ.-Klinik Würzburg.

Die Metallentfernung (2 Kirschnerdrähte) an D I mit Nekrosektomie und Spülung wurde am 11.08.1995 vorgenommen. Die stationäre Behandlung dauerte bis zum 27.09.1995 wegen schwerer Wundheilungsstörungen am Großzehengrundgelenk dorsal sowie an den Metatarsaleköpfchen II-V rechts plantar. Es bestand eine toxische Agranulozytose. Unter Antibiose kam es zu einer langsamen aber stetigen Wundheilung. Die Unterschenkelgipsschiene sollte zunächst belassen und der Fuß noch nicht belastet werden.



Abb. 16: Vorfuß rechts präoperativ



Abb. 17: Vorfuß rechts 5,5 Jahre postoperativ

Am 16.11.1995 zeigte sich eine vollständige Wundheilung. Die Leukopenie wurde weiter mit Neupogen behandelt. Die Patientin war derzeit mit Decortin H 10mg versorgt und trug Schuheinlagen (Kork-Leder-Einlage).

Am 22.04.1998 standen seit ca. 1 Jahr die Schmerzen am linken Vorfuß im Vordergrund. Diagnose: rheumatische Vorfußdeformität links, rheumatische Handdeformität mit ruptierten Strecksehnen D III-V rechts.

Röntgen: komplette Luxation der Kleinzehen, H. valgus Großzehe (s. Abb. 18).

Da die Endoxanmedikation nur kurzzeitig ausgesetzt werden sollte, wurden zwei Operationen simultan durchgeführt. Am 24.07.1998 erfolgte in Intubationsnarkose eine Großzehengrundgelenksarthrodese (peg-in-hole-Technik), die Grundgliedresektion und Metatarsaleköpfchenresektion von dorsal D II-V links (zwei dorsale Längsschnitte im 2. und 4. Zwischenzehenraum, die zick-zack-förmig über Grund- und Mittelgelenke weitergeführt wurden). Die Mittel- und Endglieder wurden jeweils mit einem Kirschnerdraht am Metatarsusstumpf fixiert und sollten für zwei Wochen belassen werden. Die Fixierung der Arthrodese erfolgte mit zwei gekreuzten Kirschnerdrähten. An der rechten Hand wurde parallel eine Verlängerungsarthrodese des Handgelenks mit Rekonstruktion der Strecksehnen D III, D IV u. D V vorgenommen.

Aufgrund einer Wundinfektion erfolgte am 07.08.1998 eine Wundrevision am rechten Unterarm und eine entsprechende Antibiose. Des weiteren kam es zu einer Wundheilungsstörung des linken Fußes und zu einer Nekrose der 4. Zehe. Daher wurden am 14. und am 19.08.1998 Nekrosektomien, Debridement und Wundtoilette an D II- V vorgenommen. Kirschnerdrähte an D II-V und Fäden wurden zuvor entfernt.

Am 21.08.1998 erfolgte die Amputation der 4. Zehe und am 27.08.1998 eine erneute Nekrosektomie an D II-V. Die Metallentfernung an D I fand am 16.09.1998 statt. Nach ca. 9 Wochen wurde sie mit speziell angepaßten Schuheinlagen entlassen.



Abb.18: Vorfuß links präoperativ



Abb.19: Vorfuß links 1,7 Jahre postoperativ

Am 06.12.2000 stellte sich die Patientin zur Nachuntersuchung vor.

Anamnese: Die Patientin ist unzufrieden mit der Operation des linken Fußes. Sie stört vor allem die Überlänge der Großzehe. Seitens des rechten Fußes könne sie problemlos und ohne Beschwerden laufen.

Befund: Seitens des rechten Fußes korrekte Stellung des Großzehen in leichter Dorsalextension und abgehobener Grundphalanx mit leicht verstärkter Valgus-Rezidiv-Stellung. Insgesamt jedoch ansprechendes ästhetisches Ergebnis bei guter Funktion (s. Abb. 20).



Abb. 20: klinisches Bild (rechts 5,5 Jahre postoperativ, links 2,3 Jahre postoperativ)

Röntgen (beide Füße anterior-posterior): links deutlich verlängerter I. Strahl, lediglich noch Residuen der Zehen II, III und V vorhanden (s. Abb. 19), rechts harmonische Länge der Metatarsalia, ebenso wie der Zehenlängen (s. Abb. 17). Knöchern konsolidierte Arthrodesen beidseits.

Unter der derzeitigen Therapie mit Endoxan ist es zur Spontanentwicklung eines Ulcus am linken Unterschenkel gekommen. Aufgrund der Allgemeinsituation und der Ablehnung der Patientin wurde daher kein weiterer Eingriff in Erwägung gezogen.

Bei der dynamischen, computergestützten Untersuchung mit dem Emed-System nehmen beide Großzehen trotz Arthrodese nur bei Abstoßung an dem Abrollgeschehen teil, ansonsten unter statischen und dynamischen Bedingungen keine Druckübernahme der Strahlen I-V. Deutlich vermehrte Druckspitzen über den Metatarsaleköpfchen III-IV beidseits der Ferse (s. Abb. 21, 22).

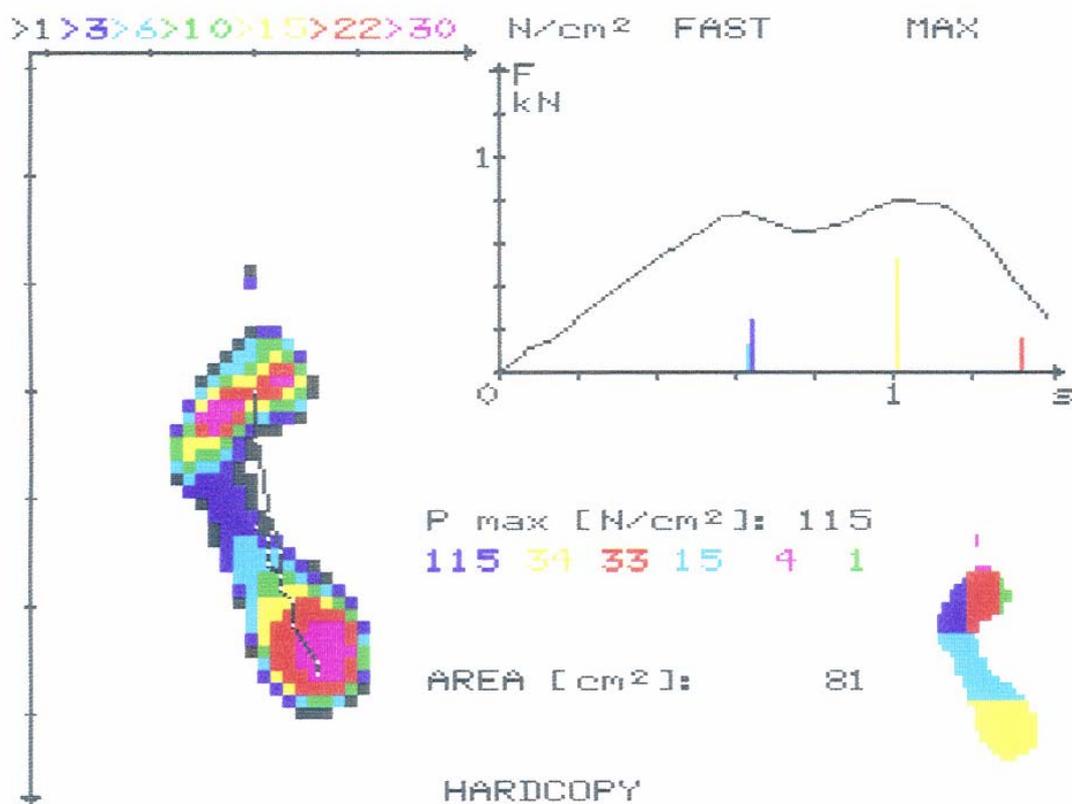


Abb. 21: dynamisches Maximaldruckbild links (Fall 2)

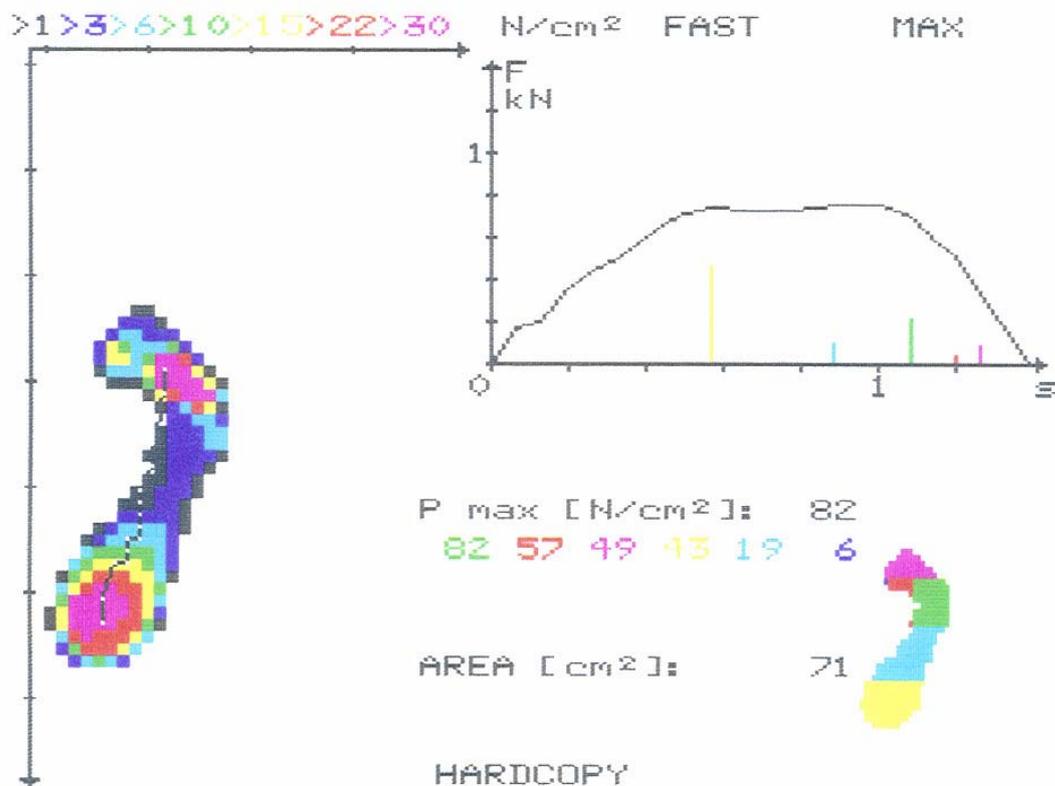


Abb. 22: dynamisches Maximaldruckbild rechts (Fall 2)

3.3 Pedographie

3.3.1 Statische Druckmessung

3.3.1.1 Belastung der Großzehe während der Standphase

Gruppe A

Bei 5 (45,5%) von 11 untersuchten Füßen berührte die Großzehe im Stand den Boden.

Demgegenüber hatte bei 6 Füßen (54,5%) die Großzehe keinen Bodenkontakt. Davon wies nur ein Fuß mit 38° einen Dorsalextensionswinkel >20° auf.

Gruppe B

Im Stand hatte die Großzehe bei 2 (11,1%) von 18 mit Resektionsarthroplastik operierten Füßen Kontakt zum Boden.

Bei 16 (88,9%) Füßen berührte die operierte Großzehe den Boden nicht. In 12 dieser Fälle (75%) war die Großzehe nach dorsal luxiert.

3.3.1.2 P_{max} im Vorfußbereich während der Standphase

Gruppe A

Der Maximaldruck P_{max} unter dem Vorfuß betrug im Durchschnitt 29,4 N/cm² im Vergleich zu durchschnittlich 16,5N/cm² unter dem Rückfuß.

Der Maximaldruck ist jedoch vom Körpergewicht abhängig und dadurch nur eingeschränkt aussagekräftig. Die Druckverteilung zwischen Vor- und Rückfuß hängt unter anderem von der Körperhaltung und der Gewichtsverlagerung ab.

Gruppe B

Der Maximaldruck P_{max} betrug im Durchschnitt unter dem Vorfuß 28,2 N/cm², unter dem Rückfuß 16,2 N/cm².

Die durchschnittlichen Maximaldruckwerte unter Vor- und Rückfuß waren folglich in beiden Gruppen annähernd gleich.

3.3.2 Dynamische Druckmessung

3.3.2.1 Druckmaxima beim Abrollvorgang

Der Maximaldruck P_{max} während des Abrollvorgangs wurde in 6 anatomischen Teilgebieten beurteilt.

3.3.2.1.1 Verteilung der größten Maximaldruckwerte

Gruppe A

5 (45,5%) von 11 Füßen zeigten in dem Teilgebiet unter MT I den größten Maximaldruck P_{max}. Bei jeweils 2 Füßen (18,2%) war der Maximaldruck unter MT IV-V bzw. dem Rückfuß am größten. Unter der Großzehe und unter dem Mittelfuß wies jeweils 1 Fuß (9,1%) den höchsten Wert auf. Bei keinem Abrollvorgang war das Druckmaximum unter MT II-III.

Gruppe B

11 (61,1%) von 18 Füßen zeigten den größten Maximaldruck P_{max} unter MT I. In 3 (16,7%) Fällen lag die größte Belastung unter MT II-III. 2 (11,1%) Füße wiesen die größten Druckwerte unter MT IV-V auf. Jeweils 1 operierter Fuß (je 5,6%) hatte die stärkste Belastung unter der Großzehe und unter dem Rückfuß.

Die Anzahl der Füße in % mit dem größten Maximaldruck P_{max} im jeweiligen Teilgebiet ist in Abb. 23 dargestellt.

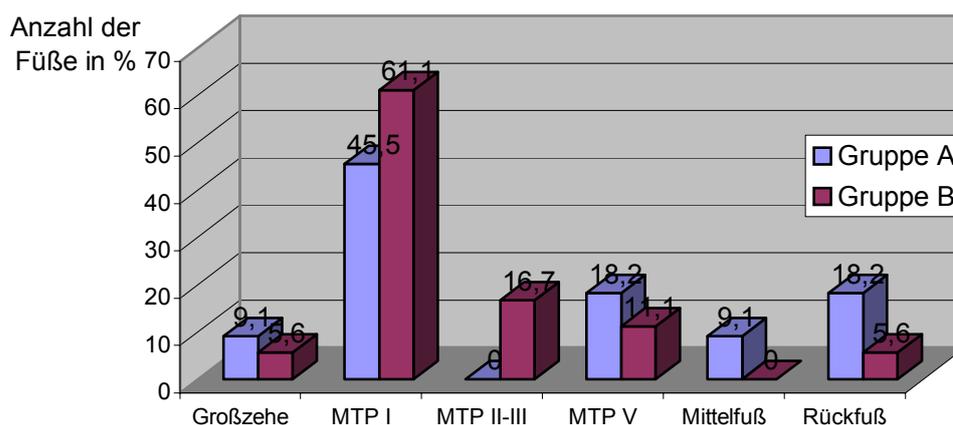


Abb. 23: Anzahl der Füße in % mit größtem Maximaldruck im jeweiligen Teilgebiet

3.3.2.1.2 durchschnittliche Maximaldruckwerte

In beiden Gruppen war der durchschnittliche Maximaldruckwert unter MT I am größten: 54 N/cm² (Gruppe A) und 87,5 N/cm² (Gruppe B). Sowohl in Gruppe A als auch in Gruppe B waren die durchschnittlichen Werte Richtung MT I → MT II-III → MT IV-V abnehmend (A: 54N/cm² → 49,7N/cm² → 45,5N/cm²; B: 87,5N/cm² → 74,6N/cm² → 63,3N/cm²). Dies stimmt mit den Ergebnissen von Bitzan et al., 1997, die jedoch nur Patienten mit Resektionsarthroplastik nachuntersucht haben, überein.

Die Maximaldruckwerte unter MT I-V sind in Gruppe B insgesamt deutlich höher als in Gruppe A.

Unter der Großzehe wurden bei den mit Großzehengrundgelenksarthrodese im Vergleich zu den mit Resektionsarthroplastik operierten Patienten durchschnittlich größere Maximaldruckwerte (A: 32 N/cm²; B: 22,4N/cm²) erzielt.

In Gruppe A erfolgte bei 3 Füßen (27,3%) keine Druckverteilung auf die Großzehe. In Gruppe B wurde die Großzehe 9mal (50%) nicht belastet.

Die durchschnittlichen Maximaldruckwerte sind in Abb. 24 dargestellt.

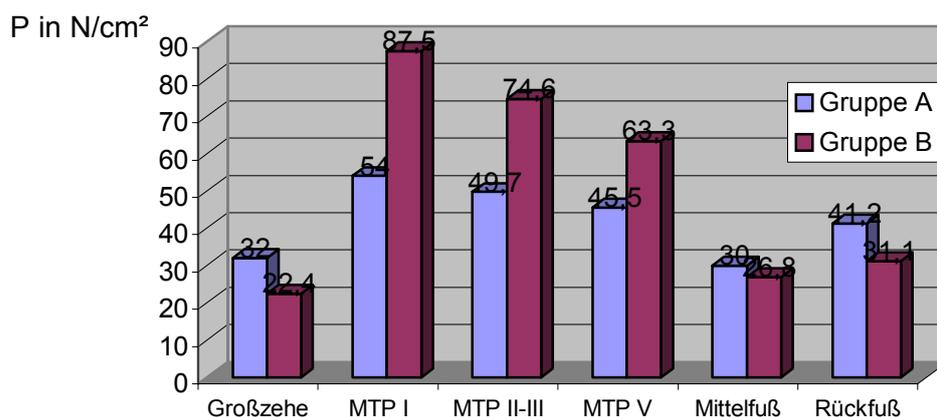


Abb. 24: durchschnittliche Maximaldruckwerte unter den jeweiligen Teilgebieten

3.3.2.1.3 Maximaldruck in Bezug auf Hallux-valgus-Winkel

Der Hallux-valgus-Winkel wurde in Gruppe A auf durchschnittlich 23° korrigiert. Um zu analysieren, inwieweit der H.-valgus-Winkel und die Druckverteilung unter dem Fuß bei der dynamischen Pedographie korrelieren, wurden die Maximaldruckwerte bei H.-valgus-Winkeln <23° und >23° verglichen.

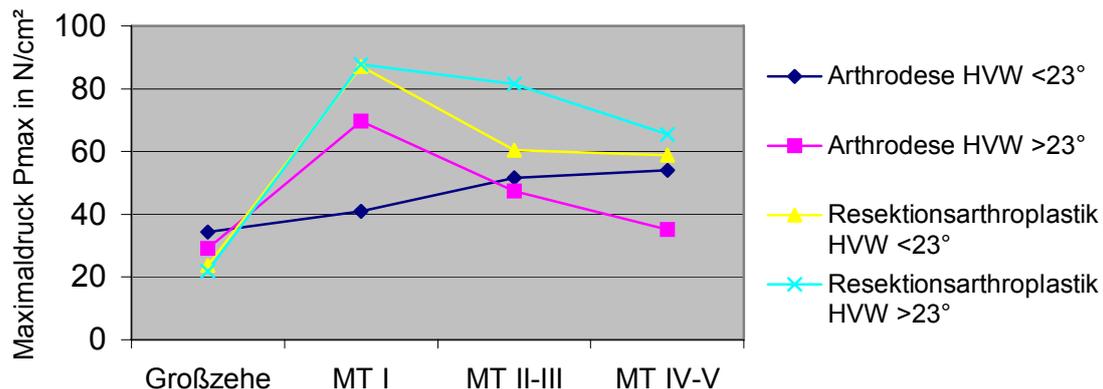


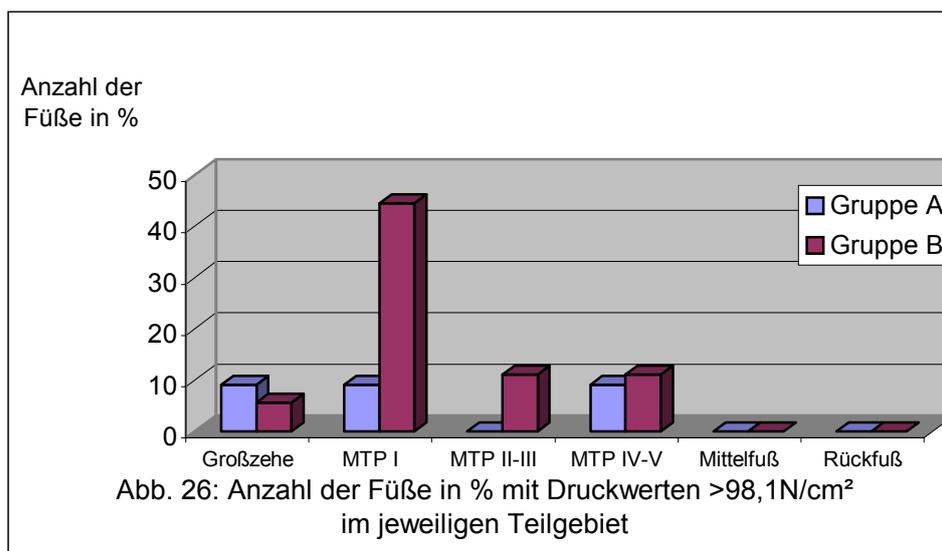
Abb. 25: durchschnittlicher Maximaldruck in Abhängigkeit vom Hallux-valgus-Winkel

Bei Hallux-valgus-Winkeln <23° betrug in Gruppe A der durchschnittliche Maximaldruck unter MT I 41 N/cm², bei Winkeln >23° fiel der Maximaldruck mit 69,6 N/cm² durchschnittlich höher aus. Die mit Resektionsarthroplastik operierten Füße zeigten unter MT I bei Winkelgrößen <23° und >23° annähernd gleiche Werte (87,2 N/cm² und 87,7 N/cm²). Unter MT II-III wurde in Gruppe A bei Winkeln <23° der Maximaldruck mit durchschnittlich 51,7 N/cm² gegenüber 47,4 N/cm² bei Winkeln >23° gemessen. Währenddessen war in Gruppe B der durchschnittliche Maximaldruck mit 60,5 N/cm² bei Winkeln <23° niedriger im Vergleich zu 81,6 N/cm² bei Winkeln >23°. Bei Winkelgrößen <23° zeigte sich unter der Großzehe in Gruppe A eine geringfügig größere Belastungsübernahme mit 34 N/cm² gegenüber 29,2 N/cm² bei Winkeln >23°. Auch in Gruppe B war bei kleineren Winkelgrößen der durchschnittliche Maximaldruck mit 23,7 N/cm² geringfügig höher als 21,8 N/cm² bei Hallux-valgus-Winkeln >23° (s. Abb. 25).

3.3.2.1.4 abnormal hohe Maximaldruckwerte

Betts et al., 1988, betrachteten Maximaldruckwerte $>10\text{kg}\times\text{cm}^{-2}$ als abnormal hoch ($10\text{kg}\times\text{cm}^{-2} = 981\text{kPa} = 98,1\text{N}/\text{cm}^2$, da $1\text{kg}\times\text{cm}^{-2} = 98,1\text{kPa}$). Nach diesem Referenzwert traten in Gruppe A in 3 Fällen abnormale Maximaldruckwerte auf: jeweils 1mal unter der Großzehe, unter MT I und unter MT IV-V. Im ersten Fall korrelierte dies mit einer Schwielen (von rheumaknotenähnlicher Konsistenz) unter dem Interphalangealgelenk. Bei der Patientin, die unter MT I einen hohen Maximaldruck aufwies, war im Röntgenbefund eine Sklerosierung der Metatarsalia auffällig. Die Ursache ist wahrscheinlich eine Drucküberlastung bei verstärkter Valgusdeformität als Folge der Arthritis in der Fußwurzel. Unter MT IV-V war der Druckwert abnormal hoch bei einer Patientin mit starker Überlänge der Großzehe, amputierter 4. Zehe und stark verkürzten Zehen II, III und V (siehe Kasuistik, Fall 2).

In Gruppe B kamen deutlich häufiger abnormal hohe Druckwerte vor: 8mal (44,4%) unter MT I, jeweils 2mal unter MT II-III bzw. MT IV-V (11,1%) und 1mal unter der Großzehe (5,6%). In 11 von diesen 13 Fällen korrelierte dies mit plantaren Schwielen. Dies entspricht 84,6% (siehe Abb. 26).



3.3.2.2 Druckangriffskurve

3.3.2.2.1 Beteiligung der Großzehe beim Abrollvorgang

Gruppe A

Bei 6 (54,5%) von 11 Füßen erfolgte der Abrollvorgang über die Großzehe.

In 5 (45,5%) Fällen rollten die Patienten nicht über die Großzehe ab. Dabei endete bei einer Patientin der Abrollvorgang am MT I. Die Patientin hatte ein kleinschrittiges Gangbild und benutzte normalerweise eine Gehhilfe, weil sie aufgrund von Beschwerden am Knie (Zustand nach Implantation einer Totalendoprothese) und einer schmerzhaften rheumatischen Vorfußdeformität am anderen Fuß beim Laufen stark eingeschränkt war. In 3 Fällen endete der Abrollvorgang bei MT II –III. Dies war bei einer Patientin mit bedeutender Überlänge der Großzehe und stark verkürzten Zehen II-V der Fall. Mit dem anderen Fuß rollte sie ebenfalls nicht über die Großzehe ab. Mögliche Ursache ist der Dorsalextensionswinkel von 38° (siehe Kasuistik, Fall 2). Bei einer weiteren Patientin mit gutem Ergebnis, ohne Entzündungszeichen und guter Stellung der Großzehe war kein spezieller Grund erkennbar. Eine weitere Patientin bewegte sich mit Unterarmgehstützen fort aufgrund von Beschwerden seitens der Hüften und der Lendenwirbelsäule. Ein normaler Abrollvorgang war nicht möglich und daher die Gaitlinie nicht eindeutig auswertbar.

Gruppe B

In 4 (22,2%) von 18 Fällen verlief die Gaitlinie über die Großzehe.

Bei 14 (77,7%) operierten Füßen war die Großzehe nicht am Abrollvorgang beteiligt. Davon wurde in 7 Fällen der Abrollvorgang bei MT I beendet. Bei 7 Füßen endete der Abrollvorgang bei MTP II-III. 11 (78,6%) der 14 Füße wiesen eine Dorsalluxation der Großzehe auf, bei 7 dieser Füße (50%) bestand ein H.-valgus-Rezidiv, und in 10 Fällen (71,4%) waren Schwielen am Vorfuß vorhanden.

4 Diskussion

Zur Korrektur der schwerwiegenden rheumatischen Vorfußdeformität wurden zahlreiche Operationsmethoden entwickelt. 1911 beschrieb Hoffmann die Resektion der Metatarsaleköpfchen. Clayton, 1960, modifizierte diese Technik durch zusätzliche Resektion der Basen der Grundglieder und bevorzugte den dorsalen gegenüber dem plantaren Zugang. Diese Operationsmethoden, bzw. Ihre Modifikationen, die alle eine Resektionsarthroplastik zur Folge haben, wurden die Standardbehandlung.

Über gute Resultate mit 80% oder mehr Patientenzufriedenheit wurde von vielen Autoren berichtet. (Amuso et al., 1971; Barton et al., 1973; Clayton 1960, 1963, 1997; Dereymaker et al., 1997; Fowler 1959; Gainor et al., 1987; Goldie et al., 1983; Hoffmann; 1911; Jüsten et al., 2000; Karbowski et al., 1998; Kates et al., 1967; Marmor, 1975; McGarvey und Johnson, 1988; Pfahler et al., 1996; Stockley et al., 1988; Tillmann, 1997; Went et al., 1996).

Einige Autoren haben jedoch auch persistierende oder wiederkehrende Fehlstellungen von 50% oder mehr nach Resektionsarthroplastik festgestellt (Belt et al., 1999; Goldie et al., 1983; Jüsten et al., 2000; McGarvey und Johnson, 1988; Patsalis et al., 1996; Tillmann, 1997; Vahvanen et al., 1980; van der Heijden et al., 1992; Watson, 1974; Went et al., 1996), von denen einige symptomatisch waren (Goldie, 1983; McGarvey, 1988; Patsalis, 1996; Watson, 1974). Wiederkehrende plantare Schwielen wurden bei 30-60% der Patienten notiert (Goldie et al., 1983; McGarvey und Johnson, 1988; Vahvanen et al., 1980; van der Heijden et al., 1992; Watson, 1974). Craxford et al., 1982, die Patienten nach Clayton- oder Fowler-Operation nachuntersucht hatten, berichteten von einem postoperativen Schmerzrückgang in zunächst 80% der Fälle, der jedoch nach einem Nachuntersuchungszeitraum von 4,5-8,5 Jahren auf 55% sank. Hämäläinen und Raunio, 1997, erwähnten, daß das Risiko einer Nachoperation mit 13,5% nach Resektionsarthroplastik langfristig recht hoch

sei, obwohl kurzfristig betreffend der Schmerzsymptomatik gute Ergebnisse erzielt werden können.

Aufgrund dieser Langzeitergebnisse wurde die rheumatische Vorfußdeformität vor allem in den anglo-amerikanischen und skandinavischen Ländern vermehrt mit Großzehengrundgelenksarthrodese in Kombination mit einer Resektionsarthroplastik der MTP-Gelenke II-V korrigiert. Mann und Schakel, 1995, haben dieses Vorgehen seit 1974, Hämäläinen und Raunio, 1997, seit ca. 1982 gewählt. Libscomb et al., 1972, stellten nach Arthrodese im Vergleich zur Keller-Arthroplastik eine bessere Stabilität und ein Abstoß der Großzehe in der Abrollphase des Gehens fest.

Nach Watson, 1974, kann nach Resektionsarthroplastik das instabile MTP-I-Gelenk einen lateralen Druck vom Hallux und eine dorsale Deviation der kleinen Zehen verursachen. Eine Arthrodese soll dies verhindern. Henry und Waugh, 1975, hatten Großzehengrundgelenksarthrodese und Resektionsarthroplastik bei Hallux-valgus-Patienten ohne rheumatoide Arthritis verglichen und durch dynamische Fußabdrücke festgestellt, daß nach Arthrodese eine vermehrte Gewichtsübernahme durch die Großzehe erfolgt (80% gegenüber 40% nach Resektionsarthroplastik). Bei geringer oder keiner Gewichtsübernahme traten häufiger anormale Belastungen und Schwielen unter den kleinen Metatarsalköpfchen auf. Dies korrelierte außerdem häufig mit einer Metatarsalgie und Druckschwielen. Mann und Schakel, 1995, stellten fest, daß die Großzehengrundgelenksarthrodese zu einer funktionellen Verlängerung des I. Strahles führt.

Mittlerweile haben einige Autoren Studien zur Großzehengrundgelenksarthrodese kombiniert mit Resektionsarthroplastik der kleinen Zehen zur Behandlung der rheumatischen Vorfußdeformität veröffentlicht: Vahvanen et al., 1980 (17 Füße); Mann und Thompson, 1984 (18 Füße); Beauchamp et al., 1984 (34 Füße); Raunio et al., 1987 (30 Füße); Hughes et al., 1991 (34 Füße); Mann und Schakel, 1995 (15 Füße +5 mit Fragebogen); Vandeputte et al., 1999 (57 Füße); Coughlin, 2000 (47 Füße) mit

klinischer und radiologischer Nachuntersuchung; Hämäläinen und Raunio, 1997 (18 Füße) mit Fragebogen (s. Tab. 6).

Autoren	Anzahl der Füße	NU-Zeit- raum (Jahre)	HVW(°)	Verknö- cherung Arthrode- se (%)	Pat.- Zufrie- denheit (%)	Gutes Ergebnis (%)
Vahvanen et al. (1980)	17	5			100	100
Mann u. Thompson (1984)	18	4,1	21	94		89
Beauchamps et al. (1984)	34	2,3	31	85	97	97
Raunio et al. (1987)	30	2,6	16		77	93
Hughes et al. (1991)	34	4	31	65	83	71
Mann u. Schakel (1995)	20	3,7	21	96	95	90
Vandeputte et al. (1999)	57	2,1	23	74	87	
Coughlin (2000)	47	6,2	20	100	96	92
Hämäläinen u. Raunio (1997) (Fragebogen)	18	14			78	

Tab.6: Ergebnisse nach Großzehengrundgelenksarthrodese bei rheumatischer Vorfußdeformität in der Literatur

Zur Bewertung von Ergebnissen nach rheumatischer Vorfußkorrektur wurden zahlreiche Scores erarbeitet, von denen einige objektive und subjektive klinische Faktoren einbeziehen, andere auch radiologische Ergebnisse berücksichtigen. Um einen besseren Vergleich der Ergebnisse zu ermöglichen, haben Kitaoka et al., 1994, im Rahmen einer Studie der American Orthopaedic Foot and Ankle Society ein standardisiertes Bewertungssystem für den Fuß und das Sprunggelenk entwickelt. Daher wurde in der vorliegenden Studie der

sogenannte „Hallux-Metatarsophalangeal-Interphalangeal-Scale“ verwendet. Die durchschnittliche Punktzahl betrug bei Gruppe A (Großzehengrundgelenksarthrodese) 67 Punkte. Coughlin, 2000, ermittelte einen durchschnittlichen postoperativen Score von 69 Punkten. Bei Gruppe B (Resektionsarthroplastik) betrug die durchschnittliche Gesamtpunktzahl 47 Punkte. Allerdings werden in diesem Score die bei der rheumatoiden Arthritis häufig zu beobachtenden Behinderungen benachbarter Gelenke nicht ausreichend berücksichtigt.

In Gruppe A waren insgesamt 82% der Füße schmerzfrei, bzw. hatten gelegentliche oder leichte Schmerzen. Bei Coughlin, 2000, betrug der Prozentsatz im Vergleich 91,5%. Nach Resektionsarthroplastik waren es in dieser Studie 56%. Sowohl in Gruppe A als auch in Gruppe B gaben alle Patienten insgesamt eine Besserung im Vergleich zur präoperativen Schmerzsymptomatik an. Bei Mann und Schakel, 1995, gaben 90% der Patienten eine deutliche Besserung der Schmerzen an.

Schwielen traten in Gruppe A bei 27% (3 Füßen) auf. Sie waren bei einer Patientin beidseits unter den ehemaligen Großzehengrundgelenken lokalisiert und verdickt. Diese zeigte außerdem eine rheumaknotenähnliche schmerzhaftige Schwellung im Endgelenk der linken Großzehe. Das Endgelenk war instabil und wies im Röntgenbild Destruktionen auf. An anderen Gelenken waren ebenfalls Rheumaknoten aufgetreten. Sie war leider nur unzureichend medikamentös eingestellt. Der Fuß einer weiteren Patientin zeigte eine Schwiele am Endgelenk der Großzehe. Bei ihr wies die Großzehe eine deutliche Überlänge auf, von den kleinen Zehen waren aufgrund der Komplikationen nur noch Residuen vorhanden. Im Röntgenbild war jedoch das Endgelenk intakt (siehe Kasuistik, Fall 2). Diese beobachteten Komplikationen sind charakteristisch für Patienten mit langdauernder Immunsuppression. Sie haben dazu geführt, daß im König-Ludwig-Haus grundsätzlich vor Operationen an der Hand und dem Vorfuß bestimmte Basistherapeutika (z.B. MTX) vorübergehend abgesetzt werden.

Bei Coughlin, 2000, wiesen 29,8% der untersuchten Füße plantare Schwielen auf, die vor allem unter dem Endgelenk der Großzehe und unter den kleinen Metatarsophalangealgelenken lokalisiert waren. Bei letzteren hatten sich postoperativ metatarsale Exostosen gebildet oder die Metatarsalgelenke zeigten eine wiederkehrende Dislokation. 25% der Füße zeigten bei Mann und Schakel, 1995, leichte Schwielen unter dem tibialen Sesambein. 6,4% entwickelten Schwielen unter den kleinen Metatarsaleköpfchen, die durch heterotrope Knochenformationen hervorgerufen wurden.

In Gruppe B waren bei 12 Füßen (67%) Schwielen festzustellen, 11-mal waren sie unter dem ehemaligen I. Metatarsaleköpfchen lokalisiert, davon wiesen 7 Füße auch unter anderen Metatarsaleköpfchen Schwielen auf. In 2 Fällen war zusätzlich eine Schwiele am Epicondylus vorhanden. Dorsomedial am Interphalangealgelenk war 3-mal eine Schwiele vorzufinden.

Da bei dem Score nach Kitaoka et al. die Behinderungen an anderen Gelenken bei rheumatoider Arthritis nicht berücksichtigt werden, erfolgte die Bewertung mit einem weiteren von Miehle et al. speziell für den rheumatischen Vorfuß entwickelten Score. Nach diesem Score trat in Gruppe A (9,9 Punkte) ein geringfügig besseres Ergebnis auf als in Gruppe B (11,2 Punkte). Miehle et al., 1987, die 100 Fälle nach Tillmann-Operation nachuntersucht hatten, stellten bei 83% ein sehr zufriedenstellendes, bei 12% ein ausreichendes und bei 5% ein schlechtes Ergebnis fest. In der vorliegenden Studie war in Gruppe B das Ergebnis bei 6% sehr zufriedenstellend, bei 50% ausreichend und bei 44% schlecht. Die starke Differenz kann an dem deutlich längeren Nachuntersuchungszeitraum liegen (10,7 Jahre im Vergleich zu 20 Monaten). Außerdem ist es möglich, daß Kriterien wie Gehfähigkeit, Zehenstand und Fußform unterschiedlich großzügig bewertet wurden. Die Ergebnisse in Gruppe A waren bei 27% sehr zufriedenstellend, bei 55% ausreichend und bei 18% schlecht.

Im direkten Vergleich der Patienten ähnlichen Alters und Funktionsstadiums ergab sich für Gruppe A gegenüber Gruppe B ein geringfügig besseres

Ergebnis nach dem Score nach Kitaoka et al. und ein gleiches Ergebnis nach dem Score nach Miehke et al..

Die Zufriedenheit mit dem funktionellen Ergebnis betrug in Gruppe A insgesamt 91%. Die Unzufriedenheit einer Patientin (9%) war auf Schmerzen und eine Hypästhesie im Zehenbereich zurückzuführen.

Coughlin gab die subjektive Zufriedenheit mit 95,7% an, Mann und Schakel mit 95%, bei Mann und Thompson betrug sie 89%. Raunio et al. ermittelten eine Patientenzufriedenheit von 77% nach Arthrodeese im Vergleich zu 80% nach Resektionsarthroplastik. Hämäläinen und Raunio stellten mittels Fragebogen nach Arthrodeese eine totale Zufriedenheit bei 50% und mit Einschränkung bei 44,4% fest und vergleichsweise 61,9 und 23,8% nach Resektionsarthroplastik.

In Gruppe B waren die Patienten in 83% der Fälle zufrieden. Die Unzufriedenheit wurde 3-mal (17%) mit persistierenden Schmerzen begründet.

Mit dem Wissen des Ergebnisses würden in Gruppe A 91% (1 Patient nicht) wieder einer Operation zustimmen, in Gruppe B 94% (1 Patient nicht).

Das kosmetische Ergebnis wurde bei Gruppe A in 55% der Fälle als gut oder sehr gut bewertet und in 18% als befriedigend. Eine schlechte Beurteilung gab es in 3 Fällen (27%). Grund für die schlechte Beurteilung war einmal die starke Überlänge der Großzehe im Vergleich zu den kleinen Zehen, die nur noch als Residuen vorhanden waren (Kasuistik, Fall 2). Eine weitere Patientin, die beidseits operiert wurde, empfand den Hallux-valgus-Winkel als noch zu groß und störte sich daran, daß die kleinen Zehen nicht ganz gleichmäßig reseziert worden waren.

Bei den mit Resektionsarthroplastik operierten Füßen erhielten nur 17% eine gute Beurteilung und keiner eine sehr gute Bewertung des kosmetischen Ergebnisses; als befriedigend wurde es bei 50% eingestuft. In 6 Fällen (33%) fanden die Patienten das Ergebnis in kosmetischer Hinsicht schlecht. Dies

wurde vor allem durch die erneute Valgusfehlstellung oder Dorsalluxation der Großzehe und die laterale und dorsale Deviation der kleinen Zehen begründet.

Bei einigen Autoren, die Resektionsarthroplastik und Großzehengrundgelenksarthrodese verglichen haben, waren die Ergebnisse hinsichtlich Schmerzen und Zufriedenheit gleich (Beauchamp et al., 1984; Hughes et al., 1991). Vandeputte et al., 1999, stellten eine höhere Zufriedenheit nach Resektionsarthroplastik fest. Ursache kann das häufige Auftreten von Pseudoarthrose (26%) und einer Valgus-Position $>25^\circ$ (46%) nach Arthrodese sein. Auch bei Raunio et al., 1987, könnte dies der Grund für häufige Unzufriedenheit sein. Hämäläinen und Raunio, 1997, stellten nach Arthrodese häufiger Schmerzen fest, befürworteten aber diese wegen der häufigen Valgus-Rezidiv-Rate nach Resektionsarthroplastik (Hämäläinen, 2000).

Fitzgerald, 1969, und Moynihan, 1967, hatten bei der Großzehengrundgelenksarthrodese eine Versteifung in $20-30^\circ$ Valgus-Stellung empfohlen. In der vorliegenden Studie wurde der Hallux-valgus-Winkel in Gruppe A präoperativ mit durchschnittlich 51° ($33-82^\circ$) gemessen. Der postoperative Hallux-valgus-Winkel betrug durchschnittlich 23° ($2-39^\circ$). Dies entspricht einem Korrekturgewinn von 28° . Bei Coughlin wurde der durchschnittlich mit 38° ($5-75^\circ$) gemessene präoperative Winkel auf 20° ($4-40^\circ$) korrigiert, wobei der Korrekturgewinn 18° betrug. Mann und Schakel konnten im Vergleich zu präoperativ mit $43,5^\circ$ ($27-90^\circ$) einen postoperativen Metatarsophalangealwinkel von $20,5^\circ$ ($7-30^\circ$) mit einem Korrekturgewinn von 13° messen. Mann und Thompson hatten zwar einen postoperativen Winkel von 15° valgus angestrebt, maßen aber einen durchschnittlichen postoperativen Winkel von $20,9^\circ$ ($10-55^\circ$). Die durchschnittliche Korrektur gaben sie mit 30° an. Raunio et al. maßen präoperativ 31° valgus durchschnittlich und postoperativ 16° .

Fitzgerald hatte festgestellt, daß bei einer Versteifung mit $<20^\circ$ valgus vermehrt degenerative Veränderungen im Endgelenk der Großzehe auftreten. In der vorliegenden Studie wurden bei einer Patientin die Großzehen beidseits in

einem Winkel $<20^\circ$ valgus versteift. (der linke Fuß mit 16° valgus war beschwerdefrei und der rechte mit 2° valgus und starker Überlänge der Großzehe verursachte Probleme und zeigte eine Schwiele medial unter dem Endgelenk) (siehe Kasuistik, 2. Fall). Aufgrund der geringen Patientenzahl konnten keine weiteren Zusammenhänge hergestellt werden. Bei Mann und Schakel korreliert der Valgus-Winkel nicht mit den klinischen Ergebnissen, auch Coughlin konnte keinen Bezug zwischen Hallux-valgus-Winkel und Arthritis im Interphalangealgelenk feststellen, er räumte aber ein, daß die postoperative Ausrichtung des Hallux eine Hauptrolle in der Patientenzufriedenheit spielt und exzessive Valgus-Winkel in einem kosmetisch „wenig wünschenswerten“ erweiterten Vorfuß resultieren.

In der Gruppe B betrug der Hallux-valgus-Winkel präoperativ durchschnittlich 41° ($16-76^\circ$). Der postoperative Hallux-valgus-Winkel zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde mit 34° ($13-66^\circ$) durchschnittlich gemessen. In 9 Fällen (50%) betrug der Hallux-valgus-Winkel 30° und mehr. Tillmann, 1997, berichtet über einen Verlust der Korrektur von 50% nach 5 Jahren und 75% nach 10 Jahren.

Für die Dorsalextension empfahl Fitzgerald Winkel zwischen $20-30^\circ$, da Winkel $>30^\circ$ zu verminderter Gewichtsübernahme und eventuell zu vermehrter Entstehung von Metatarsalgie führen können. Die Winkelgröße schien nach Fitzgerald und Moynihan jedoch keinen Einfluss auf das Ergebnis zu haben.

In der vorliegenden Studie betrug der durchschnittliche Dorsalextensionswinkel in Gruppe A 23° ($12-38^\circ$). In 2 Fällen war dabei der Winkel $>30^\circ$ (37° und 38° , davon hatte eine Patientin eine leicht schmerzhaft Schwiele unter dem ehemaligen Großzehengrundgelenk, die andere war schmerzfrei).

Coughlin, 2000, maß durchschnittlich 22° ($10^\circ-33^\circ$), Mann und Schakel versteiften die Großzehe auf durchschnittlich $20,5^\circ$ ($10-37^\circ$) Dorsalextension und Mann und Thompson auf $29,3^\circ$ ($16^\circ-30^\circ$). Raunio et al., 1987, empfahlen eine Versteifung in 25° dorsal bei Männern und 30° bei Frauen und stellten fest,

daß Patienten mit einer Versteifung $<20^\circ$ und $>35^\circ$ Dorsalextension unzufrieden waren. Beauchamp, 1984, fand heraus, daß bei zu kleinen Winkeln stärkere Druckpunkte unter der Großzehe auftraten und daß bei zu großen Winkeln eine Druckerhöhung unter dem I. Metatarsale-Köpfchen entstand. Er empfahl eine Versteifung in 10° - 20° Dorsalflexion.

Die Dorsalextension in Gruppe B betrug durchschnittlich 44° (13 - 88°). In 12 Fällen (67%) war die Großzehe nach dorsal luxiert.

Moynihan hat 1967 seine Feststellung über vermehrtes Auftreten von Arthrose im Interphalangealgelenk nach Arthrodese des Großzehengrundgelenks veröffentlicht. Auch bei Fitzgerald, 1969, wiesen 10% der Patienten nach Arthrodese bei Hallux valgus oder rigidus schmerzhaft arthritische Veränderungen im Interphalangealgelenk auf. Es handelte sich allerdings in beiden Fällen nicht um Patienten mit rheumatoider Arthritis. Fitzgerald stellte bei geringem Valgus-Winkel im versteiften Grundgelenk ($<20^\circ$) vermehrt degenerative Veränderungen fest und vermutete, daß durch den Schuhdruck von medial die interphalangeale Valgus-Position vergrößert wird und dies zu Osteoarthritis führt. Zu große Valgus- Winkel ($>30^\circ$) könnten die kleinen Zehen verdrängen.

Vahvanen. 1980, stellte nach Arthrodese oder spontaner Versteifung bei 30% (6 von 20) der Interphalangealgelenke Veränderungen fest (Deformierung und Destruktion). Nach Keller- oder Mayo-Operation waren es nur 2,4% (3 von 126). Mann und Schakel, 1995, berichten über 9 von 15 Füßen mit arthritischen Veränderungen, von denen $1/3$ symptomatisch waren. Auch bei Mann und Thompson, 1984, wiesen 11 von 17 Füßen Veränderungen auf, die jedoch keine Beschwerden verursachten. Coughlin, 2000, konnte in seiner Studie bei 38% ein Fortschreiten der arthritischen Veränderungen feststellen. Er weist darauf hin, daß die hohe Rate in den vorher genannten Serien auf die verwendeten Steinmann-Pins, die das interphalangeale Gelenk kreuzen, zurückgeführt werden könnte.

In Gruppe A hatten 2 Patienten (18%) Beschwerden am Endgelenk der Großzehe. Davon zeigte eine Patientin eine Schwielen über dem Endgelenk (siehe Kasuistik, Fall 2). Bei einer weiteren Patientin war das linke Endgelenk instabil und wies druckdolente (rheumaknotenähnliche) Schwielen auf. In Gruppe B wiesen 4 Füße (17%) Beschwerden im Endgelenk auf. 3 zeigten eine Schwielen über dem Endgelenk, und an einem Fuß trat eine starke Valgusfehlstellung im Endgelenk auf. Die Beweglichkeit war in Gruppe A bei 27%, in Gruppe B bei 28% stark eingeschränkt. Folglich unterschieden sich die Ergebnisse hinsichtlich des Interphalangealgelenks in beiden Gruppen nicht.

In verschiedenen Studien wurde mit unterschiedlichen elektrischen Meßgeräten untersucht, inwieweit die Druckverteilung unter dem rheumatischen Fuß vom gesunden Fuß im Stand und beim Gehen abweicht. Dabei stellte man fest, daß die normale Abrollaktion verschwunden war und eine Verschiebung der Belastung auf die zentralen Metatarsale erfolgt (Sharma et al., 1979; Betts et al., 1988). Ziel der Vorfußoperation ist es, eine normale Druckverteilung wiederherzustellen und ein Abrollen über den I. Strahl zu ermöglichen.

In der vorliegenden Studie war nach Arthrodese bei knapp der Hälfte (45,5%) der Füße der größte Maximaldruck unter MT I zu messen, bei einer kleinen Anzahl (18,2%) unter dem lateralen Vorfuß, und kein Fuß zeigte unter dem mittleren Vorfuß den größten Maximaldruck.

Bei Vandeputte et al., 1999, die sowohl nach Arthrodese als auch nach Resektionsarthroplastik dynamische Pedographie durchgeführt haben, war ebenfalls nach Arthrodese unter MT I am häufigsten die größte Belastung zu messen (65%). Nach Resektionsarthroplastik fanden sie den größten Wert am häufigsten unter MT IV (39%) und danach unter MT I (35%). In der vorliegenden Nachuntersuchung konnte nach Resektionsarthroplastik unter MT I am häufigsten (61,1%) der größte Druckwert gemessen werden, dabei war er in 72,7% dieser Fälle abnormal hoch. Unter MT II-III hatten 16,7% die größte Belastung und unter MT IV und V 11,1%. Bei anderen Studien war auch nach Resektionsarthroplastik der größte Maximaldruck am häufigsten unter MT I

gemessen worden (Betts et al., 1988; Bitzan et al., 1997). Dabei wiesen auch bei Betts 40% abnormal hohe Druckwerte auf.

Die durchschnittlichen Druckwerte bei der dynamischen Pedographie waren in beiden Gruppen unter MT I am größten und nach lateral hin abnehmend, wobei die gemessenen Druckwerte in Gruppe B deutlich höher waren. Bitzan et al., 1997, und Phillipson et al., 1994, die auch das Emed-System verwendet haben, kamen nach Resektionsarthroplastik zu ähnlichen Ergebnissen. Phillipson, der auch präoperative Messungen durchgeführt hatte, bemerkte, daß der Druck postoperativ unter MT I deutlich zugenommen hatte, während er unter den zentralen MT nur minimal abgenommen hatte.

Abnormal hohe Druckwerte $>98,1 \text{ N/cm}^2$ zeigten sich unter den resezierten Metatarsaleköpfchen in Gruppe B häufiger als in Gruppe A. Unter MT I traten in Gruppe A bei 9,1 % abnormal hohe Druckwerte auf gegenüber 44,4% in Gruppe B. Dies korrelierte in 87,5% der Fälle mit den klinischen Ergebnissen. Vandeputte et al., 1999, betrachteten Druckwerte $\geq 3 \text{ kg/cm}^2$ als abnormal hoch. Danach zeigten sich in ihrer Studie in der Arthrodesen-Gruppe keine abnormal hohen Druckwerte unter MTP I, in der Keller-Hoffmann-Gruppe hatten 14% unter MT I abnormal hohe Druckwerte, dies korrelierte nur teilweise mit plantaren Schwielen. Dereymaker et al., 1997, fanden in ihrer Studie nach Resektionsarthroplastik bei 35% abnormal hohe Druckwerte (am häufigsten unter MT I). Bei ihnen korrelierten pedographische und klinische Resultate in 79% der Fälle. Bei Betts zeigten 33% postoperativ nach Resektionsarthroplastik abnormal hohe Druckwerte (meistens unter MT I). Hughes et al., 1991, führten eine Pedographie nach Arthrodesen und Resektionsarthroplastik durch und kamen zu dem Ergebnis, daß nach Arthrodesen das 2. MT vergleichsweise weniger belastet wird. Bei unvollständiger Verknöcherung stellten sie erhöhte Druckwerte unter MT I fest.

Auffällig war, daß in Gruppe B bei 50% der Füße in der dynamischen Pedographie gar keine Belastung über die Großzehe erfolgte. In Gruppe A waren es nur 27,3%. Laut Gaitlinie wurde der Abrollvorgang in Gruppe A

deutlich häufiger über die Großzehe abgeschlossen als in Gruppe B (45,5% gegenüber 22,2%). Dieses Ergebnis bestätigt die Resultate von Vandeputte et al., daß die Großzehengrundgelenksarthrodese eine bessere Belastung über den I. Strahl ermöglicht.

Grundsätzlich sollte die Interpretation der Druckwerte individuell erfolgen. Absolute Druckwerte sind schwierig zu vergleichen, sie müssen auch mit der benachbarten Region des Fußes verglichen werden. Ein abnormal hoher Druckwert kann verschiedene Ursachen haben. Er kann durch eine Schwielenbildung oder durch ein prominentes Metatarsaleköpfchen bzw. eine Exostose (Bitzan et al., 1997) hervorgerufen werden. Grundsätzlich ist es möglich, daß ein Patient beim Gehen versucht, eine schmerzhafteste Region zu meiden. Daher ist es wichtig, die Messung mehrmals durchzuführen. Des Weiteren können Probleme der Hüfte oder des Knies das Gangbild verändern. Auch eine Arthritis im Rückfußbereich kann zur Torsion des Fußes führen und die Belastungsverteilung beeinflussen.

Ein Vergleich mit den in der Literatur angegebenen Werten ist insofern schwierig, da unterschiedliche Meßsysteme verwendet wurden. Vandeputte et al., 1999, die als einzige eine qualitative pedographische Messung nach Großzehengrundgelenksarthrodese bei einer großen Patientenzahl mit rheumatischer Arthritis vorgenommen haben, und Dereymaker et al., 1997, führten beispielsweise die Messungen mit einem Standardschuh durch (PDG-System).

Laut Hughes et al., 1991, ist die Komplikationsrate nach Arthrodese höher als nach Resektionsarthroplastik, außerdem zeigte sich bei 35% keine knöchernen Versteifung der Arthrodese. In der vorliegenden Studie traten Komplikationen in Gruppe A 2-mal (18%) auf. Bei einer Patientin rief ein Lymphödem Beschwerden hervor. Außerdem beklagte sie eine Hypästhesie der 2. Zehe. Der Fuß der anderen Patientin zeigte eine deutliche Überlänge der Großzehe. Die 4. Zehe mußte aufgrund postoperativer Nekrose amputiert werden. Von den Zehen II, III, und V waren nur noch Residuen vorhanden. Dies war offensichtlich

auf die Operationsmethode mit Längsinzisionen in den Zehenzwischenräumen II und III sowie IV und V mit zick-zackförmiger Weiterführung über Grund- und Mittelgelenke und Entfernung der Grundglieder (König und König, 1999) zurückzuführen (siehe Kasuistik, Fall 2). Die Komplikationen betrafen folglich nicht direkt die Arthrodeese des Großzehengrundgelenks. In Gruppe B gab es keine schwerwiegenden Komplikationen. Nur bei einer Patientin mit Beschwerden unter dem Großzehengrundgelenk war proximal des Köpfchens fraglich ein Neurom des plantaren Nerven tastbar.

Für die Großzehengrundgelenksarthrodeese wurden verschiedene Fixierungsmethoden angewandt. In allen Fällen trat eine vollständige knöcherne Konsolidierung der Arthrodeese ein. Bei einer Patientin hatte sich nach Fixierung mittels zweier Kirschnerdrähte ein Kirschnerdraht gelockert, worauf in einer zweiten Operation die Arthrodeese mit Schraube fixiert wurde. Bei insgesamt 6 Füßen (55%) in Gruppe A traten postoperativ Wundheilungsstörungen auf. In Gruppe B kam es bei 4 Füßen (22%) zu Wundheilungsstörungen. Die Medikation mit Immunsuppressiva sollte während der Operation ausgesetzt werden, da hierdurch ein erhöhtes Risiko für Wundheilungsstörungen besteht. Aufgrund dieser häufigen Wundheilungsstörungen bedarf es bei Rheumapatienten einer besonders vorsichtigen und gewebeschonenden operativen Vorgehensweise. Die Kenntnis über die pathomechanischen Veränderungen ist dabei unerlässlich (Tillmann, 1982). Der Erfolg der Operation ist auch vom Befall angrenzender Gelenke abhängig. Um langfristig zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen, muß eine eventuell vorhandene Rückfußdeformität in den Behandlungsplan miteinbezogen werden (Fuhrmann, 2002).

In Gruppe B zeigten sich häufig Rezidiv-Fehlstellungen. Eine Luxation der Großzehe nach dorsal trat in 12 Fällen (67%) und eine erneute Valgus-Fehlstellung in 9 Fällen (50%) auf. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum war in Gruppe B mit 10,7 Jahren jedoch deutlich länger als in Gruppe A mit 5,3 Jahren. Als Nachteil ist nach Arthrodeese noch die längere Immobilität zu nennen.

Insgesamt bestätigen die vorliegenden Langzeitergebnisse, daß der Großzehengrundgelenksarthrodese bei der operativen Behandlung der rheumatischen Vorfußdeformität der Vorzug zu geben ist. Die Resektionsarthroplastik nach Hueter-Mayo erwies sich ebenfalls als geeignete Behandlungsmethode, da trotz hoher Rate von Rezidiv-Fehlstellungen die Patientenzufriedenheit hoch ist. Dies war auch feststellbar an der hohen Bereitschaft der Patienten, sich wieder nach derselben Methode operieren zu lassen.

5 Zusammenfassung

Von 1989 bis 2000 wurden an der Orthopädischen Universitätsklinik in Würzburg, König-Ludwig-Haus, 16 Patienten mit rheumatoider Arthritis aufgrund einer Vorfußdeformität mit Großzehengrundgelenksarthrodese und Resektion der II.-V. Metatarsophalangealgelenke operiert. 9 Patienten (11 Füße) konnten klinisch, radiologisch und pedographisch nachuntersucht werden (Gruppe A). Das Durchschnittsalter lag zum Zeitpunkt der Operation bei 58,1 Jahren. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug im Durchschnitt 5,3 Jahre. Zum Vergleich wurden 12 Patienten (18 Füße), die von 1986 bis 1994 an der Großzehe mit Resektionsarthroplastik operiert wurden, nachuntersucht (Gruppe B). Das Alter während der Operation betrug durchschnittlich 53,3 Jahre. Die Nachuntersuchung erfolgte im Durchschnitt 10,7 Jahre später. Der Hallux-valgus-Winkel konnte in Gruppe A auf durchschnittlich 23° , in Gruppe B auf 34° korrigiert werden. Nach dem Score nach Kitaoka erreichte die Gruppe A durchschnittlich eine Punktzahl von 67, die Gruppe B 47 Punkte. Die geringe Punktzahl in Gruppe B wurde durch erneute Fehlstellung der Großzehe (67% dorsale Luxation, 50% H.-valgus-Rezidiv), Schwielen und metatarsalgische Beschwerden hervorgerufen. In Gruppe A traten in 2 Fällen schwerwiegende Komplikationen auf, die aber nicht direkt die Großzehe betrafen. Wundheilungsstörungen kamen in Gruppe A häufiger vor als in Gruppe B. Alle Arthrodesen waren knöchern konsolidiert. Die Patientenzufriedenheit betrug in Gruppe A 91%, in Gruppe B 83%. Bei der Pedographie zeigte sich in Gruppe A ein besseres Abrollverhalten über die Großzehe. In Gruppe B traten häufig abnormal hohe Druckwerte unter den Metatarsalen auf. Bei 85% korrelierte dies mit plantaren Schwielen. Daß das Interphalangealgelenk der Großzehe nach Arthrodese des Grundgelenks häufiger arthritische Veränderungen aufweist, konnte nicht bestätigt werden. Insgesamt ist die Großzehengrundgelenksarthrodese als bevorzugte Operationsmethode anzusehen, da sie zur Stabilität des I. Strahls führt. Auch die Resektionsarthroplastik nach Hueter-Mayo ist aufgrund der hohen Patientenzufriedenheit empfehlenswert, führt jedoch im Langzeitverlauf zu einem deutlichen Korrektur- und Funktionsverlust.

6 Literaturverzeichnis

1. **Amuso, S. J.; Wissinger, H. A.; Margolis, H. M.; Eisenbeis, C. H., Jr.; and Stolzer, B. L.:** Metatarsal Head Resection in the Treatment of Rheumatoid Arthritis. Clin. Orthop. 74: 94-100, 1971
2. **Barton, N. J.:** Arthroplasty of the forefoot in rheumatoid arthritis. J. Bone Joint surg., 55-B(1): 126-133, 1973
3. **Beauchamp, C. G.; Kirby, T.; Rudge, S. R.; Worthington, B. S.; and Nelson, J.:** Fusion of the First Metatarsophalangeal Joint in Forefoot Arthroplasty. Clin. Orthop., 190: 249-253, 1984
4. **Belt, E.A.; Kaarela, K.; Kauppi, M.J.; Lehto, M.U.:** Outcome of Keller resection arthroplasty in the rheumatoid foot. A Radiographic follow-up study of 4 to 11 years. Clin. Exp. Rheumatol., 17(3): 387, 1999
5. **Betts, R. P.; Stockley, I.; Getty, C. J.; Rowley, D. I.; Duckworth, T.; Franks, C. I.:** Foot Pressure Studies in the Assessment of Forefoot Arthroplasty in the Rheumatoid Foot. Foot & Ankle, 8(6): 315-326, 1988
6. **Bitzan, P.; Giurea, A.; Wanivenhaus, A.:** Plantar Pressure Distribution After Resection of the Metatarsal Heads in Rheumatoid Arthritis. Foot Ankle Int., 18(7): 391-397, 1997
7. **Classen, M.; Diehl, V.; Kochsiek, K.:** Innere Medizin. Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, 477-484, 1998
8. **Clayton, M. L.:** Surgery of the Forefoot in Rheumatoid Arthritis. Clin. Orthop. 16: 136-140, 1960
9. **Clayton, M. L.:** Surgery of the Lower Extremity in Rheumatoid Arthritis. J. Bone Joint Surg., 45-A: 1517-1536, 1963

- 10. Clayton, M. L.; Leidholt, J. D.; Clark, W.:** Arthroplasty of Rheumatoid Metatarsophalangeal Joints. Clin. Orthop., 340: 48-57, 1997
- 11. Coughlin, M. J.:** Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint. Orthop. Rev., 19: 177-186, 1990
- 12. Coughlin, M. J.:** Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint With Mini-Fragment Plate Fixation. Orthopedics, 13, 1990
- 13. Coughlin, M. J.:** Rheumatoid Forefoot Reconstruction: along-term follow-up study. J. Bone Joint Surg., 82-A(3): 322-341, 2000
- 14. Coughlin, M. J., and Mann, R. A.:** Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint as Salvage for the Failed Keller procedure. J. Bone Joint Surg., 69-A: 68-75, 1987
- 15. Craxford, A. D.; Stevens, J.; Park, C.:** Management of the Deformed Rheumatoid Forefoot. A Comparison of Conservative and Surgical Methods. Clin. Orthop., 166: 121-126, 1982
- 16. Debrunner, H. U.; Hepp, W. R.:** Orthopädisches Diagnostikum. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 203-218, 1994
- 17. Dereymaker, G.; Mulier, T.; Stuer, P.; Peeraer, L.; Fabry, G.:** Pedodynographic Measurements After Forefoot Reconstruction in Rheumatoid Arthritis Patients. Foot Ankle Int., 18(5): 270-276, 1997
- 18. DuVries, H. L.:** Arthritides. In „Surgery of the Foot“, St. Louis, C. V. Mosby, Ed. 2: 318-329, 1965
- 19. Fitzgerald, J. A. W.:** A review of long-term results of arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint. J. Bone Joint surg., 51-B(3): 488-493, 1969
- 20. Fowler, A. W.:** A method of forefoot reconstruction. J. Bone Joint Surg., 41-B(3): 507-513, 1959

- 21. Fuhrmann, R. A.:** Die Behandlung der rheumatischen Vorfußdeformität. *Der Orthopäde*, 31: 1187-1197, 2002
- 22. Gainor, B. J.; Epstein, R. G.; Henstorf, J. E.; Olson, S.:** Metatarsal Head Resection for Rheumatoid Deformities of the Forefoot. *Clin. Orthop.*, 230: 207-213, 1988
- 23. Geppert, M. J.; Sobel, M.; Bohne, W. H.:** The Rheumatoid Foot: Part I. Forefoot. *Foot Ankle*, 13(9): 550-558, 1992
- 24. Goldie, I.; Bremell, T.; Althoff, B.; Irtam, L.:** Metatarsal head resection in the treatment of the rheumatoid forefoot. *Scand. J. Rheumatology*, 12: 106-112, 1983
- 25. Hämäläinen, M.; Raunio, P.:** Long Term Followup of Rheumatoid Forefoot Surgery. *Clin. Orthop.*, 340: 34-38, 1997
- 26. Hämäläinen, M.:** Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint in Rheumatoid Arthritis. Abstracts, ERASS Millenium Course 2000.
- 27. Hagen, F. W.:** Operative Behandlung des rheumatischen Vorfußes. *Orthopädieschuhtechnik*, 6: 42-43, 1999
- 28. Hanyu, T.; Yamazaki, H.; Murasawa, A.; Tohyama, C.:** Arthroplasty for Rheumatoid Forefoot Deformities by a Shortening Oblique Osteotomy. *Clin. Orthop.*, 338: 131-138, 1997
- 29. Harrison, M. H., and Harvey, F. J.:** Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint for Hallux Valgus and Rigidus. *J. Bone Joint Surg.*, 45-A: 471-480, 1963
- 30. Hecht, P. J.; Gibbons, M. J.; Wapner, K. L.; Cooke, C.; and Hoisington, S. A.:** Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint to Salvage Failed Silicone Implant Arthroplasty. *Foot Ankle Int.*, 18(7): 383-390, 1997

- 31. Henry, A. P. J., and Waugh, W.:** The use of footprints in assessing the results of operations for hallux valgus. A comparison of Keller's operation and arthrodesis. *J. Bone joint Surg.*, 57-B(4): 478-481, 1975
- 32. Hoffmann, P.:** An Operation for Severe Grades of Contracted or Clawed Toes. *Am. J. Orthop. Surg.* 9: 441-449, 1911
- 33. Hohmann, G.:** Fuß und Bein. 5. Auflage, Bergmann, München, 1951
- 34. Hughes, J.; Grace, D.; Clark, P.; Klenerman, L.:** Metatarsal head excision for rheumatoid arthritis. 4-year follow-up of 68 feet with and without hallux fusion. *Acta Orthop Scand*, 62(1): 63-66, 1991
- 35. Jüsten, H. P.; Berger, W.; Leeb, I.; Pilhofer, C.; Wessinghage, D.:** Langzeitergebnisse nach Metatarsalköpfchen-Resektion bei rheumatoider Arthritis. *Z. Rheumatol.*, 59(2): 101-107, 2000
- 36. Karbowski, A.; Schwitalle, M.; Eckhardt, A.:** Arthroplasty of the Forefoot in Rheumatoid Arthritis: Long-Term Results after Clayton Procedure. *Acta Orthop. Belg.*, 64: 401-405, 1998
- 37. Kates, A.; Kessel, L.; Kay, A.:** Arthroplasty of the Forefoot. *J. Bone Joint Surg.*, 49-B(3): 552-557, 1967
- 38. Kerschbaumer, F.; von Salomon, D.; Lehr, F.:** Der rheumatische Vorfuß. *Orthopäde*, 25: 354-361, 1996
- 39. 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: 349-353, 1994
- 40. König, G., König, A.:** Operative Differentialtherapie der rheumatischen Vorfußdeformität. *Akt. Rheumat.*, 24: 109-116, 1999
- 41. Kraemer, K.- L.:** Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in

Orthopädie und Traumatologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S. 448, 1993

- 42. Lipscomb, P. R.; Benson, G. M.; Sones, D. A.:** Resection of Proximal Phalanges and Metatarsal Condyles for Deformities of the Forefoot due to Rheumatoid Arthritis. Clin. Orthop., 82: 24-31, 1972
- 43. Mann, R. A., Schakel, M. E.:** Surgical Correction of Rheumatoid Forefoot Deformities. Foot Ankle Int., 16: 1-6, 1995
- 44. Mann, R. A., Thompson, F. M.:** Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint for Hallux Valgus in Rheumatoid Arthritis. J. Bone Joint Surg., 66-A: 687-692, 1984
- 45. Mann, R. A., Oates, J. C.:** Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint. Foot Ankle, 1(3): 159-166, 1980
- 46. Marmor, L.:** Resection of the Forefoot in Rheumatoid Arthritis. Clin. Orthop., 108: 223-227, 1975
- 47. McGarvey, S. R.; Johnson, K. A.:** Keller Arthroplasty in Combination With Resection Arthroplasty of the Lesser Metatarsophalangeal Joints in Rheumatoid Arthritis. Foot Ankle, 9(2):75-80, 1988
- 48. McKeever, D. C.:** Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux valgus, hallux rigidus, and metatarsus primus varus. J. Bone Joint Surg., 34-A: 129-134, 1952
- 49. Miehke, R. K.; Blanke, R.; Stegers, M.:** Die Rekonstruktion des rheumatischen Vorfußes nach Tillmann: Bericht über 100 Fälle. Akt. Rheumatol., 12: 34-37, 1987
- 50. Moynihan, F. J.:** Arthrodesis of the metatarsophalangeal joint of the great toe. J. Bone Joint Surg., 49-B(3): 544-551, 1967

- 51. Novel GmbH:** Mini-EMED Software und Hardware Betriebsanleitung, München, 1991
- 52. Oloff, L. M.:** Radiographic Evaluation of Inflammatory Arthritis of the Foot. Clinics in Podiatric Medicine and Surgery, 5(4): 831-848, Oct. 1988
- 53. Patsalis, T.; Georgousis, H.; Göpfert, S.:** Long-Term Results of Forefoot Arthroplasty in Patients With Rheumatoid Arthritis. Orthopedics, 19(5): 439-447, 1996
- 54. Pfahler, M.; Krüger-Franke, M.; Hagena, F. W.:** Surgical correction of the rheumatoid forefoot by the Lelièvre procedure. Foot and Ankle Surgery, 2: 83-89, 1996
- 55. Pfeifer, J.:** Indication and Technique of the Metatarsale I Osteotomy. Abstracts, ERASS Millenium Course 2000
- 56. Phillipson, A.; Dhar, S; Linge, K; McCabe, C.; and Klenerman, L.:** Forefoot Arthroplasty and Changes in Plantar Foot Pressures. Foot Ankle, 15: 595-598, 1994
- 57. Raunio, P.; Lehtimäki, M.; Eerola, M.; Hämäläinen, M.; Pulkki, T.:** Resection Arthroplasty versus Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint for Hallux Valgus in Rheumatoid Arthritis. Rheumatology, 11: 173-178, 1987
- 58. v. Salis-Soglio, G.; Sprick, O.:** Arthrodesse und Alloarthroplastik, in „Vorfußdeformitäten“; Hrsg. Wirth, C. J., Ferdini, R., Wülker, N.; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 175-183, 1993
- 59. Sharma, M.; Dhanendran, M.; Hutton, W. C.; Corbett, M.:** Changes in Load Bearing in the Rheumatoid Foot. Annals of the Rheumatic Diseases, 38: 549-552, 1979
- 60. Siegenthaler, W.; Kaufmann, W.; Hornbostel, H.; Waller, H. D.:** Lehrbuch

der Inneren Medizin. Thieme-Verlag, 599-611, 1992

- 61. Stockley, I.; Betts, R. P.; Eng, C.; Getty, C. J. M.; Rowley, D. I.; Duckworth, T.:** A Prospective Study of Forefoot Arthroplasty. Clin. Orthop., 248: 213-218, 1989
- 62. Swanson, A. B.:** Implant Arthroplasty for the Great Toe. Clin. Orthop., 85: 75-81, 1972
- 63. Tillmann, K.:** Der rheumatische Fuß und seine Behandlung. Bücherei des Orthhopäden. Enke, Stuttgart, 1977
- 64. Tillmann, K.:** Operationen am rheumatischen Fuß, in Rheuma-Orthopädie (Interdisziplinäre Physiotherapie und Rehabilitation; Bd. 1). E. Störig (Hrsg.), perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Erlangen, 1982
- 65. Tillmann, K.:** Surgery of the Rheumatoid Forefoot With Special Reference to the Plantar Approach. Clin. Orthop., 340: 39-47, 1997
- 66. Tupman, S.:** Arthrodesis of the first metatarso-phalangeal joint. Proceedings of the Regional Orthopaedic Clubs. J. Bone Joint Surg., 40-B(4): 826, 1958
- 67. Vahvanen, V.:** Rheumatoid arthritis in the plantar joints. Acta Orthop. Scand. Suppl. 107, 1967.
- 68. Vahvanen, V.; Piirainen, H.; Kettunen, P.:** Resection Arthroplasty of the Metatarsophalangeal Joints in Rheumatoid Arthritis. A Follow-up Study of 100 Patients. Scand. J. Rheumatol. 9(4): 257-265, 1980
- 69. Vainio, K.:** The rheumatoid Foot: A clinical study with pathological and roentgenological comments. Ann. Chir. Gynaec. Fenn. 45 Suppl. 1, 1956.
- 70. Vainio, K.:** Orthopaedic Surgery in the Treatment of Rheumatoid Arthritis. Annals of Clinical Research, 7: 216-224, 1975

- 71. Van der Heijden, K. W.; Rasker, J. J., Jacobs, J. W.; Dey, K.:** Kates Forefoot Arthroplasty in Rheumatoid Arthritis. A 5-Year Followup Study. *J. Rheumatol.* 19(10): 1545-1550, 1992
- 72. Vandeputte, G.; Steenwerckx, A.; Mulier, T.; Peeraer, L.; Dereymaeker, G.:** Forefoot Reconstruction in Rheumatoid Arthritis Patients: Keller-Lelièvre-Hoffmann versus Arthrodesis MTP1-Hoffmann. *Foot Ankle Int.*, 20(7): 438-443, 1999
- 73. Viladot, A.:** Metatarsalgia Due to Biomechanical Alterations of the Forefoot. *Orthopedic Clinics of North America* 4(1):165-178, 1973
- 74. Viladot, A.:** Der sog. Standardvorfuß. in „Vorfußdeformitäten“; Hrsg. Wirth, C. J.; Ferdini, R.; Wülker, N.; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 13-20, 1993
- 75. Watson, M. S.:** A Long-Term Follow-up of Forefoot Arthroplasty. *J. Bone Joint Surg.*, 56-B(3): 527-533, 1974
- 76. Went, P.; Jesenko, R.; Stöckl, B.:** Langzeitergebnisse nach Resektionsarthroplastik bei Vorfußfehlstellungen von Patienten mit rheumatoider Arthritis. *Akt. Rheumatol.* 21: 37-39, 1996
- 77. Weseloh, G.:** Foot wear in RA. Abstracts, ERASS Millenium Course 2000
- 78. Wilson, C. L.:** A Method of Fusion of the Metatarsophalangeal Joint of the Great Toe. *J. Bone Joint Surg.*, 40-A: 384-385, 1958
- 79. Wilson, J. N.:** Cone Arthrodesis of the First Metatarso-Phalangeal Joint. *J. Bone Joint Surg.*, 49-B(1): 98-101, 1967
- 80. Wülker, N.:** Hallux valgus - Hallux rigidus. Bücherei des Orthopäden, Band 67, Enke-Verlag, Stuttgart, 1-119, 1997

Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. F. Gohlke danke ich herzlich für die Überlassung des Themas, die hervorragende fachliche, freundliche und engagierte Betreuung und das Erstellen des Referates.

Außerdem gilt mein besonderer Dank Herrn Prof. Dr. med. J. Eulert für die Überlassung der Arbeitsmöglichkeiten während der durchgeführten Untersuchungen und die freundliche Übernahme des Korreferates.

Des weiteren danke ich den Mitarbeitern der Firma Efinger Orthopädietechnik GmbH für die Bereitstellung des computergestützten EMED-Systems und allen Mitarbeitern der Poliklinik des König-Ludwig-Hauses für die freundliche Zusammenarbeit.

Außerdem danke ich Herrn Dipl.-Inf. Ulrich Ehrenberger für die Hilfe beim Layout und meinen Eltern für die freundliche Motivation.

Lebenslauf

Name: Uleer
Vorname: Barbara Nikola Gertrud
Geburtsdatum: 01.03.1975
Geburtsort: Stade
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: ledig
Religion: ev.-luth.

Mutter: Hilde Uleer, Studienrätin
Vater: Godehard Uleer, Leitender Regierungsdirektor

Schulbildung:
1981-1982 Grundschule Menckeschule in Osterholz-Scharmbeck
1982-1985 Grundschule Querum-Nord in Braunschweig
1985-1987 Orientierungsstufe Querum in Braunschweig
1987-1994 Gymnasium Ricarda-Huch-Schule in Braunschweig
1994 Abitur

Hochschulstudium:
1994-1999 Studium der Zahnmedizin an der Universität Würzburg
25.11.1999 Staatsexamen
04.02.2000 Approbation

Berufstätigkeit:
2000-2005 Vorbereitungsassistentin in der Praxis Dr. Wahler,
Hammelburg
2005-2006 Vorbereitungsassistentin in der Praxis Dr. Weh, Würzburg
2006-heute Gemeinschaftspraxis mit Dr. Weh, Würzburg

Würzburg, den 17.06.2006

Barbara Uleer